

# AMPLIACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DEL NUEVO EDIFICIO Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MÓSTOLES

## PROYECTO EJECUCIÓN

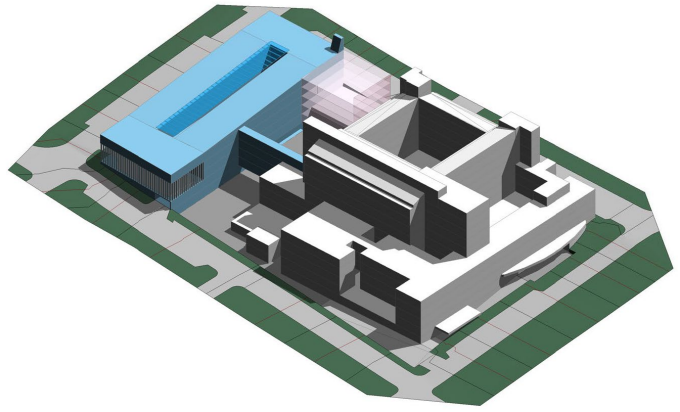
DICIEMBRE 2023



**TOMO 4 de 5**

**III PLIEGO DE CONDICIONES**

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES  
PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE  
OBRA



AMPLIACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DEL NUEVO EDIFICIO Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MÓSTOLES

## ÍNDICE DEL PROYECTO

## **ÍNDICE DE DOCUMENTACIÓN**

### **TOMO 1**

#### **I. MEMORIA**

##### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 1.1. Agentes
- 1.2. Información previa
- 1.3. Descripción del proyecto y fases de actuación
- 1.4. Resumen de superficies de actuación
- 1.5. Capacidad de aparcamiento en el edificio
- 1.6. Prestaciones del edificio

##### **2. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

- 2.0. Demoliciones
- 2.1. Sustentación del edificio
- 2.2. Sistema estructural
- 2.3. Sistema envolvente
- 2.4. Sistema de compartimentación
- 2.5. Sistemas de acabados
- 2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones
  - 2.6.1. Saneamiento
  - 2.6.2. Fontanería
  - 2.6.3. Electricidad
  - 2.6.4. Climatización
  - 2.6.5. Gases medicinales
  - 2.6.6. Transporte
  - 2.6.7. Seguridad contra incendios
  - 2.6.8. Comunicaciones e instalaciones complementarias

##### **3. CUMPLIMIENTO DEL CTE**

- 3.1. DB SE-SEGURIDAD ESTRUCTURAL
- 3.2. DB SI-SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO
- 3.3. DB SUA-SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD
- 3.4. DB HS-SALUBRIDAD
- 3.5. DB HR-PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO
- 3.6. DB HE-AHORRO DE ENERGÍA

#### **II. PLANOS**

##### **INDICE DE PLANOS**

## **TOMO 2**

### **ANEJOS A LA MEMORIA**

#### **AMA. ANEJOS A LA MEMORIA ADMINISTRATIVOS**

- AMA.1. CONDICIONES DE CARACTER ADMINISTRATIVO
- AMA.2. CERTIFICADO DE OBRA COMPLETA
- AMA.3. CERTIFICADO DE VIABILIDAD GEOMETRICA
- AMA.4. REFERENCIAS PARA EL REPLANTEO DEL PROYECTO
- AMA.5. PROGRAMA DE DESARROLLO DE LOS TRABAJO

#### **AMT. ANEJOS A LA MEMORIA TÉCNICOS**

- AMT.1. INFORMACION GEOTECNICA
- AMT.2. CALCULO DE LA ESTRUCTURA
- AMT.3. PROTECCIÓN CONTRA EL INCENDIO
- AMT.4. INSTALACIONES DEL EDIFICIO (TOMO 3)
- AMT.5. EFICIENCIA ENERGÉTICA
- AMT.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- AMT.7. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- AMT.8. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
- AMT.9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- AMT.10. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO
- AMT.11. FICHAS DE ACCESIBILIDAD
  - AMT.11.1. Accesibilidad General
  - AMT.11.2. Accesibilidad Edificio Uso Público
  - AMT.11.3. Accesibilidad Aparcamiento
  - AMT.11.4. Accesibilidad Aseos
- AMT.12. BIOSEGURIDAD
- AMT.13. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

## **TOMO 3**

- AMT.4. INSTALACIONES DEL EDIFICIO
  - AMT.4.1. Saneamiento y Fontanería
  - AMT.4.2. Electricidad
  - AMT.4.3. Climatización
  - AMT.4.4. Comunicaciones y Seguridad
  - AMT.4.5. Gases medicinales



## **TOMO 4**

### **III. PLIEGO DE CONDICIONES**

1. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES
2. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

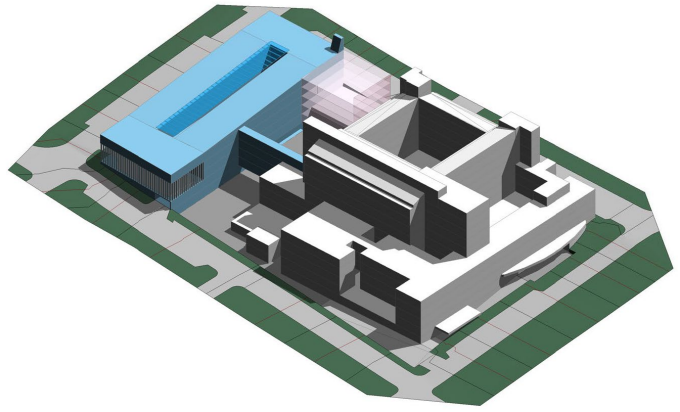
## **TOMO 5**

### **IV. MEDICIONES**

### **V. PRESUPUESTO**

### **CUADROS DE PRECIOS**

1. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS
2. CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES
3. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS



AMPLIACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PROYECTO DEL NUEVO EDIFICIO Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MÓSTOLES

### **III. PLIEGO DE CONDICIONES**

### III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

#### ÍNDICE

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES.....</b>                              | <b>4</b>   |
| <b>1.1. CONDICIONES GENERALES .....</b>                                     | <b>4</b>   |
| <b>1.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.....</b>              | <b>4</b>   |
| <b>1.3. CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS .....</b>                     | <b>10</b>  |
| <b>2. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA.....</b> | <b>118</b> |
| <b>2.1. ACTUACIONES PREVIAS .....</b>                                       | <b>118</b> |
| 2.1.1. DERRIBOS.....  | 118        |
| 2.1.1.1. Derribo de estructuras y cimentación .....                         | 121        |
| 2.1.1.2. Derribo de fachadas y particiones .....                            | 123        |
| 2.1.1.3. Levantado de instalaciones .....                                   | 124        |
| 2.1.1.4. Derribo de cubiertas.....  | 126        |
| 2.1.1.5. Demolición de revestimientos .....                                 | 127        |
| <b>2.2. ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN .....</b>                           | <b>127</b> |
| 2.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS .....  | 127        |
| 2.2.1.1. Explanaciones.....   | 127        |
| 2.2.1.2. Rellenos del terreno.....  | 133        |
| 2.2.1.3. Transportes de tierras y escombros .....                           | 135        |
| 2.2.1.4. Vaciado del terreno.....   | 136        |
| 2.2.1.5. Zanjas y pozos.....  | 139        |
| 2.2.2. CONTENCIÓN DEL TERRENO.....  | 144        |
| 2.2.2.1. Muros ejecutados con encofrados .....                              | 144        |
| 2.2.2.2. Muros pantalla .....   | 153        |
| 2.2.3. CIMENTACIONES PROFUNDAS.....   | 160        |
| 2.2.3.1. Encepados de pilotes.....  | 160        |
| 2.2.3.2. Pilotes de hormigón elaborados "in situ" .....                     | 166        |
| 2.2.3.3. Pilotes prefabricados .....  | 175        |
| 2.2.4. CIMENTACIONES DIRECTAS .....   | 180        |
| 2.2.4.1. Losas de cimentación .....   | 180        |
| 2.2.4.2. Zapatas (aisladas, corridas y elementos de atado) .....            | 188        |
| <b>2.3. ESTRUCTURAS .....</b>   | <b>196</b> |
| 2.3.1. ESTRUCTURAS DE ACERO .....   | 196        |
| 2.3.2. FÁBRICA ESTRUCTURAL .....  | 204        |
| 2.3.3. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (ARMADO Y PRETENSADO) .....                  | 214        |
| 2.3.4. ESTRUCTURAS DE MADERA.....   | 230        |
| 2.3.5. ESTRUCTURAS MIXTAS.....  | 243        |
| <b>2.4. CUBIERTAS .....</b>   | <b>252</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 2.4.1. CUBIERTAS INCLINADAS .....                                    | 252        |
| 2.4.2. LUCERNARIOS .....   | 264        |
| 2.4.2.1. Claraboyas .....  | 264        |
| 2.4.2.2. Hormigón translúcido .....                                  | 266        |
| 2.4.3. CUBIERTAS PLANAS .....  | 268        |
| <b>2.5. FACHADAS Y PARTICIONES .....</b>                             | <b>277</b> |
| 2.5.1. FACHADAS DE FÁBRICA .....                                     | 277        |
| 2.5.1.1. Fachadas de piezas de arcilla cocida y de hormigón .....    | 277        |
| 2.5.1.2. Fachadas de piezas de vidrio .....                          | 287        |
| 2.5.2. HUECOS .....  | 290        |
| 2.5.2.1. Carpinterías .....  | 290        |
| 2.5.2.2. Acristalamientos .....                                      | 297        |
| 2.5.2.3. Celosías .....  | 302        |
| 2.5.2.4. Persianas .....   | 305        |
| 2.5.2.5. Cierres .....   | 308        |
| 2.5.2.6. Toldos y parasoles .....                                    | 310        |
| 2.5.3. DEFENSAS .....  | 311        |
| 2.5.3.1. Barandillas .....   | 311        |
| 2.5.3.2. Rejas .....   | 314        |
| 2.5.4. FACHADAS INDUSTRIALIZADAS .....                               | 315        |
| 2.5.4.1. Fachadas de paneles ligeros .....                           | 315        |
| 2.5.4.2. Fachadas de paneles pesados .....                           | 320        |
| 2.5.5. PARTICIONES .....   | 323        |
| 2.5.5.1. Particiones de piezas de arcilla cocida o de hormigón ..... | 323        |
| 2.5.5.2. Paneles prefabricados de yeso y escayola .....              | 328        |
| 2.5.5.3. Mamparas para particiones .....                             | 335        |
| 2.5.5.4. Particiones / trasdosados de placa de yeso .....            | 338        |
| <b>2.6. REVESTIMIENTOS .....</b>                                     | <b>347</b> |
| 2.6.1. REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS .....                             | 347        |
| 2.6.1.1. Alicatados .....  | 347        |
| 2.6.1.2. Aplacados .....   | 352        |
| 2.6.1.3. Revestimientos decorativos .....                            | 358        |
| 2.6.1.4. 7.1.4 enfoscados, guarnecidos y enlucidos .....             | 361        |
| 2.6.1.5. Pinturas .....  | 370        |
| 2.6.2. REVESTIMIENTOS DE SUELOS Y ESCALERAS .....                    | 374        |
| 2.6.2.1. Revestimientos flexibles para suelos y escaleras .....      | 374        |
| 2.6.2.2. Revestimientos continuos para suelos y escaleras .....      | 377        |
| 2.6.2.3. Revestimientos de madera para suelos y escaleras .....      | 382        |
| 2.6.2.4. Revestimientos pétreos para suelos y escaleras .....        | 390        |
| 2.6.2.5. Revestimientos cerámicos para suelos y escaleras .....      | 395        |
| 2.6.2.6. Soleras .....   | 401        |
| 2.6.2.7. Suelos flotantes .....                                      | 405        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 2.6.3. FALSOS TECHOS .....      | 412        |
| <b>2.7. INSTALACIONES .....</b> | <b>417</b> |

## **1. PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES**

### **1.1. CONDICIONES GENERALES**

#### **Artículo 1. Calidad de los materiales.**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

#### **Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### **Artículo 3. Materiales no consignados en proyecto.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **Artículo 4. Condiciones generales de ejecución.**

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura de 1960, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### **1.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

#### **Artículo 5. Materiales para hormigones y morteros.**

##### **• 5.1. Áridos.**

##### **– 5.1.1. Generalidades.**

Generalidades. La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7.243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por "arena" o "árido fino" el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm. de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por "grava" o "árido grueso" el que resulta detenido por dicho tamiz; y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

##### **– 5.1.2. Limitación de tamaño.**

Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE.



• 5.2. Agua para amasado.

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.), según NORMA UNE 7130:58.
- Sulfatos expresados en SO<sub>4</sub>, menos de un gramo por litro (1 gr.A.) según ensayo de NORMA 7131:58.
- Ión cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr./l., según NORMA UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.). (UNE 7235).
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132:58.
- Demàs prescripciones de la EHE.

• 5.3. Aditivos.

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire.

Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del tres y medio por ciento (3.5%) del peso del cemento.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.
- Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

• 5.4. Cemento.

Se entiende como tal, un aglomerante, hidráulico que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos R.C. 03. B.O.E. 16.01.04.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en el citado "Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos." Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

**Artículo 6. Acero.**

• 6.1. Acero de alta adherencia en redondos para armaduras.

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el M.O.P.U.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg./cm<sup>2</sup>). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir

una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg./cm<sup>2</sup>, cuya carga de rotura no será inferior a cinco mil doscientos cincuenta (5.250 kg./cm<sup>2</sup>) Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión deformación.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

• 6.2. Acero laminado.

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN 102101:1994 relativa a perfiles huecos para la construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino, y en la UNE EN 102191:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SEA Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

**Artículo 7. Materiales auxiliares de hormigones.**

• 7.1. Productos para curado de hormigones.

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporización.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete días al menos después de una aplicación.

• 7.2. Desencofrantes.

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de éstos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

**Artículo 8. Encofrados y cimbras.**

• 8.1. Encofrados en muros.

Podrán ser de madera o metálicos pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a un centímetro respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

• 8.2. Encofrado de pilares, vigas y arcos.

Podrán ser de madera o metálicos pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de un centímetro de la longitud teórica. Igualmente deberá tener el conforntado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de cinco milímetros.

**Artículo 9. Aglomerantes excluido cemento.**

• 9.1. Cal hidráulica.

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico comprendido entre dos enteros y cinco décimas y dos enteros y ocho décimas.
- Densidad aparente superior a ocho décimas.
- Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco menor del doce por ciento.

- Fraguado entre nueve y treinta horas.
- Residuo de tamiz cuatro mil novecientas mallas menor del seis por ciento.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los siete días superior a ocho kilogramos por centímetro cuadrado. Curado de la probeta un día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción del mortero normal a los siete días superior a cuatro kilogramos por centímetro cuadrado. Curado por la probeta un día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los veintiocho días superior a ocho kilogramos por centímetro cuadrado y también superior en dos kilogramos por centímetro cuadrado a la alcanzada al séptimo día.

• 9.2. Yeso negro.

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico semihidratado ( $\text{SO}_4\text{Ca}/2\text{H}_2\text{O}$ ) será como mínimo del cincuenta por ciento en peso.
- El fraguado no comenzará antes de los dos minutos y no terminará después de los treinta minutos.
- En tamiz 0.2 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento.
- En tamiz 0.08 UNE 7050 no será mayor del cincuenta por ciento.
- Las probetas prismáticas 4416 cm. de pasta normal ensayadas a flexión con una separación entre apoyos de 10.67 cm. resistirán una carga central de ciento veinte kilogramos como mínimo.
- La resistencia a compresión determinada sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo setenta y cinco kilogramos por centímetros cuadrado. La toma de muestras se efectuará como mínimo en un tres por ciento de los casos mezclando el yeso procedente de los diversos hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 kgs. como mínimo una muestra. Los ensayos se efectuarán según las normas UNE 7064 y 7065.

**Artículo 10. Materiales de cubierta.**

• 10.1. Tejas.

Las tejas de cemento que se emplearán en la obra, se obtendrán a partir de superficies cónicas o cilíndricas que permitan un solape de 70 a 150 mm. o bien estarán dotadas de una parte plana con resaltes o dientes de apoyo para facilitar el encaje de las piezas. Deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, la autorización de uso del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, un Documento de Idoneidad Técnica de I.E.T.C.C. o una certificación de conformidad incluida en el Registro General del CTE del Ministerio de la Vivienda, cumpliendo todas sus condiciones.

• 10.2. Impermeabilizantes.

Las láminas impermeabilizantes podrán ser bituminosas, plásticas o de caucho. Las láminas y las imprimaciones deberán llevar una etiqueta identificativa indicando la clase de producto, el fabricante, las dimensiones y el peso por metro cuadrado. Dispondrán de Sello INCEENOR y de homologación MICT, o de un sello o certificación de conformidad incluida en el registro del CTE del Ministerio de la Vivienda.

Podrán ser bituminosos ajustándose a uno de los sistemas aceptados por el DB correspondiente del CTE, cuyas condiciones cumplirá, o, no bituminosos o bituminosos modificados teniendo concedido Documento de Idoneidad Técnica de I.E.T.C.C. cumpliendo todas sus condiciones.

**Artículo 11. Plomo y Cinc.**

Salvo indicación de lo contrario la ley mínima del plomo será de noventa y nueve por ciento.

Será de la mejor calidad, de primera fusión, dulce, flexible, laminado teniendo las planchas espesor uniforme, fractura brillante y cristalina, desechándose las que tengan picaduras o presenten hojas, aberturas o abolladuras.

El plomo que se emplee en tuberías será compacto, maleable, dúctil y exento de sustancias extrañas, y, en general, de todo defecto que permita la filtración y escape del líquido. Los diámetros y espesores de los tubos serán los indicados en el estado de mediciones o en su defecto, los que indique la Dirección Facultativa.

## **Artículo 12. Materiales para fábrica y forjados.**

### • 12.1. Fábrica de ladrillo y bloque.

Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SEF Seguridad Estructural Fábrica, del CTE.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm<sup>2</sup>.

Los ladrillos serán de primera calidad según queda definido en la Norma NBERL /88 Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la Norma UNE 7267. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

- L. macizos = 100 Kg./cm<sup>2</sup>
- L. perforados = 100 Kg./cm<sup>2</sup>
- L. huecos = 50 Kg./cm<sup>2</sup>

### • 12.2. Viguetas prefabricadas.

Las viguetas serán armadas o pretensadas según la memoria de cálculo y deberán poseer la autorización de uso del M.O.P. No obstante el fabricante deberá garantizar su fabricación y resultados por escrito, caso de que se requiera.

El fabricante deberá facilitar instrucciones adicionales para su utilización y montaje en caso de ser éstas necesarias siendo responsable de los daños que pudieran ocurrir por carencia de las instrucciones necesarias.

Tanto el forjado como su ejecución se adaptarán a la EFHE (RD 642/2002).

### • 12.3. Bovedillas.

Las características se deberán exigir directamente al fabricante a fin de ser aprobadas.

## **Artículo 13. Materiales para solados y alicatados.**

### • 13.1. Baldosas y losas de terrazo.

Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol, y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso.

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la Norma UNE 41060.

Las tolerancias en dimensiones serán:

- Para medidas superiores a diez centímetros, cinco décimas de milímetro en más o en menos.
- Para medidas de diez centímetros o menos tres décimas de milímetro en más o en menos.
- El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de un milímetro y medio y no será inferior a los valores indicados a continuación.
- Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.
- El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de siete milímetros y en las destinadas a soportar tráfico o en las losas no menor de ocho milímetros.
- La variación máxima admisible en los ángulos medida sobre un arco de 20 cm. de radio será de más/menos medio milímetro.
- La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el cuatro por mil de la longitud, en más o en menos.
- El coeficiente de absorción de agua determinado según la Norma UNE 7008 será menor o igual al quince por ciento.
- El ensayo de desgaste se efectuará según Norma UNE 7015, con un recorrido de 250 metros en húmedo y con arena como abrasivo; el desgaste máximo admisible será de cuatro milímetros y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores de tres milímetros en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.

- Las muestras para los ensayos se tomarán por azar, 20 unidades como mínimo del millar y cinco unidades por cada millar más, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas no exceda del cinco por ciento.

• 13.2. Rodapiés de terrazo.

Las piezas para rodapié, estarán hechas de los mismos materiales que los del solado, tendrán un canto romo y sus dimensiones serán de 40 x 10 cm. Las exigencias técnicas serán análogas a las del material de solado.

• 13.3. Azulejos.

Se definen como azulejos las piezas poligonales, con base cerámica recubierta de una superficie vidriada de colorido variado que sirve para revestir paramentos.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de textura compacta y restantes al desgaste.
- Carecer de grietas, coqueras, planos y exfoliaciones y materias extrañas que pueden disminuir su resistencia y duración.
- Tener color uniforme y carecer de manchas eflorescentes.
- La superficie vitrificada será completamente plana, salvo cantos romos o terminales.
- Los azulejos estarán perfectamente moldeados y su forma y dimensiones serán las señaladas en los planos. La superficie de los azulejos será brillante, salvo que, explícitamente, se exija que la tenga mate.
- Los azulejos situados en las esquinas no serán lisos sino que presentarán según los casos, un canto romo, largo o corto, o un terminal de esquina izquierda o derecha, o un terminal de ángulo entrante con aparejo vertical u horizontal.
- La tolerancia en las dimensiones será de un uno por ciento en menos y un cero en más, para los de primera clase.
- La determinación de los defectos en las dimensiones se hará aplicando una escuadra perfectamente ortogonal a una vertical cualquiera del azulejo, haciendo coincidir una de las aristas con un lado de la escuadra. La desviación del extremo de la otra arista respecto al lado de la escuadra es el error absoluto, que se traducirá a porcentual.

• 13.4. Baldosas y losas de mármol.

Los mármoles deben de estar exentos de los defectos generales tales como pelos, grietas, coqueras, bien sean estos defectos debidos a trastornos de la formación de la masa o a la mala explotación de las canteras. Deberán estar perfectamente planos y pulimentados.

Las baldosas serán piezas de las dimensiones previstas en el presupuesto. Las tolerancias en sus dimensiones se ajustarán a las expresadas en el párrafo 9.1. para las piezas de terrazo.

• 13.5. Rodapiés de mármol.

Las piezas de rodapié estarán hechas del mismo material que las de solado; tendrán un canto romo y serán de 10 cm. de alto. Las exigencias técnicas serán análogas a las del solado de mármol.

**Artículo 14. Carpintería de taller.**

• 14.1. Puertas de madera.

Las puertas de madera que se emplean en la obra deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, la autorización de uso del M.O.P.U. o documento de idoneidad técnica expedido por el I.E.T.C.C.

• 14.2. Cercos.

Los cercos de los marcos interiores serán de primera calidad con una escuadría mínima de 7 x 5 cm.

**Artículo 15. Carpintería metálica.**

• 15.1. Ventanas y Puertas.

Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, serán especiales de doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación.

#### **Artículo 16. Pintura.**

##### • 16.1. Pintura al temple.

Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso con la adición de un antifermo tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser: Blanco de Cinc que cumplirá la Norma UNE 48041.

- Litopón que cumplirá la Norma UNE 48040.

- Bióxido de Titanio tipo anatasa según la Norma UNE 48044

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos considerados como cargas no podrán entrar en una proporción mayor del veinticinco por ciento del peso del pigmento.

##### • 16.2. Pintura plástica.

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

#### **Artículo 17. Colores, aceites, barnices, etc.**

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad. Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta.
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites o de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.

Los aceites y barnices reunirán a su vez las siguientes condiciones:

- Ser inalterables por la acción del aire.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y color perfectos.

Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que al usarlo, deje manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

### **1.3. CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS**

#### **Condiciones generales de recepción de los productos**

##### **Código Técnico de la Edificación**

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente:

##### • 7.2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

1. El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1;
  - b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2; y
  - c) el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.
- 7.2.1. Control de la documentación de los suministros.



1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

– 7.2.2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y
- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

2. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

– 7.2.3. Control de recepción mediante ensayos.

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas.

El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la mencionada Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

### **Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción**

Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DITE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, incluida la documentación correspondiente al marcado CE:

1. Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares:

- sobre el producto, o
- en una etiqueta adherida al producto, o
- en el embalaje del producto, o

- en una etiqueta adherida al embalaje del producto, o
- en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura).

2. Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del marcado CE.

3 Se comprobará la documentación que debe acompañar al marcado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad.

Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria:

- Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+.
- Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+.

La información necesaria para la comprobación del marcado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección 2.1 de la presente Parte del Pliego.

b) En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del marcado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

### **Productos no afectados por la Directiva de Productos de la Construcción**

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar:

Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria.

Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.

En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F).

b) Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995.

Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de

Tecnología de la Construcción de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

c) Control de recepción mediante ensayos:

Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

A continuación, en el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 31 de agosto de 2010, de la Dirección General de Industria, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del mercado CE relativo a varias familias de productos de la construcción).

En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

### **Relación de productos con marcado CE**

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 31 de agosto de 2010, de la Dirección General de Industria, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del mercado CE relativo a varias familias de productos de construcción. También se incorpora la relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 15 de septiembre de 2008, de la Dirección General de Industria, por la que se modifican y amplían los anexos I, II y III de la Orden CTE/2276/2002, de 4 de septiembre, por la que se establece la entrada en vigor del mercado CE relativo a determinados productos de construcción conforme al Documento de Idoneidad Técnica Europeo.

Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente.

Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (\*), que son los productos para los que se amplía la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

Índice:

1. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS
2. FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA
3. AISLANTES TÉRMICOS
4. IMPERMEABILIZACIÓN
5. CUBIERTAS
6. TABIQUERÍA INTERIOR
7. CARPINTERÍA, DEFENSAS, HERRAJES Y VIDRIO
8. REVESTIMIENTOS
9. PRODUCTOS PARA SELLADO DE JUNTAS
10. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN
11. INSTALACIÓN DE DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS
12. INSTALACIÓN DE GAS
13. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD
14. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y DRENAJE

15. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

16. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

17. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

18. KITS DE CONSTRUCCIÓN

19. OTROS (CLASIFICACIÓN POR MATERIAL)

19.1. HORMIGONES, MORTEROS Y COMPONENTES

19.2. YESO Y DERIVADOS

19.3. FIBROCEMENTO

19.4. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

19.5. ACERO

19.6. ALUMINIO

19.7. MADERA

19.8. MEZCLAS BITUMINOSAS

19.9. PLÁSTICOS

19.10. VARIOS

**1. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS**

• 1.1. Acero

– 1.1.1. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 523:2005. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, especificaciones, control de la calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 1.1.2. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 10025-1:2006. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.1.3. Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14399-1:2009. Conjuntos de elementos de fijación estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.1.4. Aceros moldeados para usos estructurales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 10340:2008/AC:2008 y desde el 1 de enero de 2011, norma de aplicación: UNE-EN 10340:2008. Aceros moldeados para usos estructurales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.1.5. Uniones atornilladas estructurales sin precarga

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 15048-1:2008. Uniones atornilladas estructurales sin precarga. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.1.6. Adhesivos estructurales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15275:2008. Adhesivos estructurales. Caracterización de adhesivos anaeróbicos para las uniones metálicas co-axiales en estructuras de construcción e ingeniería civil. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

• 1.2. Productos prefabricados de hormigón

– 1.2.1 Placas alveolares\*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1168:2006+A2:2010. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.2 Pilotes de cimentación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Normas de aplicación: UNE-EN 12794:2006+A1:2008 y desde el 1 de agosto de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009. Productos Prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.3 Elementos de cimentación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14991:2008. Productos prefabricados de hormigón. Elementos de cimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.4 Elementos para forjados nervados \*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 13224:2005+A1:2007. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nervados. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.5 Elementos estructurales lineales\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007, norma de aplicación UNE-EN 13225:2005 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13225:2005/AC:2007. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.6 Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Viguetas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15037-1:2010. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 1: Viguetas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.7 Sistemas viga-bloque para suelos. Bovedilla de poliestireno expandido

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de noviembre de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15037-4:2010. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas viga-bloque para suelos. Parte 4. Bovedilla de poliestireno expandido. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.8 Elementos para muros

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14992:2008. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 1.2.9 Elementos de muros de contención

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15258:2009. Productos prefabricados de hormigón. Elementos de muros de contención. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.10 Escaleras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14843:2008. Productos prefabricados de hormigón. Escaleras. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 1.2.11 Bloques de encofrado de hormigón de áridos densos y ligeros

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 15435:2009. Productos prefabricados de hormigón. Bloques de encofrado de hormigón de áridos densos y ligeros. Propiedades del producto y prestaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 1.2.12 Bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 15498:2009. Productos prefabricados de hormigón. Bloques de encofrado de hormigón con virutas de madera. Propiedades del producto y prestaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 1.3. Apoyos estructurales

- 1.3.1. Apoyos elastoméricos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-3:2005. Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.3.2. Apoyos de rodillo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 1337-4:2005 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 1337-4:2005/AC:2007. Apoyos estructurales. Parte 4: Apoyos de rodillo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.3.3. Apoyos «pot»

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-5:2006. Apoyos estructurales. Parte 5: Apoyos «pot». Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.3.4. Apoyos oscilantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-6:2005. Apoyos estructurales. Parte 6: Apoyos oscilantes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.3.5. Apoyos PTFE cilíndricos y esféricos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-7:2004. Apoyos estructurales. Parte 7: Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.3.6. Apoyos guía y apoyos de bloqueo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1337-8:2009. Apoyos estructurales. Parte 8: Apoyos guía y apoyos de bloqueo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.4. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón

- 1.4.1. Sistemas para protección de superficie

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas para protección de superficie. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

- 1.4.2. Reparación estructural y no estructural

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-3:2006. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 3: Reparación estructural y no estructural. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

- 1.4.3. Adhesión estructural

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-4:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 4: Adhesión estructural. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

- 1.4.4. Adhesivos de uso general para uniones estructurales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15274:2008. Adhesivos de uso general para uniones estructurales. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 1.4.5. Productos y sistemas de inyección del hormigón



Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-5:2004. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 5: Productos y sistemas de inyección del hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 1.4.6. Anclajes de armaduras de acero

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-6:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 6: Anclajes de armaduras de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 1.4.7. Protección contra la corrosión de armaduras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-7:2007. Productos y sistemas para protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 7: Protección contra la corrosión de armaduras. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

• 1.5. Estructuras de madera

– 1.5.1. Madera laminada encolada

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de diciembre de 2011. Normas de aplicación: UNE-EN 14080:2006 y UNE-EN 14080:2006 ERRATUM:2010. Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Requisitos. Sistema de evaluación de conformidad: 1.

– 1.5.2. Madera estructural con sección transversal rectangular, clasificada por su resistencia

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14081-1:2006. Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular, clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de conformidad: 2+.

– 1.5.3. Elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14250:2010. Estructuras de madera. Requisitos de producto para elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada. Sistema de evaluación de conformidad: 2+.

– 1.5.4. Madera microlaminada (LVL)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14374:2005. Estructuras de madera. Madera microlaminada (LVL). Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 1.5.5. Vigas y pilares compuestos a base de madera

Norma de aplicación: Guía DITE N° 011. Vigas y pilares compuestos a base de madera. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 1.5.6. Conectores

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14545:2009. Estructuras de madera. Conectores. Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/3.

– 1.5.7. Elementos de fijación tipo clavija

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14592:2009. Estructuras de madera. Elementos de fijación tipo clavija. Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

• 1.6. Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes y, a veces, de hormigón

Norma de aplicación: Guía DITE N° 009. Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes y, a veces, de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+.

• 1.7. Dispositivos antisísmicos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15129:2010. Dispositivos antisísmicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 1.8. Anclajes metálicos para hormigón

- 1.8.1. Anclajes en general

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 001-1. Anclajes metálicos para hormigón. Parte 1: Anclajes en general. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 1.8.2. Anclajes de expansión controlados por par de apriete

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 001-2. Anclajes metálicos para hormigón. Parte 2: Anclajes de expansión controlados por par de apriete. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 1.8.3. Anclajes por socavado

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 001-3. Anclajes metálicos para hormigón. Parte 3: Anclajes por socavado. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 1.8.4. Anclajes de expansión por deformación controlada

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 001-4. Anclajes metálicos para hormigón. Parte 4: Anclajes de expansión por deformación controlada. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 1.8.5. Anclajes químicos

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 001-5. Anclajes metálicos para hormigón. Parte 5: Anclajes químicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 1.8.6. Anclajes para fijación múltiple en aplicaciones no estructurales

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 001-6 Anclajes metálicos para hormigón. Parte 6: Anclajes para fijación múltiple en aplicaciones no estructurales (para cargas ligeras). Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 1.9. Kits de postensado para el pretensado de estructuras

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 013. Kits de postensado para el pretensado de estructuras. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

- 1.10. Conectores y placas dentadas, placas clavadas y resistentes a esfuerzos cortantes

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 015. Conectores y placas dentadas, placas clavadas y resistentes a esfuerzos cortantes (Three-dimensional nailing plates). Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

## 2. FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA

- 2.1. Piezas para fábrica de albañilería

- 2.1.1. Piezas de arcilla cocida\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-1:2003 y UNE-EN 771-1/A1:2006. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 2.1.2. Piezas silicocalcáreas\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-2:2005 y UNE-EN 771-2/A1:2006. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 2.1.3. Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-3:2004 y UNE-EN 771-3:2004/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 2.1.4. Bloques de hormigón celular curado en autoclave\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-4:2004 y UNE-EN 771-4:2004/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 4. Bloques de hormigón celular curado en autoclave. Sistema de evaluación de conformidad: 2+/4.

– 2.1.5. Piezas de piedra artificial\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-5:2005 y UNE-EN 771-5:2005/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5: Piezas de piedra artificial. Sistema de evaluación de conformidad: 2+/4.

– 2.1.6. Piezas de piedra natural\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 771-6:2006. Especificación de piezas para fábrica de albañilería. Parte 6: Piezas de piedra natural. Sistema de evaluación de conformidad: 2+/3/4.

• 2.2. Componentes auxiliares para fábricas de albañilería

– 2.2.1. Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 845-1:2005+A1:2008. Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 2.2.2. Dinteles

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 845-2:2004. Especificaciones de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 2: Dinteles. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 2.2.3. Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 845-3:2006+A1:2008. Especificaciones de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 2.2.4. Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales

Norma de aplicación: Guía DITE N° 020-1. Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 1: Aspectos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 020-2. Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 2: Anclajes de plástico para hormigón de densidad normal. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 020-3. Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 3: Anclajes de plástico para fábrica de albañilería maciza. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 020-4. Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 4: Anclajes de plástico para fábrica de albañilería perforada o hueca. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 020-5 Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 5: Anclajes de plástico para hormigón celular curado en autoclave. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

### 3. AISLANTES TÉRMICOS

• 3.1. Productos manufacturados de lana mineral (MW)

– 3.1.1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13162:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 3.1.2. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14303:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.2. Productos aislantes térmicos formados in situ a partir de lana mineral (MW)

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de diciembre de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 14064-1:2010. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos aislantes térmicos formados in situ a partir de lana mineral (MW). Parte 1: Especificación para los productos a granel antes de su instalación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.3. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS)

– 3.3.1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13163:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 3.3.2. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14309:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.4. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS)

– 3.4.1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13164:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 3.4.2. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14307:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.5. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR)

– 3.5.1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13165:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 3.5.2. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14308:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.6. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF)

– 3.6.1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13166:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 3.6.2. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14314:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.7. Productos manufacturados de vidrio celular (CG)

– 3.7.1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13167:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de vidrio celular (CG). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 3.7.2. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14305:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de vidrio celular (CG). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.8. Productos manufacturados de lana de madera (WW)\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13168:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana de madera (WW). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.9. Productos manufacturados de perlita expandida (EPB)\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13169:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de perlita expandida (EPB). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.10. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB)\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13170:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.11. Productos manufacturados de fibra de madera (WF)\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13171:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de fibra de madera (WF). Especificación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.12. Productos de áridos ligeros de arcilla expandida aplicados in situ

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14063-1:2006 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 14063-1:2006/AC:2008. Productos y materiales aislantes térmicos. Productos de áridos ligeros de arcilla expandida aplicados in situ. Parte 1: Especificación de los productos para rellenos aislantes antes de la instalación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 3.13. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por perlita expandida (PE)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14316-1:2005. Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por perlita expandida (PE). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

• 3.14. Productos para aislamiento térmico in-situ formados por vermiculita exfoliada (EV)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14317-1:2005. Productos aislantes térmicos para edificios. Productos para aislamiento térmico in-situ

formados por vermiculita exfoliada (EV). Parte 1: Especificación para productos de adhesivos y sellantes antes de instalación. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 3.15. Productos manufacturados de espuma elastomérica flexible (FEF)

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14304:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma elastomérica flexible (FEF). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 3.16. Productos manufacturados de silicato cálcico (CS)

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14306:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de silicato cálcico (CS). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 3.17. Productos manufacturados de espuma de polietileno (PEF)

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14313:2010. Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma de polietileno (PEF). Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 3.18. Sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco

Guía DITE N° 004. Sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+.

- 3.19. Anclajes de plástico para fijación de sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco

Norma de aplicación: Guía DITE N° 014. Anclajes de plástico para fijación de sistemas y Kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 3.20. Kits para elementos prefabricados para aislamiento térmico exterior en muros (vetures)

Norma de aplicación: Guía DITE N° 017. Kits para elementos prefabricados para aislamiento térmico exterior en muros (vetures). Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

#### **4. IMPERMEABILIZACIÓN**

- 4.1. Láminas flexibles para impermeabilización

- 4.1.1. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13707:2005+A2:2010. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

- 4.1.2. Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13859-1:2006+A1:2009. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 1: Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 4.1.3. Capas base para muros\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13859-2:2006+A1:2009. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 2: Láminas auxiliares para muros. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 4.1.4. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13956:2006. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para



impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 4.1.5. Láminas anticapilaridad plásticas y de caucho

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13967:2006 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13967:2006/A1:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas anticapilaridad plásticas y de caucho, incluidas las láminas plásticas y de caucho que se utilizan para la estanquidad de estructuras enterradas. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 4.1.6. Láminas anticapilaridad bituminosas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13969:2005 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13969:2005/A1:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas anticapilaridad bituminosas incluyendo láminas bituminosas para la estanquidad de estructuras enterradas. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 4.1.7. Láminas bituminosas para el control del vapor de agua\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13970:2005 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13970:2005/A1:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas para el control del vapor de agua. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 4.1.8. Láminas plásticas y de caucho para el control del vapor

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13984:2005 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13984:2005/A1:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para el control del vapor. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 4.1.9. Barreras anticapilaridad plásticas y de caucho

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14909:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad plásticas y de caucho. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 4.1.10. Barreras anticapilaridad bituminosas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14967:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Barreras anticapilaridad bituminosas. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 4.2. Sistemas de impermeabilización de cubiertas

– 4.2.1. Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida

Guía DITE N° 005. Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 4.2.2. Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente

Guía DITE N° 006. Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

• 4.3. Geotextiles y productos relacionados

– 4.3.1. Uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002, norma de aplicación: UNE-EN 13251:2001 y desde el 1 de junio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13251:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 4.3.2. Uso en sistemas de drenaje

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002, normas de aplicación: UNE-EN 13252:2001 y UNE-EN 13252/ERRATUM:2002 y desde el 1 de junio de 2007, norma de

aplicación: UNE-EN 13252:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en sistemas de drenaje. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 4.3.3. Uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002, norma de aplicación: UNE-EN 13253:2001 y desde el 1 de junio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13253:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes). Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 4.3.4. Uso en los vertederos de residuos sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002, norma de aplicación: UNE-EN 13257:2001, desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13257/AC:2003 y desde el 1 de junio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13257:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en los vertederos de residuos sólidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 4.3.5. Uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002, norma de aplicación: UNE-EN 13265:2001, desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13265/AC:2003 y desde el 1 de junio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13265:2001/A1:2005. Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para su uso en proyectos de contenedores para residuos líquidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 4.3.6. Características requeridas para su uso en pavimentos y cubiertas asfálticas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011, norma de aplicación: UNE-EN 15381:2008. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en pavimentos y cubiertas asfálticas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

• 4.4. Placas

– 4.4.1 Placas bituminosas con armadura sintética y/o mineral

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 544:2006. Placas bituminosas con armadura sintética y/o mineral. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 4.4.2 Placas onduladas bituminosas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 534:2007+A1:2010. Placas onduladas bituminosas. Especificaciones de productos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

## 5. CUBIERTAS

• 5.1. Sistemas de cubierta traslúcida autoportante (excepto las de cristal)

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 010. Sistemas de cubierta traslúcida autoportante (excepto las de cristal). Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 5.2. Elementos especiales para cubiertas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de mayo de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 13693:2005+A1:2010. Productos prefabricados de hormigón. Elementos especiales para cubiertas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

• 5.3. Accesorios prefabricados para cubiertas

– 5.3.1. Instalaciones para acceso a tejados. Pasarelas, pasos y escaleras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 516:2006. Accesorios prefabricados para cubiertas. Instalaciones para acceso a tejados. Pasarelas, pasos y escaleras. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 5.3.2. Ganchos de seguridad

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 517:2006. Accesorios prefabricados para cubiertas. Ganchos de seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 5.3.3. Lucernarios individuales en materiales plásticos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1873:2006. Accesorios prefabricados para cubiertas. Lucernarios individuales en materiales plásticos. Especificación de producto y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 5.3.4. Escaleras de cubierta permanentes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12951:2006. Accesorios para cubiertas prefabricados. Escaleras de cubierta permanentes. Especificaciones de producto y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

• 5.4. Lucernarios continuos de plástico con o sin zócalo

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 14963:2007. Cubiertas para tejados. Lucernarios continuos de plástico con o sin zócalo. Clasificación requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 5.5. Placas rígidas inferiores para tejados y cubiertas de colocación discontinua

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14964:2007. Placas rígidas inferiores para tejados y cubiertas de colocación discontinua. Definiciones y características. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

## **6. TABIQUERÍA INTERIOR**

• 6.1. Kits de tabiquería interior

Guía DITE N° 003. Kits de tabiquería interior. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

## **7. CARPINTERÍA, DEFENSAS, HERRAJES Y VIDRIO**

• 7.1. Carpintería

– 7.1.1. Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/ o control de humo\*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14351-1:2006+A1:2010. Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de fugas de humo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.1.2. Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones, sin características de resistencia al fuego o control de humos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 13241-1:2004. Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Norma de producto. Parte 1: Productos sin características de resistencia al fuego o control de humos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 7.1.3. Fachadas ligeras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 13830:2004. Fachadas ligeras. Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

• 7.2. Defensas

– 7.2.1. Persianas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13659:2004+A1:2009. Persianas. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 7.2.2. Toldos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13561:2004+A1:2009. Toldos. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

• 7.3. Herrajes

– 7.3.1. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para recorridos de evacuación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 179:2009. Herrajes para la edificación. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para recorridos de evacuación. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 7.3.2. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia activados por una barra horizontal

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1125:2009. Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia activados por una barra horizontal. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 7.3.3. Dispositivos de cierre controlado de puertas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 1154:2003 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 1154:2003/AC:2006. Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 7.3.4. Dispositivos de retención electromagnética para puertas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 1155:2003 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 1155:2003/AC:2006. Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 7.3.5. Dispositivos de coordinación de puertas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 1158:2003 y desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 1158:2003/AC:2006. Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 7.3.6. Bisagras de un solo eje

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2003, norma de aplicación: UNE-EN 1935:2002 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 1935:2002/AC:2004. Herrajes para la edificación. Bisagras de un solo eje. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 7.3.7. Cerraduras, pestillos y cerraderos mecánicos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 12209:2004 y UNE-EN 12209:2004/AC:2008. Herrajes para edificación. Cerraduras y pestillos. Cerraduras, pestillos y cerraderos mecánicos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

• 7.4. Vidrio

– 7.4.1. Vidrio de silicato sodocálcico\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 572-9:2006. Vidrio para la construcción. Productos básicos de vidrio. Vidrio de silicato sodocálcico. Parte 9: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.2. Vidrio de capa\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1096-4:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de capa. Parte 4: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.3. Unidades de vidrio aislante\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1279-5:2006+A1:2009. Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante. Parte 5: Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.4. Vidrio borosilicatado\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1748-1-2:2005. Vidrio para la edificación. Productos básicos especiales. Parte 1-2: Vidrio borosilicatado. Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.5. Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1863-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.6. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12150-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.7. Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 12337-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.8. Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13024-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.9. Productos de vidrio de silicato básico alcalinotérreo\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14178-2:2005. Vidrio para la edificación. Productos de vidrio de silicato básico alcalinotérreo. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.10. Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14179-2:2006. Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.11. Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérreo endurecido en caliente\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14321-2:2006. Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérreo endurecido en caliente. Parte 2: Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.12. Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 14449:2006/AC:2006 y desde el 1 de marzo de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 14449:2006. Vidrio para la edificación. Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad. Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.13. Vidrio para la edificación. Vitrocerámicas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1748-2:2005. Vidrio para la edificación. Productos básicos especiales. Parte 2-2: Vitrocerámicas. Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.14. Espejos de vidrio recubierto de plata para uso interno

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1036-2:2009. Vidrio para la edificación. Espejos de vidrio recubierto de plata para uso interno. Parte 2: Evaluación de la conformidad; norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.15. Bloques de vidrio y paveses de vidrio



Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1051-2:2008. Vidrio para la edificación. Bloques de vidrio y paveses de vidrio. Parte 2: Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 7.4.16. Sistemas de acristalamiento estructural sellante

Norma de aplicación: Guía DITE N° 002-1. Sistemas de acristalamiento estructural sellante. Parte 1: Con soporte y sin soporte. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 002-2. Sistemas de acristalamiento estructural sellante. Parte 2: Aluminio lacado. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 002-3. Sistemas de acristalamiento estructural sellante. Parte 3: Rotura de puente térmico. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+.

## **8. REVESTIMIENTOS**

### **• 8.1. Piedra natural**

– 8.1.1. Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 1341:2002. Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.1.2. Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 1342:2003. Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.1.3. Bordillos de piedra natural para uso como pavimento exterior

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 1343:2003. Bordillos de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.1.4. Piedra natural. Placas para revestimientos murales\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1469:2005. Piedra natural. Placas para revestimientos murales. Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.1.5. Productos de piedra natural. Plaquetas\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12057:2005. Productos de piedra natural. Plaquetas. Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.1.6. Productos de piedra natural. Baldosas para pavimentos y escaleras\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12058:2005. Productos de piedra natural. Baldosas para pavimentos y escaleras. Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.1.7. Productos de pizarra y piedra natural para tejados y revestimientos discontinuos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 12326-1:2005. Productos de pizarra y piedra natural para tejados y revestimientos discontinuos. Parte 1: Especificación de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

### **• 8.2. Piedra aglomerada**

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 15285:2009. Piedra aglomerada. Baldosas modulares para suelo (uso interno y externo). Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

### **• 8.3. Hormigón**

– 8.3.1. Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 490:2005 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 490:2005/A1:2007. Tejas y piezas de

hormigón para tejados y revestimiento de muros. Especificaciones de producto. Sistemas de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.3.2. Adoquines de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2005, norma de aplicación: UNE-EN 1338:2004 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 1338:2004/AC:2006. Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.3.3. Baldosas de hormigón\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2005, norma de aplicación: UNE-EN 1339:2004 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 1339:2004/AC:2006. Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.3.4. Bordillos prefabricados de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005, norma de aplicación: UNE-EN 1340:2004 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 1340:2004/ERRATUM:2007. Bordillos prefabricados de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.3.5. Baldosas de terrazo para uso interior\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 13748-1:2005 y UNE-EN 13748-1:2005/ERRATUM:2005. Baldosas de terrazo. Parte 1: Baldosas de terrazo para uso interior. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.3.6. Baldosas de terrazo para uso exterior\*

Obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 13748-2:2005. Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.3.7. Prelosas para sistemas de forjado

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 13747:2006+A2:2010. Productos prefabricados de hormigón. Prelosas para sistemas de forjado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 8.3.8. Pastas autonivelantes para suelos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13813:2003. Pastas autonivelantes y pastas autonivelantes para suelos. Pastas autonivelantes. Características y especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4

– 8.3.9. Anclajes metálicos utilizados en pavimentos de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13877-3:2005. Pavimentos de hormigón. Parte 3: Especificaciones para anclajes metálicos utilizados en pavimentos de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

• 8.4. Arcilla cocida

– 8.4.1. Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1304:2006. Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Definiciones y especificaciones de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.4.2. Adoquines de arcilla cocida

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 1344:2002. Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 8.4.3. Adhesivos para baldosas cerámicas\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 12004:2008. Adhesivos para baldosas cerámicas. Requisitos, evaluación de la conformidad, clasificación y designación. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.



– 8.4.4. Baldosas cerámicas\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14411:2007. Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

• 8.5. Madera

– 8.5.1. Suelos de madera\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14342:2006+A1:2009. Suelos de madera. Características, evaluación de conformidad y marcado. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 8.5.2. Frisos y entablados de madera

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 14915:2007/AC:2007 y desde el 1 de junio de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 14915:2007. Frisos y entablados de madera. Características, evaluación de la conformidad y marcado. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 8.6. Metal

– 8.6.1. Enlistonado y cantoneras metálicas. Enlucido interior

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13658-1:2006. Enlistonado y cantoneras metálicas. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Enlucido interior. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.6.2. Enlistonado y esquineras metálicas. Enlucido exterior

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13658-2:2006. Enlistonado y esquineras metálicas. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Enlucido exterior. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.6.3. Láminas de metal autoportantes para cubiertas y revestimiento de paredes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14782:2006. Láminas de metal autoportantes para cubiertas y revestimiento de paredes. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.6.4. Láminas y flejes de metal totalmente soportados para cubiertas y revestimientos interiores y exteriores.

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14783:2008. Láminas y flejes de metal totalmente soportados para cubiertas y revestimientos interiores y exteriores. Especificación de producto y requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 8.6.5. Paneles sandwich aislantes autoportantes de doble cara metálica

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 14509:2007/AC:2009 y desde el 1 de octubre de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 14509:2007. Paneles sandwich aislantes autoportantes de doble cara metálica. Productos hechos en fábrica. Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 8.7. Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos

Marcado CE obligatorio desde 1 de noviembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 438-7:2005. Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 8.8. Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Normas de aplicación: UNE-EN 14041:2005 y UNE-EN 14041:2005/AC:2007. Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Características esenciales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 8.9. Techos suspendidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13964:2006 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13964:2006/A1:2008. Techos suspendidos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 8.10. Placas de escayola para techos suspendidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 14246:2007 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 14246:2007/AC:2007. Placas de escayola para techos suspendidos. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 8.11. Superficies para áreas deportivas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14904:2007. Superficies para áreas deportivas. Especificaciones para suelos multi-deportivos de interior. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 8.12. Betunes y ligantes bituminosos

- 8.12.1. Especificaciones de betunes para pavimentación

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 12591:2009. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 8.12.2. Esquema para las especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 13808:2005. Betunes y ligantes bituminosos. Esquema para las especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 8.12.3. Especificaciones de betunes duros para pavimentación

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 13924:2006. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes duros para pavimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 8.12.4. Estructura de la especificación de los ligantes bituminosos fluidificados y fluxados

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15322:2010. Betunes y ligantes bituminosos. Estructura de la especificación de los ligantes bituminosos fluidificados y fluxados. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 8.13. Revestimientos decorativos para paredes

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15102:2008. Revestimientos decorativos para paredes. Revestimientos en forma de rollos y paneles. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 8.14. Revocos exteriores y enlucidos interiores basados en ligantes orgánicos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15824:2010. Especificaciones para revocos exteriores y enlucidos interiores basados en ligantes orgánicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 8.15. Kits de revestimientos impermeables para suelos y/o paredes de piezas húmedas

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 022-1. Kits de revestimientos impermeables para suelos y/o paredes de piezas húmedas. Parte 1: Revestimientos aplicados en forma líquida con o sin superficies de protección para uso transitable. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

## 9. PRODUCTOS PARA SELLADO DE JUNTAS

- 9.1. Productos de sellado aplicados en caliente

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14188-1:2005. Productos para sellado de juntas. Parte 1: Especificaciones para productos de sellado aplicados en caliente. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 9.2. Productos de sellado aplicados en frío

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14188-2:2005. Productos para sellado de juntas. Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 9.3. Juntas prefabricadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14188-3:2007. Productos para sellado de juntas. Parte 3: Especificaciones para juntas prefabricadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

## 10. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

- 10.1. Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13229:2002, desde el 1 de junio de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13229/A1:2003, desde el 1 de julio de 2007, normas de aplicación: UNE-EN 13229:2002/A2:2005 y UNE-EN 13229/AC:2006 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13229:2002/A2:2005/AC:2007. Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 10.2. Estufas que utilizan combustibles sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2007, normas de aplicación: UNE-EN 13240:2002 y UNE-EN 13240:2002/A2:2005, desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13240:2002/AC:2006 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13240:2002/A2:2005/AC:2007. Estufas que utilizan combustibles sólidos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 10.3. Estufas para combustibles líquidos, con quemadores de vaporización y conductos de evacuación de humos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Normas de aplicación: UNE-EN 1:1999 y UNE-EN 1:1999/A1:2008. Estufas para combustibles líquidos, con quemadores de vaporización y conductos de evacuación de humos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 10.4. Calderas domésticas independientes que utilizan combustible sólido

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2007, normas de aplicación: UNE-EN 12809:2002 y UNE-EN 12809:2002/A1:2005, desde el 1 de enero de 2008, normas de aplicación: UNE-EN 12809/AC:2006 y UNE-EN 12809:2002/A1:2005/AC:2007. Calderas domésticas independientes que utilizan combustible sólido. Potencia térmica nominal inferior o igual a 50 Kw. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 10.5. Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a una temperatura inferior a 120 °C

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 14037-1:2003. Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a una temperatura inferior a 120 °C. Parte 1: Requisitos y especificaciones técnicas. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 10.6. Radiadores y convectores

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre 2005. Normas de aplicación: UNE-EN 442-1:1996 y UNE-EN 442-1:1996/A1:2004. Radiadores y convectores. Parte 1: Especificaciones y requisitos técnicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3. En la documentación comercial adjunta (catálogo u otra publicación correspondiente al aparato de calefacción) el fabricante, además del marcado CE, incluirá una copia de la declaración CE de conformidad (apartado ZA.2.2 del Anexo ZA de la norma UNE-EN 442-1:1996).

- 10.7. Tubos radiantes suspendidos con monoquemador

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 416-1:2009. Tubos radiantes suspendidos con monoquemador que utilizan combustibles gaseosos para uso no doméstico. Parte 1: Seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 10.8. Tubos radiantes suspendidos con multiquemador

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 777-1:2009. Tubos radiantes suspendidos con multiquemador que utilizan combustibles gaseosos para uso no doméstico. Parte 1: Sistema D, seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 777-2:2009. Tubos radiantes suspendidos con multiquemador que utilizan combustibles gaseosos para uso no doméstico. Parte 2: Sistema E, seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 777-3:2009. Tubos radiantes suspendidos con multiquemador que utilizan combustibles gaseosos para uso no doméstico. Parte 3: Sistema F, seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 777-4:2009. Tubos radiantes suspendidos con multiquemador que utilizan combustibles gaseosos para uso no doméstico. Parte 4: Sistema H, seguridad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 10.9. Generadores de aire caliente por convección forzados para la calefacción de locales de uso doméstico, sin ventilador

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 778:2010. Generadores de aire caliente por convección forzados, que utilizan los combustibles gaseosos, para la calefacción de locales de uso doméstico, de consumo calorífico nominal inferior o igual a 70 kW, sin ventilador para ayuda de la entrada de aire comburente y/o evacuación de los productos de combustión. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 10.10. Generadores de aire caliente por convección forzada para la calefacción de locales de uso doméstico, que incorporan quemadores con ventilador

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 1319:2009. Generadores de aire caliente por convección forzada, que funcionan con combustibles gaseosos, para la calefacción de locales de uso doméstico, que incorporan quemadores con ventilador de consumo calorífico inferior o igual a 70 kW. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 10.11. Generadores de aire caliente por convección forzada para la calefacción de locales de uso no doméstico, sin ventilador

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 621:2010. Generadores de aire caliente por convección forzada, que funcionan con combustibles gaseosos, para la calefacción de locales de uso no doméstico, de consumo calorífico inferior o igual a 300 kW, sin ventilador para ayuda de la alimentación de aire comburente y/o la evacuación de los productos de combustión. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 10.12. Generadores de aire caliente por convección forzada para la calefacción de locales de uso no doméstico, que incorporan un ventilador

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 1020:2009. Generadores de aire caliente por convección forzada, que funcionan con combustibles gaseosos, para la calefacción de locales de uso no doméstico, de consumo calorífico inferior o igual a 300 kW, que incorporan un ventilador para ayuda de la alimentación de aire comburente y/o la evacuación de los productos de combustión. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

- 10.13. Aparatos de calefacción doméstica alimentados con pellets de madera

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 14785:2007. Aparatos de calefacción doméstica alimentados con pellets de madera. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 10.14. Aparatos con liberación lenta de calor alimentados con combustibles sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 15250:2008. Aparatos con liberación lenta de calor alimentados con combustibles sólidos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

## **11. INSTALACIÓN DE DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS**

- 11.1. Sistemas separadores para líquidos ligeros

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 858-1:2002 y UNE-EN 858-1/A1:2005. Sistemas separadores para líquidos ligeros (por ejemplo aceite y petróleo). Parte 1: Principios de diseño de producto, características y ensayo, marcado y control de calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 11.2. Depósitos estáticos de materiales termoplásticos para el almacenamiento aéreo de carburantes, queroseno y combustibles diesel para calefacción doméstica

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 13341:2005. Depósitos estáticos de materiales termoplásticos para el almacenamiento aéreo de carburantes, queroseno y combustibles diesel para calefacción doméstica. Depósitos de polietileno moldeados por soplado y por moldeo rotacional y de poliamida 6 fabricados por polimerización aniónica. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 11.3. Dispositivos de prevención del rebosamiento para tanques estáticos para combustibles petrolíferos líquidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13616:2005 y desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 13616:2005/AC:2006. Dispositivos de prevención del rebosamiento para tanques estáticos para combustibles petrolíferos líquidos. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 11.4. Tanques horizontales cilíndricos, de pared simple o de pared doble, para el almacenamiento por encima del suelo de líquidos inflamables y no inflamables contaminantes del agua

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2008. Normas de aplicación: UNE-EN 12285-2:2005 y UNE-EN 12285-2:2005 ERRATUM:2006. Tanques de acero fabricados en taller. Parte 2: Tanques horizontales cilíndricos, de pared simple o de pared doble, para el almacenamiento por encima del suelo de líquidos inflamables y no inflamables contaminantes del agua. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

## **12. INSTALACIÓN DE GAS**

- 12.1. Juntas elastoméricas. Materiales de juntas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 682:2002. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales de juntas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 12.2. Sistemas de detección de fugas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 13160-1:2003. Sistemas de detección de fugas. Parte 1: Principios generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 12.3. Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para conducciones de gas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 969:2009. Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para conducciones de gas. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 12.4. Tubería flexible metálica corrugada de seguridad para la conexión de aparatos domésticos que utilizan combustibles gaseosos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14800:2008. Tubería flexible metálica corrugada de seguridad para la conexión de aparatos domésticos que utilizan combustibles gaseosos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

- 12.5. Válvula de conexión de seguridad para tubos flexibles metálicos destinados a la unión de aparatos de uso doméstico que utilizan combustibles gaseosos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 15069:2009. Válvula de conexión de seguridad para tubos flexibles metálicos destinados a la unión de aparatos de uso doméstico que utilizan combustibles gaseosos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.



### 13. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

- 13.1. Columnas y báculos de alumbrado de hormigón armado y hormigón pretensado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 40-4:2006 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 40-4:2006/AC:2009. Columnas y báculos de alumbrado. Parte 4: Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de hormigón armado y hormigón pretensado. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 13.2. Columnas y báculos de alumbrado de acero

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 40-5:2003. Columnas y báculos de alumbrado. Parte 5: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 13.3. Columnas y báculos de alumbrado de aluminio

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 40-6:2003. Columnas y báculos de alumbrado. Parte 6: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado de aluminio. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 13.4. Columnas y báculos de alumbrado de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 40-7:2003. Columnas y báculos de alumbrado. Parte 7: Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### 14. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y DRENAJE

- 14.1. Tubos

- 14.1.1. Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 295-10:2005. Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 10: Requisitos obligatorios. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.1.2. Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento. Pasos de hombre y cámaras de inspección

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 588-2:2002. Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento. Parte 2: Pasos de hombre y cámaras de inspección. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.1.3. Tubos y accesorios de acero galvanizado en caliente soldados longitudinalmente con manguito acoplable para canalización de aguas residuales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 1123-1:2000 y UNE-EN 1123-1:2000/A1:2005. Tubos y accesorios de acero galvanizado en caliente soldados longitudinalmente con manguito acoplable para canalización de aguas residuales. Parte 1: Requisitos, ensayos, control de calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.1.4. Tubos y accesorios de acero inoxidable soldados longitudinalmente, con manguito acoplable para canalización de aguas residuales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 1124-1:2000 y UNE-EN 1124-1:2000/A1:2005. Tubos y accesorios de acero inoxidable soldados longitudinalmente, con manguito acoplable para canalización de aguas residuales. Parte 1: Requisitos, ensayos, control de calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.1.5. Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2009, normas de aplicación: UNE-EN 877:2000 y UNE-EN 877:2000/A1:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 877:2000/A1:2007/AC:2008. Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 14.1.6. Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 598:2008+A1:2009. Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

• 14.2. Pozos de registro

– 14.2.1. Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1917:2008. Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 14.2.2. Pates para pozos de registro enterrados

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13101:2003. Pates para pozos de registro enterrados. Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 14.2.3. Escaleras fijas para pozos de registro

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 14396:2004. Escaleras fijas para pozos de registro. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

• 14.3. Plantas elevadoras de aguas residuales

– 14.3.1. Plantas elevadoras de aguas residuales que contienen materias fecales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 12050-1:2001. Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo. Parte 1: Plantas elevadoras de aguas residuales que contienen materias fecales. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 14.3.2. Plantas elevadoras de aguas residuales que no contienen materias fecales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 12050-2:2001. Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo. Parte 2: Plantas elevadoras de aguas residuales que no contienen materias fecales. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 14.3.3. Plantas elevadoras de aguas residuales que contienen materias fecales para aplicaciones limitadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 12050-3:2001. Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo. Parte 3: Plantas elevadoras de aguas residuales que contienen materias fecales para aplicaciones limitadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

• 14.4. Válvulas

– 14.4.1. Válvulas de retención para aguas residuales que no contienen materias fecales y para aguas residuales que contienen materias fecales en plantas elevadoras de aguas residuales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 12050-4:2001. Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo. Parte 4: Válvulas de retención para aguas residuales que no contienen materias fecales y para aguas residuales que contienen materias fecales. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 14.4.2. Válvulas equilibradoras de presión para sistemas de desagüe

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 12380:2003. Válvulas equilibradoras de presión para sistemas de desagüe. Requisitos, métodos de ensayo y evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

• 14.5. Canales de desagüe para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos



Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 1433:2003 y desde el 1 de enero de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 1433:2003/A1:2005. Canales de desagüe para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Clasificación, requisitos de diseño y de ensayo, marcado y evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 14.6. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales

- 14.6.1. Fosas sépticas prefabricadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Normas de aplicación: UNE-EN 12566-1:2000 y UNE-EN 12566-1/A1:2004. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 1: Fosas sépticas prefabricadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 14.6.2. Fosas sépticas montadas en su destino a partir de conjuntos prefabricados

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 12566-4:2008. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 4: Fosas sépticas montadas en su destino a partir de conjuntos prefabricados. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 14.6.3. Plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 12566-3:2006+A1:2009. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 3: Plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- 14.7. Dispositivos antiinundación para edificios

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13564-1:2003. Dispositivos antiinundación para edificios. Parte 1: Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.8. Juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje

- 14.8.1. Caucho vulcanizado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 681-1:1996, desde el 1 de enero de 2004, normas de aplicación: UNE-EN 681-1:1996/A1:1999 y UNE-EN 681-1:1996/A2:2002 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 681-1:1996/A3:2006. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.8.2. Elastómeros termoplásticos

Marcado CE obligatorio desde 1 de enero de 2004, normas de aplicación: UNE-EN 681-2:2001 y UNE-EN 681-2:2001/A1:2002 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 681-2:2001/A2:2006. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 2: Elastómeros termoplásticos. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.8.3. Materiales celulares de caucho vulcanizado

Marcado CE obligatorio desde 1 de enero de 2004. Normas de aplicación: UNE-EN 681-3:2001 y UNE-EN 681-3:2001/A1:2002. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 3: Materiales celulares de caucho vulcanizado. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.8.4. Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2004. Normas de aplicación: UNE-EN 681-4:2001 y UNE-EN 681-4:2001/A1:2002. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 4: Elementos de estanquidad de poliuretano moldeado. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 14.9. Separadores de grasas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 1825-1:2005 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 1825-1:2005/AC:2006. Separadores de grasas. Parte 1: Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado y control de calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 14.10. Adhesivos para sistemas de canalización en materiales termoplásticos sin presión

Marcado CE obligado desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14680:2007. Adhesivos para sistemas de canalización en materiales termoplásticos sin presión. Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

## **15. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS**

- 15.1. Inodoros y conjuntos de inodoros con sifón incorporado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 997:2004 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 997:2004/A1:2007. Inodoros y conjuntos de inodoros con sifón incorporado. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.2. Urinarios murales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 13407:2007. Urinarios murales. Requisitos funcionales y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.3. Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2007. Normas de aplicación: UNE-EN 10224:2003 y UNE-EN 10224:2003/A1:2006. Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano. Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.4. Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos incluido agua para el consumo humano

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 10311:2006. Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos incluido agua para el consumo humano. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.5. Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos incluyendo agua para el consumo humano

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2007. Normas de aplicación: UNE-EN 10312:2003 y UNE-EN 10312:2003/A1:2006. Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos incluyendo agua para el consumo humano. Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.6. Bañeras de hidromasaje

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 12764:2005+A1:2008. Aparatos sanitarios. Especificaciones para bañeras de hidromasaje. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.7. Fregaderos de cocina

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13310:2003. Fregaderos de cocina. Requisitos funcionales y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.8. Bidets

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14528:2007. Bidets. Requisitos funcionales y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.9. Cubetas de lavado comunes para usos domésticos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14296:2006. Cubetas de lavado comunes para usos domésticos. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.10. Mamparas de ducha

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14428:2005+A1:2008. Mamparas de ducha. Requisitos funcionales y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.11. Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2010. Normas de aplicación: UNE-EN 1057:2007+A1:2010. Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 15.12. Lavabos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14688:2007. Aparatos sanitarios. Lavabos. Requisitos funcionales y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 15.13. Adhesivos para sistemas de canalización de materiales termoplásticos para fluidos líquidos a presión

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14814:2007. Adhesivos para sistemas de canalización de materiales termoplásticos para fluidos líquidos a presión. Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

## **16. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN**

- 16.1. Sistemas para el control de humos y de calor

### – 16.1.1. Cortinas de humo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2008. Normas de aplicación: UNE-EN 12101-1:2007 y UNE-EN 12101-1:2007/A1:2007. Sistemas para el control de humos y de calor. Parte 1: Especificaciones para cortinas de humo. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### – 16.1.2. Aireadores de extracción natural de extracción de humos y calor

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12101-2:2004. Sistemas para el control de humos y de calor. Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de extracción de humos y calor. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### – 16.1.3. Aireadores extractores de humos y calor mecánicos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2005, norma de aplicación: UNE-EN 12101-3:2002 y desde el 1 de enero de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 12101-3:2002/AC:2006. Sistemas de control de humos y calor. Parte 3: Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### – 16.1.4. Sistemas de presión diferencial. Equipos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12101-6:2006. Sistemas para control de humos y de calor. Parte 6: Sistemas de presión diferencial. Equipos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### – 16.1.5. Suministro de energía

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de mayo de 2012. Norma de aplicación: UNE-EN 12101-10:2007. Sistemas de control de humos y calor. Parte 10: Suministro de energía. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### – 16.1.6. Alarmas de humo autónomas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 14604:2006 y desde el 1 de agosto de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 14604:2006/AC:2009. Alarmas de humo autónomas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

- 16.2. Chimeneas

### – 16.2.1. Chimeneas con conductos de humo de arcilla o cerámicos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 13063-1:2006+A1:2008. Chimeneas. Chimeneas con conductos de humo de arcilla o cerámicos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para resistencia al hollín. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13063-2:2006+A1:2008. Chimeneas. Chimeneas con conductos de humo de arcilla o cerámicos. Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo en condiciones húmedas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13063-3:2008. Chimeneas. Chimeneas con conductos interiores de arcilla o cerámicos. Parte 3: Requisitos y métodos de ensayo para chimeneas con sistema de tiro de aire. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 16.2.2. Paredes exteriores de arcilla o cerámicas para chimeneas modulares

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13069:2006. Chimeneas. Paredes exteriores de arcilla o cerámicas para chimeneas modulares. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.3. Materiales para conductos de ladrillo de chimeneas industriales autoportantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13084-5:2006. Chimeneas industriales autoportantes. Parte 5: Materiales para conductos de ladrillo. Especificación del producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.4. Construcciones cilíndricas de acero de uso en chimeneas de pared simple de acero y revestimientos de acero de chimeneas autoportantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 13084-7:2006 y desde el 1 de agosto de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13084-7:2006/AC:2009. Chimeneas autoportantes. Parte 7: Especificaciones de producto para construcciones cilíndricas de acero de uso en chimeneas de pared simple de acero y revestimientos de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.5. Conductos de humo de arcilla o cerámicos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 1457:2003 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 1457:2003/AC:2007 V2. Chimeneas. Conductos de humo de arcilla o cerámicos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.6. Chimeneas metálicas modulares

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 1856-1:2010. Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 16.2.7. Conductos interiores y conductos de unión metálicos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 1856-2:2010. Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.8. Conductos interiores de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1857:2004+A1:2008. Chimeneas. Componentes. Conductos interiores de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.9. Bloques para conductos de humo de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1858:2010. Chimeneas. Componentes. Bloques para conductos de humo de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.10. Elementos de pared exterior de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12446:2003. Chimeneas. Componentes. Elementos de pared exterior de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.11. Terminales de los conductos de humos arcillosos/cerámicos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13502:2003. Chimeneas. Terminales de los conductos de humos arcillosos/cerámicos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 16.2.12. Chimeneas con conductos de humo de material plástico

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14471:2006. Chimeneas. Requisitos y métodos de ensayo para sistemas de chimeneas con conductos de humo de material plástico. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 16.2.13. Bloques para conductos de humo de arcilla o cerámicos para chimeneas de pared simple

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 1806:2008. Chimeneas. Bloques para conductos de humo de arcilla o cerámicos para chimeneas de pared simple. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.14. Terminales verticales para calderas tipo C6

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14989-1:2008. Chimeneas. Requisitos y métodos de ensayo para chimeneas metálicas y conductos de suministro de aire independientes del material para calderas estancas. Parte 1: Terminales verticales para calderas tipo C6. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 16.2.15. Conductos de humos y de suministro de aire para calderas estancas individuales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14989-2:2010. Chimeneas y sistemas de conductos de suministro de aire para calderas estancas. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Conductos de humos y de suministro de aire para calderas estancas individuales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

## **17. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **• 17.1. Productos de protección contra el fuego**

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 018-1. Productos de protección contra el fuego. Parte 1: General. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 018-2. Productos de protección contra el fuego. Parte 2: Pinturas reactivas para la protección contra el fuego de elementos de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 018-3. Productos de protección contra el fuego. Parte 3: Productos y kits de sistemas de revoco para aplicaciones de protección contra el fuego. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 018-4. Productos de protección contra el fuego. Parte 4: Productos y kits para protección contra el fuego a base de paneles rígidos y semirrígidos, y mantas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

### **• 17.2. Hidrantes**

#### **– 17.2.1. Hidrantes bajo tierra**

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14339:2006. Hidrantes contra incendio bajo tierra. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

#### **– 17.2.2. Hidrantes**

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14384:2006. Hidrantes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### **• 17.3. Sistemas de detección y alarma de incendios**

#### **– 17.3.1. Dispositivos de alarma de incendios acústicos**



Marcado CE obligatorio desde el 30 de junio de 2005, normas de aplicación: UNE-EN 54-3:2001 y UNE-EN 54-3/A1:2002 y desde el 1 de junio de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 54-3:2001/A2:2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 3: Dispositivos de alarma de incendios. Dispositivos acústicos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.2. Dispositivos de alarma de fuego. Alarmas visuales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2013. Norma de aplicación: UNE-EN 54-23:2010. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 23: dispositivos de alarma de fuego - Alarmas visuales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.3. Equipos de suministro de alimentación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2005, normas de aplicación: EN 54-4:1997, adoptada como UNE 23007-4:1998 y EN 54-4/AC:1999, adoptada como UNE 23007-4:1998/ERRATUM:1999 y desde el 1 de agosto de 2009, normas de aplicación: EN 54-4/A1:2003, adoptada como UNE 23007-4:1998/1M:2003 y EN 54-4:1997/A2:2007, adoptada como UNE 23007-4:1998/2M:2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.4. Detectores de calor puntuales

Marcado CE obligatorio desde el 30 de junio de 2005. Normas de aplicación: UNE-EN 54-5:2001 y UNE-EN 54-5/A1:2002. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.5. Detectores de humo puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización

Marcado CE obligatorio desde el 30 de junio de 2005, normas de aplicación: UNE-EN 54-7:2001, UNE-EN 54-7/A1:2002 y desde el 1 de agosto de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 54-7:2001/A2:2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 7: Detectores de humo. Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.6. Detectores de llama puntuales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2008. Normas de aplicación: UNE-EN 54-10:2002 y UNE-EN 54-10:2002/A1:2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 10: Detectores de llama. Detectores puntuales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.7. Pulsadores manuales de alarma

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2008, normas de aplicación: UNE-EN 54-11:2001 y UNE-EN 54-11:2001/A1: 2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 11: Pulsadores manuales de alarma. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.8. Detectores de humo de línea que utilizan un haz óptico de luz

Marcado CE obligatorio desde el 31 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 54-12:2003. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 12: Detectores de humo. Detectores de línea que utilizan un haz óptico de luz. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.9. Aisladores de cortocircuito

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 54-17:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 54-17:2007/AC:2010. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 17: Aisladores de cortocircuito. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.10. Dispositivos de entrada/salida

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 54-18:2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 18: Dispositivos de entrada/salida. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.11. Detectores de aspiración de humos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 54-20:2007 y desde el 1 de agosto de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 54-20:2007/AC:2009. Sistemas de

detección y alarma de incendios. Parte 20: Detectores de aspiración de humos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.12. Equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 54-21:2007. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 21: Equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.13. Equipos de control e indicación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2009. Normas de aplicación: EN 54-2:1997, adoptada como UNE 23007-2:1998, UNE-EN 54-2:1997/A1:2006, adoptada como UNE 23007-2:1998/1M:2008 y EN 54-2:1997/AC:1999, adoptada como UNE 23007-2:1998/ERRATUM:2004. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.14. Control de alarma por voz y equipos indicadores

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 54-16:2010. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 16: Control de alarma por voz y equipos indicadores. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.15. Componentes de los sistemas de alarma por voz. Altavoces

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 54-24:2010. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 24: Componentes de los sistemas de alarma por voz. Altavoces. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.3.16. Componentes que utilizan enlaces radioeléctricos

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de abril de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 54-25:2009. Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 25: Componentes que utilizan enlaces radioeléctricos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

• 17.4. Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras

– 17.4.1. Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 671-1:2001 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 671-1:2001/AC:2009. Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.4.2. Bocas de incendio equipadas con mangueras planas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 671-2:2001 y desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 671-2:2001/A1:2005. Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

• 17.5. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos

– 17.5.1. Dispositivos automáticos y eléctricos de control y retardo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-1:2004. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos automáticos y eléctricos de control y retardo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.2. Dispositivos automáticos no eléctricos de control y de retardo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-2:2004. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos automáticos no eléctricos de control y de retardo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.3. Dispositivos manuales de disparo y de paro



Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-3:2003. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 3: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos manuales de disparo y de paro. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.4. Conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-4:2005. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 4: Requisitos y métodos de ensayo para los conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.5. Válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO2

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-5:2007. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO2. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.6. Dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO2

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-6:2007. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 6: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO2. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.7. Difusores para sistemas de CO2

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 12094-7:2001 y desde el 1 de noviembre de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 12094-7:2001/A1:2005. Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 7: Requisitos y métodos de ensayo para difusores para sistemas de CO2. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.8. Conectores

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-8:2007. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 8: Requisitos y métodos de ensayo para conectores. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.9. Detectores especiales de incendios

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-9:2003. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 9: Requisitos y métodos de ensayo para detectores especiales de incendios. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.10. Presostatos y manómetros

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-10:2004. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 10: Requisitos y métodos de ensayo para presostatos y manómetros. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.11. Dispositivos mecánicos de pesaje

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-11:2003. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 11: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos mecánicos de pesaje. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.12. Dispositivos neumáticos de alarma

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-12:2004. Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción

mediante agentes gaseosos. Parte 12: Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos neumáticos de alarma. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.5.13. Válvulas de retención y válvulas antirretorno

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 12094-13:2001 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 12094-13/AC:2002. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 13: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas de retención y válvulas antirretorno. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

• 17.6. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada

– 17.6.1. Rociadores automáticos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005, norma de aplicación: UNE-EN 12259-1:2002, desde el 1 de marzo de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 12259-1:2002/A2:2005 y desde el 1 de noviembre de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 12259-1:2002/A3:2007. Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.6.2. Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007, normas de aplicación: UNE-EN 12259-2:2000, UNE-EN 12259-2/A1:2001 y UNE-EN 12259-2:2000/A2:2007, desde el 1 de junio de 2005, norma de aplicación: UNE-EN 12259-2/AC:2002. Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 2: Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.6.3. Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Normas de aplicación: UNE-EN 12259-3:2001, UNE-EN 12259-3:2001/A1:2001 y UNE-EN 12259-3:2001/A2:2007. Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 3: Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.6.4. Alarmas hidromecánicas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2004. Normas de aplicación: UNE-EN 12259-4:2000 y UNE-EN 12259-4:2000/A1:2001. Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 4: Alarmas hidromecánicas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 17.6.5. Detectores de flujo de agua

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12259-5:2003. Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 5: Detectores de flujo de agua. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

• 17.7. Productos cortafuego y de sellado contra el fuego

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 026-1. Productos cortafuego y de sellado contra el fuego. Parte 1: General. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 026-2 Productos cortafuego y de sellado contra el fuego. Parte 2: Sellado de penetraciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 026-3 Productos cortafuego y de sellado contra el fuego. Parte 3: Sellado de juntas y aberturas lineales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

## **18. KITS DE CONSTRUCCIÓN**

• 18.1. Edificios prefabricados

– 18.1.1. De estructura de madera

Norma de aplicación: Guía DITE N° 007. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de madera. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 18.1.2. De estructura de troncos

Norma de aplicación: Guía DITE N° 012. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de troncos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 18.1.3. De estructura de hormigón

Norma de aplicación: Guía DITE N° 024. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 18.1.4. De estructura metálica

Norma de aplicación: Guía DITE N° 025. Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura metálica. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 18.1.5. Almacenes frigoríficos

Norma de aplicación: Guía DITE N° 021-1. Kits de construcción de almacenes frigoríficos. Parte 1: Kits de cámaras frigoríficas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 021-2. Kits de construcción de almacenes frigoríficos. Parte 2: Kits de edificios frigoríficos y de la envolvente de edificios frigoríficos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

– 18.1.6. Unidades prefabricadas de construcción de edificios

Norma de aplicación: Guía DITE N° 023. Unidades prefabricadas de construcción de edificios. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

## **19. OTROS (Clasificación por material)**

### • 19.1. Hormigones, morteros y componentes

– 19.1.1. Cementos comunes\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2002, normas de aplicación: UNE-EN 197-1:2000 y UNE-EN 197-1:2002 ERRATUM, desde el 1 de febrero de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 197-1/A1:2005 y desde el 1 de abril de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 197-1:2000/A3:2008. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.2. Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 197-4:2005 Cemento. Parte 4: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.3. Cementos de albañilería

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 413-1:2005. Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.4. Cemento de aluminato cálcico

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14647:2006. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.5. Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.6. Cementos supersulfatados

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de noviembre de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15743:2010. Cementos supersulfatados. Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.7. Cenizas volantes para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 450-1:2006+A1:2008. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

– 19.1.8. Cales para la construcción\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2003, norma de aplicación: UNE-EN 459-1:2002 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 459-1:2002/AC:2002. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

– 19.1.9. Aditivos para hormigones\*

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 934-2:2010. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.1.10. Aditivos para morteros para albañilería

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de mayo de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 934-3:2010. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.1.11. Aditivos para pastas para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de marzo de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 934-4:2010. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 4: Aditivos para pastas para tendones de pretensado. Definiciones, especificaciones, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.1.12. Aditivos para hormigón proyectado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 934-5:2009. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 5: Aditivos para hormigón proyectado. Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.1.13. Morteros para revoco y enlucido\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005, norma de aplicación: UNE EN 998-1:2003 y desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 998-1:2003/AC:2006. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 19.1.14. Morteros para albañilería\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 998-2:2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 19.1.15. Áridos para hormigón\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 12620:2003+A1:2009. Áridos para hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4. El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 19.1.16. Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 13055-1:2003 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 13055-1/AC:2004. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4. El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias

específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 19.1.17. Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-2:2005. Áridos ligeros. Parte 2: Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4. El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad 4.

- 19.1.18. Áridos para morteros\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004, norma de aplicación: UNE-EN 13139:2003 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 13139/AC:2004. Áridos para morteros. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4. El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad 4.

- 19.1.19. Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para su uso en capas estructurales de firmes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13242:2003+A1:2008. Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para su uso en capas estructurales de firmes. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4. El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad 4.

- 19.1.20. Humo de sílice para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 13263-1:2006+A1:2009. Humo de sílice para hormigón. Definiciones, requisitos y control de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

- 19.1.21. Aglomerantes, aglomerantes compuestos y mezclas hechas en fábrica para suelos autonivelantes a base de sulfato de calcio

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13454-1:2006. Aglomerantes, aglomerantes compuestos y mezclas hechas en fábrica para suelos autonivelantes a base de sulfato de calcio. Parte 1: Definiciones y especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 19.1.22. Aglomerantes para soleras continuas de magnesia. Magnesia cáustica y cloruro de magnesio

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 14016-1:2006. Aglomerantes para soleras continuas de magnesia. Magnesia cáustica y cloruro de magnesio. Parte 1: Definiciones y especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.1.23. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 12878:2007+ERRATUM y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 12878:2007/AC:2007. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- 19.1.24. Fibras de acero para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-1:2008. Fibras para hormigón. Parte 1: Fibras de acero. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.



– 19.1.25. Fibras poliméricas para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-2:2008. Fibras para hormigón. Parte 2: Fibras poliméricas. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

– 19.1.26. Escorias granuladas molidas de horno alto para su uso en hormigones, morteros y pastas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 15167-1:2008. Escorias granuladas molidas de horno alto para su uso en hormigones, morteros y pastas. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

• 19.2. Yeso y derivados

– 19.2.1. Placas de yeso laminado\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 520:2005+A1:2010. Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.2.2. Paneles de yeso\*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 12859:2009. Paneles de yeso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 19.2.3. Paneles transformados con placas de yeso laminado con alma celular de cartón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 13915:2009. Paneles transformados con placas de yeso laminado con alma celular de cartón. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.2.4. Adhesivos a base de yeso para paneles de yeso

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2003. Normas de aplicación: UNE-EN 12860:2001 y UNE-EN 12860:2001/ERRATUM:2002 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 12860:2001/AC:2002. Adhesivos a base de yeso para paneles de yeso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 19.2.5. Yeso de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción \*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13279-1:2009. Yeso de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.2.6. Paneles compuestos de cartón yeso aislantes térmico/acústicos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13950:2006. Paneles compuestos de cartón yeso aislantes térmico/acústicos. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.2.7. Material para juntas para placas de yeso laminado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13963:2006. Material para juntas para placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.2.8. Productos de placas de yeso laminado de procesamiento secundario

Marcado CE obligatorio desde 1 de abril de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14190:2006. Productos de placas de yeso laminado de procesamiento secundario. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.2.9. Molduras de yeso prefabricadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14209:2006. Molduras de yeso prefabricadas. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.2.10. Adhesivos a base de yeso para aislamiento térmico/acústico de paneles de composite y placas de yeso

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14496:2006. Adhesivos a base de yeso para aislamiento térmico/acústico de paneles de composite y placas de yeso. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.2.11. Materiales en yeso fibroso

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 13815:2007. Materiales en yeso fibroso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

- 19.2.12. Guardavivos y perfiles metálicos para placas de yeso laminado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14353:2009+A1:2010. Guardavivos y perfiles metálicos para placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.2.13. Elementos de fijación mecánica para sistemas de placas de yeso laminado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14566+A1:2009. Elementos de fijación mecánica para sistemas de placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- 19.2.14. Placas de yeso laminado reforzadas con tejido de fibra

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15283-1+A1:2009. Placas de yeso laminado reforzadas con fibras. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Placas de yeso laminado reforzadas con tejido de fibra. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.2.15. Placas de yeso laminado con fibras

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 15283-2+A1:2009. Placas de yeso laminado reforzadas con fibras. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Placas de yeso laminado con fibras de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.3. Fibrocemento

- 19.3.1. Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y piezas complementarias

Marcado CE obligatorio desde 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 494:2005+A3:2007. Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y piezas complementarias. Especificaciones de producto y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.3.2. Plaquetas de fibrocemento y piezas complementarias

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 492:2005 y desde el 1 de julio de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 492:2005/A2:2007. Plaquetas de fibrocemento y piezas complementarias. Especificaciones de producto y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.3.3. Placas planas de fibrocemento

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 12467:2006 y desde el 1 de julio de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 12467:2006/A2:2007. Placas planas de fibrocemento. Especificaciones del producto y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

- 19.4. Prefabricados de hormigón

- 19.4.1. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 1520:2003 y desde el 1 de agosto de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 1520/AC:2004. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.



– 19.4.2. Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Normas de aplicación: UNE-EN 1916:2008 y UNE 127916:2004. Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 19.4.3. Elementos para vallas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 12839:2001. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para vallas. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– 19.4.4. Mástiles y postes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12843:2005. Productos prefabricados de hormigón. Mástiles y postes. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.4.5. Garajes prefabricados de hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 13978-1:2006. Productos prefabricados de hormigón. Garajes prefabricados de hormigón. Parte 1: Requisitos para garajes reforzados de una pieza o formados por elementos individuales con dimensiones de una habitación. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.4.6. Marcos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14844:2007+A1:2008. Productos prefabricados de hormigón. Marcos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

– 19.4.7. Rejillas de suelo para ganado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 12737:2006+A1:2008. Productos prefabricados de hormigón. Rejillas de suelo para ganado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

• 19.5. Acero

– 19.5.1. Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 10210-1:2007. Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.5.2. Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 10219-1:2007. Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.5.3. Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Normas de aplicación: UNE-EN 14195:2005 y UNE-EN 14195:2005/AC:2006. Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.5.4. Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 10255:2005+A1:2008. Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 3/4.

– 19.5.5. Aceros para temple y revenido

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 10343:2010. Aceros para temple y revenido para su uso en la construcción. Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.5.6. Aceros inoxidables. Chapas y bandas de aceros resistentes a la corrosión

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 10088-4:2010. Aceros inoxidables. Parte 4: Condiciones técnicas de suministro para chapas y bandas de aceros resistentes a la corrosión para usos en construcción. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.5.7. Aceros inoxidables. Barras, alambrón, alambre, perfiles y productos brillantes de aceros resistentes a la corrosión

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 10088-5:2010. Aceros inoxidables. Parte 5: Condiciones técnicas de suministro para barras, alambrón, alambre, perfiles y productos brillantes de aceros resistentes a la corrosión para usos en construcción. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

#### • 19.6. Aluminio

– 19.6.1. Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 15088:2006. Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos estructurales para construcción. Condiciones técnicas de inspección y suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

#### • 19.7. Madera

– 19.7.1. Tableros derivados de la madera

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13986:2006. Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.7.2. Paneles a base de madera prefabricados portantes de caras tensionadas

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 019. Paneles a base de madera prefabricados portantes de caras tensionadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

#### • 19.8. Mezclas bituminosas

– 19.8.1. Revestimientos superficiales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 12271:2007. Revestimientos superficiales. Requisitos. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.8.2. Lechadas bituminosas

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2011. Norma de aplicación: UNE-EN 12273:2009. Lechadas bituminosas. Especificaciones. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– 19.8.3. Hormigón bituminoso

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 13108-1:2008. Mezclas bituminosas: Especificaciones de materiales. Parte 1: Hormigón bituminoso. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.8.4. Mezclas bituminosas para capas delgadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13108-2:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13108-2:2007/AC:2008. Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales: Parte 2: Mezclas bituminosas para capas delgadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.8.5. Mezclas bituminosas tipo SA

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13108-3:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13108-3:2007/AC:2008.

Mezclas bituminosas: Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.8.6. Mezclas bituminosas tipo HRA

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13108-4:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13108-4:2007/AC:2008. Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezclas bituminosas tipo HRA. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.8.7. Mezclas bituminosas tipo SMA

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13108-5:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13108-5:2007/AC:2008. Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.8.8. Másticos bituminosos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13108-6:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13108-6:2007/AC:2008. Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos bituminosos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.8.9. Mezclas bituminosas drenantes

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13108-7:2007 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13108-7:2007/AC:2008. Mezclas bituminosas. Especificaciones del material. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

• 19.9. Plásticos

– 19.9.1. Perfiles de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 13245-2:2009/AC:2010 y a partir del 1 de julio de 2011, norma de aplicación: UNE-EN 13245-2:2009. Plásticos. Perfiles de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para aplicaciones en edificación. Parte 2: Perfiles para acabados interiores y exteriores de paredes y techos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

• 19.10. Varios

– 19.10.1. Cocinas domésticas que utilizan combustibles sólidos

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2007, normas de aplicación: UNE-EN 12815:2002 y UNE-EN 12815:2002/A1:2005, desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 12815/AC:2006 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 12815:2002/A1:2005/AC:2007. Cocinas domésticas que utilizan combustibles sólidos. Requisitos y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– 19.10.2. Techos tensados

Marcado CE obligatorio desde el 1 de octubre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14716:2006. Techos tensados. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 19.10.3. Escaleras prefabricadas (Kits)

Guía DITE N° 008. Kits de escaleras prefabricadas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

– 19.10.4. Paneles compuestos ligeros autoportantes

Norma de aplicación: Guía DITE N° 016-1. Paneles compuestos ligeros autoportantes. Parte 1: Aspectos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE N° 016-2. Paneles compuestos ligeros autoportantes. Parte 2: Aspectos específicos para uso en cubiertas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 016-3. Paneles compuestos ligeros autoportantes. Parte 3: Aspectos específicos relativos a paneles para uso como cerramiento vertical exterior y como revestimiento exterior. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 016-4. Paneles compuestos ligeros autoportantes. Parte 4: Aspectos específicos relativos a paneles para uso en tabiquería y techos. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– 19.10.5. Kits de protección contra caída de rocas

Norma de aplicación: Guía DITE Nº 027. Kits de protección contra caída de rocas. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

## **2.1 Productos con información ampliada de sus características**

Relación de productos, con su referencia correspondiente, para los que se amplía la información, por considerarse oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

Índice:

- 1.2.1. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: PLACAS ALVEOLARES
- 1.2.2. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: PILOTES DE CIMENTACIÓN
- 1.2.4. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: ELEMENTOS PARA FORJADOS NERVADOS
- 1.2.5. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: ELEMENTOS ESTRUCTURALES LINEALES
- 2.1.1. PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA
- 2.1.2. PIEZAS SILICOCALCÁREAS PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA
- 2.1.3. BLOQUES DE HORMIGÓN (ÁRIDOS DENSOS Y LIGEROS) PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA
- 2.1.4. BLOQUES DE HORMIGÓN CELULAR CURADO EN AUTOCLAVE PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA
- 2.1.5. PIEZAS DE PIEDRA ARTIFICIAL PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA
- 2.1.6. PIEZAS DE PIEDRA NATURAL PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA
- 2.2.1. LLAVES, AMARRES, COLGADORES, MÉNSULAS Y ÁNGULOS
- 2.2.3. ARMADURAS DE TENDEL
- 3. PRODUCTOS AISLANTES TÉRMICOS PARA APLICACIONES EN LA EDIFICACIÓN
- 3.1.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA MINERAL (MW)
- 3.2.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)
- 3.3.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS)
- 3.4.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE ESPUMA RÍGIDA DE POLIURETANO (PUR)
- 3.5.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE ESPUMA FENÓLICA (PF)
- 3.6.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE VIDRIO CELULAR (CG)
- 3.7. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA DE MADERA (WW)
- 3.8. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE PERLITA EXPANDIDA (EPB)
- 3.9. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE CORCHO EXPANDIDO (ICB)
- 3.10. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE FIBRA DE MADERA (WF)
- 4.1. LÁMINAS FLEXIBLES PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN
- 4.1.1. LÁMINAS BITUMINOSAS CON ARMADURA PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS

- 4.1.2. LÁMINAS AUXILIARES PARA CUBIERTAS CON ELEMENTOS DISCONTINUOS
- 4.1.3. LÁMINAS AUXILIARES PARA MUROS
- 4.1.4. LÁMINAS PLÁSTICAS Y DE CAUCHO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS
- 4.1.7. LÁMINAS BITUMINOSAS PARA EL CONTROL DEL VAPOR DE AGUA
- 7.1.1. VENTANAS Y PUERTAS PEATONALES EXTERIORES
- 7.4. VIDRIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN
- 8.1.1. BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL PARA USO COMO PAVIMENTO EXTERIOR
- 8.1.4. PLACAS DE PIEDRA NATURAL PARA REVESTIMIENTOS MURALES
- 8.1.5. PLAQUETAS DE PIEDRA NATURAL
- 8.1.6. BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL PARA PAVIMENTOS Y ESCALERAS
- 8.3.1. TEJAS Y PIEZAS DE HORMIGÓN
- 8.3.3. BALDOSAS DE HORMIGÓN
- 8.3.5. BALDOSAS DE TERRAZO PARA USO INTERIOR
- 8.3.6. BALDOSAS DE TERRAZO PARA USO EXTERIOR
- 8.4.1. TEJAS DE ARCILLA COCIDA PARA COLOCACIÓN DISCONTINUA
- 8.4.3. ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS
- 8.4.4. BALDOSAS CERÁMICAS
- 8.5.1. SUELOS DE MADERA
- 19.1.1. CEMENTOS COMUNES
- 19.1.7. CALES PARA LA CONSTRUCCIÓN
- 19.1.8. ADITIVOS PARA HORMIGONES
- 19.1.12. MORTEROS PARA REVOCO Y ENLUCIDO
- 19.1.13. MORTEROS PARA ALBAÑILERÍA
- 19.1.14. ÁRIDOS PARA HORMIGÓN
- 19.1.17. ÁRIDOS PARA MORTEROS
- 19.2.1. PLACAS DE YESO LAMINADO
- 19.2.2. PANELES DE YESO
- 19.2.5. YESO DE CONSTRUCCIÓN Y CONGLOMERANTES A BASE DE YESO

#### **1.2.1. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: PLACAS ALVEOLARES**

Placas alveolares prefabricadas, por extrusión, encofrado deslizante o moldeo, para uso en forjados y cubiertas, hechas de hormigón pretensado o armado de densidad normal, de las siguientes dimensiones:

- Elementos pretensados: canto máximo: 500 mm, anchura máxima: 1200 mm.
- Elementos armados: canto máximo: 300 mm, anchura máxima sin armadura transversal: 1200 mm, anchura máxima con armado transversal: 2400 mm.

Las placas tienen canto constante, y se dividen en una placa superior e inferior (también denominadas alas), unidas por almas verticales, formando alveolos como huecos longitudinales en la sección transversal, que es constante y presente un eje vertical simétrico.

Son placas con bordes laterales provistos con un perfil longitudinal para crear una llave a cortante, para transferir el esfuerzo vertical a través de las juntas entre piezas contiguas. Para el efecto diafragma, las juntas tienen que funcionar como juntas horizontales a cortante.

Las placas se pueden usar actuando de forma conjunta con una capa de compresión estructural moldeada in situ sobre la pieza, distinguiéndose así dos tipos de forjados:

- Forjado de placa alveolar: que es el forjado hecho con placas alveolares después del macizado de las juntas.
- Forjado de placa alveolar compuesto: que es el forjado de placas alveolar complementado con una capa de compresión in situ.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 1168:2006+A2:2010. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración de la geometría, de las propiedades materiales y de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm<sup>2</sup>.

b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm<sup>2</sup>.

c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).

d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).

e. Aislamiento al ruido aéreo y transmisión del ruido por impacto: propiedades acústicas, en dB.

f. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm, y documentación técnica (datos de construcción tales como medidas, tolerancias, disposición de la armadura, recubrimiento del hormigón, condiciones de apoyo transitorias y finales previstas y condiciones de elevación).

g. Condiciones de durabilidad.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados sobre el producto terminado que pueden estar especificados:

- Deslizamiento inicial de los cordones. Sección transversal y longitudinal: medidas. Fisuras de agrietamiento, por inspección visual. Recubrimiento de hormigón, medido en bordes. Rugosidad para la resistencia a cortante. Agujeros de drenaje, en los lugares especificados. Resistencia del hormigón, sobre testigos extraídos del producto: resistencia a compresión o resistencia al agrietamiento por tracción.

### 1.2.2. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: PILOTES DE CIMENTACIÓN

Pilotes de cimentación producidos en planta como elementos de hormigón armado o pretensado, fabricados en una sola pieza o en elementos con juntas integradas en el proceso de moldeo. La sección transversal puede ser sólida o de núcleo hueco, bien prismática o bien cilíndrica. Puede asimismo ser constante a lo largo de toda la longitud del pilote o disminuir parcial o totalmente a lo largo del mismo o de sus secciones longitudinales.

Los pilotes contemplados en la norma UNE-EN 12794:2006+A1:2008 se dividen en las clases siguientes:



- Clase 1: Pilotes o elementos de pilote con armadura distribuida y/o armadura de pretensado con o sin pie de pilote agrandado.

- Clase 2: Pilotes o elementos de pilote con armadura compuesta por una única barra situada en el centro

• Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Normas de aplicación: UNE-EN 12794:2006+A1:2008 y desde el 1 de agosto de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009. Productos Prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.

- Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- Identificación: El símbolo del marcado CE irá acompañado por el número de identificación del organismo de certificación, el nombre o marca comercial, los dos últimos dígitos del año, el número de certificado de conformidad CE, referencia a esta norma, la Descripción del producto (nombre, material, dimensiones y uso previsto), la clase del pilote, la clasificación de la junta para pilotes compuestos por elementos y, cuando proceda, las propiedades correspondientes (es decir, la anchura de la separación, la capacidad portante estática calculada en compresión, tracción y flexión, y la rigidez a flexión) para pilotes compuestos e información sobre las características esenciales.

Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Resistencia a compresión del hormigón (N/mm<sup>2</sup>).

b. Resistencia última a tracción y límite elástico del acero (armado o pretensado), (N/mm<sup>2</sup>).

c. Propiedades geométricas:

c.1. Tolerancias de fabricación (mm)

- rectitud del eje del fuste del pilote

- desviación de las secciones transversales

- desviación angular (según la clase)

- corona (plana o convexa)

- desviación del eje de cualquier pie agrandado

- posición del acero de armado y pretensado

- recubrimiento de la armadura

- desviación angular (según la clase)

c.2. Dimensiones mínimas

- factor de forma (según la clase)

- dimensiones del pie agrandado

c.3. Juntas del pilote

c.4. Zapata del pie

- desviación del eje central

- desviación angular

d. Resistencia mecánica (por cálculo), (KNm, KN, KN/m).

e. Condiciones de durabilidad.

f. Rigidez de las juntas del pilote (clase).

- La resistencia mecánica puede especificarse mediante tres métodos que seleccionará el fabricante con los criterios que se indican:

- Método 1: mediante la declaración de datos geométricos y propiedades de los materiales, aplicable a productos disponibles en catálogo o en almacén.

- Método 2: declaración del valor de las propiedades del producto (resistencia última a compresión del hormigón; resistencia última a tracción del acero armado; límite elástico del acero armado; resistencia última a tracción del acero de pretensado; límite elástico convencional a tracción del 0,1 por ciento del acero de pretensado; resistencia mecánica última del pilote con la resistencia a compresión axial para algunas excentricidades, o la resistencia a compresión axial con su momento flector resistente y el esfuerzo cortante resistente de las secciones críticas; coeficientes de seguridad del hormigón y del acero empleados en el cálculo; otros Parámetro de Determinación Nacional PDN utilizados en el cálculo; condiciones de durabilidad frente a la corrosión, o las clases de exposición; clase de pilote; clasificación de la junta para pilotes compuestos por elementos y, cuando proceda, las propiedades correspondientes para pilotes compuestos por elementos; posible referencia a la documentación técnica para los datos geométricos, detalles constructivos, durabilidad y retracción por secado. Aplicable a productos prefabricados con las propiedades del producto declaradas por el fabricante.

- Método 3: mediante la declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño indicadas, aplicable a los casos restantes.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

- Ensayos:

La conformidad del producto con los requisitos pertinentes de esta norma puede ser evaluada mediante ensayos de recepción de una partida de la entrega. Si la conformidad ha sido evaluada mediante ensayos de tipo inicial o mediante un control de producción en fábrica incluido la inspección del producto, no es necesario un ensayo de recepción.

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Ensayos del hormigón.

- Medición de las dimensiones y características superficiales: medición de la perpendicularidad de la corona del pilote y de la base del pilote respecto a su eje.

- Peso de los productos.

- Verificación de la rigidez y robustez de las juntas de los pilotes mediante un ensayo de choque seguido de un ensayo de flexión.

#### **1.2.4. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: ELEMENTOS PARA FORJADOS NERVADOS**

Elementos prefabricados para forjados nervados fabricados con hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados en forjados o tejados. Los elementos constan de una placa superior y uno o más (generalmente dos) nervios que contienen la armadura longitudinal principal; también, pueden constar de una placa inferior y nervios transversales.

• Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de marzo de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 13224:2005+A1:2007. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nervados.

- Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración del valor de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

- a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm<sup>2</sup>.
- b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm<sup>2</sup>.
- c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).
- d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).
- e. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm, y documentación técnica (datos geométricos y propiedades de los materiales insertos, incluidos los datos de construcción tales como dimensiones, tolerancias, disposición de las armaduras, recubrimiento del hormigón, características superficiales (cuando sea pertinente), condiciones de apoyo transitorias y finales esperadas y condiciones del levantamiento).
- f. Condiciones de durabilidad.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Los ensayos sobre el producto terminado están regulados en la norma europea EN 13369:2004.

#### **1.2.5. PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN: ELEMENTOS ESTRUCTURALES LINEALES**

Elementos prefabricados lineales, tales como columnas, vigas y marcos, de hormigón de peso normal, armado o pretensado, empleados en la construcción de estructuras de edificios y otras obras de ingeniería civil, a excepción de los puentes.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007, norma de aplicación UNE-EN 13225:2005 y desde el 1 de enero de 2008, norma de aplicación: UNE-EN 13225:2005/AC:2007. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles y del método de marcado CE utilizado por el fabricante (método 1: declaración de datos geométricos y de las propiedades de los materiales; método 2: declaración del valor de las propiedades de producto; método 3: declaración de la conformidad con las especificaciones de diseño dadas):

- a. Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm<sup>2</sup>.
- b. Resistencia última a la tracción y límite elástico (del acero), en N/mm<sup>2</sup>.
- c. Resistencia mecánica: geometría y materiales (método 1), resistencia mecánica, en kNm, kN, kN/m (método 2), especificación de diseño (método 3).
- d. Clase R de resistencia al fuego: geometría y materiales (método 1), resistencia al fuego, en min (método 2), especificación de diseño (método 3).
- e. Detalles constructivos: propiedades geométricas, en mm y documentación técnica (datos geométricos y propiedades de los materiales insertos, incluidos los datos de construcción tales como dimensiones, tolerancias, disposición de las armaduras, recubrimiento del hormigón, condiciones de apoyo transitorias y finales esperadas y condiciones del levantamiento).
- f. Condiciones de durabilidad frente a la corrosión.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Los ensayos sobre el producto terminado están regulados en la norma europea EN 13369:2004.

### **2.1.1. PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA**

Piezas de arcilla cocida usadas en albañilería (por ejemplo fachadas vistas y revestidas, estructuras de carga y no portantes, así como muros y particiones interiores, para su uso en edificación).

Se distinguen dos grupos de piezas:

- Piezas LD, que incluyen piezas de arcilla cocida con una densidad aparente menor o igual que 1000 kg/m<sup>3</sup>, para uso en fábrica de albañilería revestida.

- Piezas HD, que comprenden:

Todas las piezas para fábrica de albañilería sin revestir.

Piezas de arcilla cocida con densidad aparente mayor que 1000 kg/m<sup>3</sup> para uso en fábricas revestidas.

#### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-1:2003 y UNE-EN 771-1/A1:2006. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+ para piezas de categoría I (piezas donde la resistencia a compresión declarada tiene una probabilidad de fallo no superior al 5%), ó 4, para piezas de categoría II (piezas que no cumplen con el nivel de confianza de los elementos de categoría I).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

#### **Piezas LD:**

a. Tipo de pieza: LD.

b. Dimensiones y tolerancias (valores medios).

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Resistencia a compresión nominal de la pieza, en N/mm<sup>2</sup>, y categoría: I ó II (en elementos con exigencias estructurales).

b. Geometría y forma.

c. Tolerancias (recorrido).

d. Densidad aparente y absoluta, en kg/m<sup>3</sup>, y tolerancias, se definen tres categorías: D1, D2, Dm.

e. Propiedades térmicas: densidad y geometría y forma (en elementos con exigencias térmicas).

f. Resistencia a la heladicidad: F0: exposición pasiva, F1: exposición moderada, F2: exposición severa.

g. Contenido de sales solubles activas (en elementos con exigencias estructurales).

h. Expansión por humedad y su justificación (en elementos con exigencias estructurales).

i. Reacción al fuego (clase) (en elementos con exigencias frente al fuego).

j. Permeabilidad al vapor de agua (para elementos exteriores).

k. Adherencia (en elementos con exigencias estructurales).

#### **Piezas HD:**

- a. Tipo de pieza: HD.
- b. Dimensiones y tolerancias (valores medios).
- c. Resistencia a la heladicidad: F0: exposición pasiva, F1: exposición moderada, F2: exposición severa.
  - Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:
    - a. Resistencia a compresión nominal de la pieza, en N/mm<sup>2</sup>, y categoría: I ó II. (en elementos con exigencias estructurales).
    - b. Geometría y forma.
    - c. Tolerancias (recorrido).
    - d. Densidad aparente y absoluta, en kg/m<sup>3</sup>, y tolerancias, se definen tres categorías: D1, D2, Dm.
    - e. Absorción de agua (en barreras anticapilaridad o en elementos exteriores con la cara vista).
    - f. Porcentaje inicial de absorción de agua (succión).
    - g. Propiedades térmicas: densidad y geometría y forma (en elementos con exigencias térmicas).
    - h. Contenido de sales solubles activas (en elementos con exigencias estructurales).
    - i. Expansión por humedad y su justificación (en elementos con exigencias estructurales).
    - j. Reacción al fuego (clase) (en elementos con exigencias frente al fuego).
    - k. Permeabilidad al vapor de agua (para elementos exteriores).
    - l. Adherencia (en elementos con exigencias estructurales).
  - Distintivos de calidad:
 

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.
  - Ensayos:
 

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

    - Para piezas LD: Dimensiones y tolerancias. Geometría y forma. Densidad aparente. Densidad absoluta. Resistencia a compresión. Resistencia térmica. Resistencia al hielo/deshielo. Expansión por humedad. Contenido de sales solubles activas. Reacción al fuego. Adherencia.
    - Para piezas HD: Dimensiones y tolerancias. Geometría y forma. Densidad aparente. Densidad absoluta. Resistencia a compresión. Resistencia térmica. Resistencia al hielo/deshielo. Absorción de agua. Succión. Expansión por humedad. Contenido de sales solubles activas. Reacción al fuego. Adherencia.
  - Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)
    - Las piezas se suministrarán a la obra sin que hayan sufrido daños en su transporte y manipulación que deterioren el aspecto de las fábricas o comprometan su durabilidad, y con la edad adecuada cuando ésta sea decisiva para que satisfagan las condiciones del pedido.
    - Se suministrarán preferentemente paletizados y empaquetados. Los paquetes no serán totalmente herméticos para permitir el intercambio de humedad con el ambiente.
    - Las piezas se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno.

### **2.1.2. PIEZAS SILICOCALCÁREAS PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA**

Piezas realizadas principalmente a partir cales y materiales silíceos para fábricas de albañilería, endurecidos por la acción del vapor a presión, cuya utilización principal será en muros exteriores, muros interiores, sótanos, cimentaciones y fábrica externa de chimeneas.

- Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-2:2005 y UNE-EN 771-2/A1:2006. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 2: Piezas silicocalcáreas.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+ para piezas de categoría I (piezas donde la resistencia a compresión declarada tiene una probabilidad de fallo no superior al 5%), ó 4, para piezas de categoría II (piezas que no cumplen con el nivel de confianza de los elementos de categoría I).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Dimensiones, en piezas no rectangulares, ángulo de la pendiente.
- b. Categoría de tolerancias dimensionales.
- c. Configuración.
- d. Resistencia a compresión nominal de la pieza, en N/mm<sup>2</sup>, y categoría: I ó II.
- e. Densidad seca aparente.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Densidad seca absoluta.
- b. Volumen de huecos para rellenar totalmente con mortero, en mm<sup>3</sup> (si fuera aplicable).
- c. Propiedades térmicas.
- d. Durabilidad (por razones estructurales y visuales, cuando las piezas se utilicen en lugares donde haya riesgo de hielo/deshielo y cuando estén húmedos).
- e. Absorción de agua (para elementos exteriores).
- f. Permeabilidad al vapor de agua (para elementos exteriores).
- g. Reacción al fuego (clase).
- h. Adherencia: grado de adherencia de la pieza en combinación con el mortero (en el caso de requisitos estructurales).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Dimensiones. Densidad seca. Resistencia a compresión. Propiedades térmicas. Durabilidad al hielo/deshielo. Absorción de agua. Permeabilidad al vapor de agua. Cambios por humedad. Reacción al fuego. Grado de adherencia.

### **2.1.3. BLOQUES DE HORMIGÓN (ÁRIDOS DENSOS Y LIGEROS) PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA**

Bloques de hormigón de áridos densos y ligeros, o una combinación de ambos, utilizados como revestimientos o expuestos en fábricas de albañilería de edificios, autoportantes y no autoportantes, y en aplicaciones de ingeniería civil. Las piezas están fabricadas a base de cemento, áridos y agua, y pueden contener aditivos y adiciones, pigmentos colorantes y otros materiales incorporados o aplicados durante o después de la fabricación de la pieza. Los bloques son aplicables a todo tipo de muros, incluyendo muros simples, tabiques, paredes exteriores de chimeneas, con cámara de aire, divisiones, de contención y de sótanos.

Los bloques de hormigón deberán cumplir la norma UNE-EN 771-3:2004/A1:2005; Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). Además, se estará a lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Bloques de Hormigón en las Obras de Construcción vigente.



• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-3:2004 y UNE-EN 771-3:2004/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros).

– Sistema de evaluación de conformidad: sistema 2+ para bloques de categoría I (piezas donde la resistencia a compresión declarada tiene una probabilidad de fallo no superior al 5%); sistema 4 para bloques de categoría II (piezas que no cumplen con el nivel de confianza de los elementos de categoría I).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Tipo, según su uso: común, cara vista y expuesto.

b. Dimensiones (longitud, anchura, altura), en mm, y tolerancias: se definen tres clases: D1, D2 y D3.

c. Configuración y aspecto de la pieza (forma y características).

d. Resistencia a compresión o flexotracción de la pieza, en N/mm<sup>2</sup>, y categoría: I ó II.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Densidad aparente en seco (para efectuar el cálculo de carga, aislamiento acústico, aislamiento térmico, resistencia al fuego).

b. Densidad seca absoluta para el hormigón (en caso de requisitos acústicos).

c. Propiedades térmicas.

d. Durabilidad: resistencia al hielo/deshielo. En el caso de bloques protegidos completamente frente a la penetración de agua (con revestimiento, muros interiores, etc.) no es necesario hacer referencia a la resistencia al hielo-deshielo.

e. Absorción de agua por capilaridad, en g/cm<sup>3</sup> (para elementos exteriores).

f. Variación debida a la humedad.

g. Permeabilidad al vapor de agua (para elementos exteriores).

h. Reacción al fuego (clase).

i. Resistencia a la adherencia a cortante, en combinación con el mortero, en N/mm<sup>2</sup> (en caso de requisitos estructurales).

j. Resistencia a la adherencia a flexión en combinación con el mortero.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Dimensiones y tolerancias. Configuración. Densidad. Planeidad de las superficies de la cara vista. Resistencia mecánica. Variación debido a la humedad. Absorción de agua por capilaridad. Reacción al fuego (generalmente clase A1 sin ensayos). Durabilidad. Propiedades térmicas (es posible establecerlas por ensayo o cálculo). Resistencia a la adherencia (es posible establecerla por ensayo o a partir de valores fijos). Permeabilidad al vapor de agua (es posible establecerla por ensayo o cálculo).

– Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Los bloques se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno.

Si se reciben empaquetados, el envoltorio no será totalmente hermético.

#### **2.1.4. BLOQUES DE HORMIGÓN CELULAR CURADO EN AUTOCLAVE PARA FÁBRICAS DE ALBAÑILERÍA**

Bloques de hormigón curados en autoclave (HCA), utilizados en aplicaciones autoportantes y no autoportantes de muros, incluyendo muros simples, tabiques, divisiones, de contención, cimentación y usos generales bajo el nivel del suelo, incluyendo muros para protección frente al fuego, aislamiento térmico, aislamiento acústico y sistemas de chimeneas (excluyendo los conductos de humos de chimeneas).

Las piezas están fabricadas a partir de ligantes hidráulicos tales como cemento y/o cal, combinados con materiales finos de naturaleza silíceas, materiales aireantes y agua.

Las piezas pueden presentar huecos, sistemas machihembrados y otros dispositivos de ajuste.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-4:2004 y UNE-EN 771-4:2004/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábricas de albañilería. Parte 4. Bloques de hormigón celular curado en autoclave.

– Sistemas de evaluación de conformidad: sistema 2+ para bloques de categoría I; sistema 4 para bloques de categoría II.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Dimensiones (longitud, anchura, altura), en mm, y tolerancias para usos generales, con morteros de capa fina o ligeros.

b. Resistencia a compresión de la pieza, en N/mm<sup>2</sup>, no debe ser menor que 1,5 N/mm<sup>2</sup>, y categoría: I (piezas donde la resistencia a compresión declarada tiene una probabilidad de fallo no superior al 5%) ó II (piezas que no cumplen con el nivel de confianza de los elementos de categoría I).

c. Densidad aparente en seco, en kg/m<sup>3</sup>.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Propiedades de los materiales relacionados.

b. Propiedades de las formas relacionadas.

c. Durabilidad: resistencia al hielo/deshielo.

d. Uso previsto.

e. Densidad seca absoluta, en kg/m<sup>3</sup> (cuando proceda, y siempre en caso de requisitos acústicos).

f. Propiedades térmicas (cuando proceda, y siempre en caso de exigencias térmicas).

g. Variación debida a la humedad (cuando proceda, y siempre en caso de exigencias estructurales).

h. Permeabilidad al vapor de agua (cuando proceda, y siempre para elementos exteriores).

i. Absorción de agua (cuando proceda, y siempre para elementos exteriores con cara vista).

j. Reacción al fuego (clase) (en elementos con requisitos de resistencia al fuego).

k. Resistencia a la adherencia a cortante, en combinación con el mortero, en N/mm<sup>2</sup> (en caso de requisitos estructurales).

l. Resistencia a la adherencia a flexión en combinación con el mortero (cuando lo requieran las normas nacionales).

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Dimensiones. Densidad aparente en seco. Densidad absoluta en seco. Resistencia a compresión. Variación debida a la humedad. Propiedades térmicas (es posible establecerlas por ensayo o cálculo). Resistencia a la adherencia (es posible establecerla por ensayo o a partir de valores fijos). Permeabilidad al vapor de agua (es posible establecerla por ensayo o cálculo). Absorción de agua. Reacción al fuego. Durabilidad.

– Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Los bloques se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno.

Si se reciben empaquetados, el envoltorio no será totalmente hermético.

### **2.1.5. PIEZAS DE PIEDRA ARTIFICIAL PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA**

Es un elemento prefabricado, para asemejar a la piedra natural, mediante moldeado o compresión, para fábricas de albañilería. La piedra artificial de fábrica de albañilería, con dimensión mayor  $\square$  650 mm, puede ser portante o no portante.

#### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 771-5:2005 y UNE-EN 771-5:2005/A1:2005. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5: Piezas de piedra artificial.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+ para piezas de categoría I y 4 para piezas de categoría II.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles, para armaduras de junta de tendel para uso estructural:

a. Dimensiones.

b. Categoría de las tolerancias, D1, D2 o D3.

c. Resistencia a compresión media y categoría de nivel de confianza. Categoría I: piezas con una resistencia declarada con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. Categoría II: piezas con una resistencia declarada igual al valor medio obtenido en ensayos, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

En función del uso para los cuales el elemento es puesto en el mercado:

a. Densidad aparente.

b. Densidad absoluta.

c. Variación por humedad.

d. Conductividad térmica.

e. Resistencia al hielo/deshielo.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados, según condiciones del marcado CE (normas UNE-EN) que pueden estar especificados:

a. Dimensiones, ensayos según EN 772-16.

b. Planeidad de las superficies, ensayos según EN 772-20.

c. Densidad aparente y absoluta en seco, ensayos según EN 772-13.

d. Resistencia a compresión (media), ensayos según EN 772-1.

e. Absorción de agua, ensayos según EN 772-11.

f. Propiedades térmicas, ensayos según EN 1745.

g. Permeabilidad al vapor, ensayos según EN 772-11.

- h. Reacción al fuego, ensayos según EN 13501-1.
- i. Variación debida a la humedad, ensayos según EN 772-14.
- j. Resistencia a la adherencia, ensayos según EN 1052-3.

#### **2.1.6. PIEZAS DE PIEDRA NATURAL PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA**

Es un producto extraído de cantera, transformado en un elemento para fábricas de albañilería, mediante un proceso de manufacturación. La piedra natural de fábrica de albañilería, con espesor igual o superior a 80 mm, puede ser portante o no portante.

- Tipos de rocas:

- Rocas ígneas o magmáticas (granito, basalto,...)
- Rocas sedimentarias (caliza, travertino,...)
- Rocas metamórficas (pizarra, mármol,...)

- Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 771-6:2006. Especificación de piezas para fábrica de albañilería. Parte 6: Piezas de piedra natural.

- Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/3/4.

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles, para armaduras de junta de tendel para uso estructural:

- a. Dimensiones nominales y tolerancias.

- b. Denominación de acuerdo con la Norma EN 12440 (nombre tradicional, familia petrológica, color típico y lugar de origen). El nombre petrológico de acuerdo con la Norma EN 12407.

- c. Resistencia a compresión media y las dimensiones y forma de la probeta ensayada.

En función del uso para los cuales el elemento es puesto en el mercado:

- a. Resistencia a la compresión normalizada.

- b. Resistencia a flexión media.

- c. Resistencia a la adherencia a cortante.

- d. Resistencia a la adherencia a flexión.

- e. Porosidad abierta.

- f. Densidad aparente.

- g. Durabilidad (resistencia al hielo/deshielo).

- h. Propiedades térmicas.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados, según condiciones del mercado CE (normas UNE-EN) que pueden estar especificados:

- a. Dimensiones y tolerancias, ensayos según EN 772-16, EN 772-20 y EN 13373.

- b. Configuración, ensayos según EN 772-16.

- c. Densidad aparente, ensayos según EN 1936.

- d. Resistencia a la compresión, ensayos según EN 772-1.

- e. Resistencia a flexión, ensayos según EN 12372.
- f. Resistencia a la adherencia a flexión, ensayos según EN 1052-2.
- g. Resistencia a la adherencia a cortante, ensayos según EN 1052-3.
- h. Porosidad abierta, ensayos según EN 1936.
- i. Absorción de agua por capilaridad, ensayos según EN 772-11.
- j. Resistencia al hielo/deshielo, ensayos según EN 12371.
- k. Propiedades térmicas, ensayos según EN 1745.
- l. Reacción al fuego, ensayos según EN 13501.

### **2.2.1. LLAVES, AMARRES, COLGADORES, MÉNSULAS Y ÁNGULOS**

Elementos para conectar fábricas de albañilería entre sí o para conectar fábricas de albañilería a otras partes de la obra y construcción, incluyendo muros, suelos, vigas y columnas.

- Condiciones de suministro y recepción

- Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 845-1:2005+A1:2008. Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos.

- Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- Características reguladas que pueden estar especificadas en función del tipo de elemento, según la tabla 1 de la cita norma:

- a. Referencia del material/revestimiento (tipo 1 ó 2).
- b. Dimensiones.
- c. Capacidad de carga a tracción.
- d. Capacidad de carga a compresión.
- e. Capacidad de carga a cortante.
- f. Capacidad de carga vertical.
- g. Desplazamiento/deformación medio.
- h. Simetría o asimetría del componente.
- i. Tolerancia a la pendiente del componente.
- j. Tolerancia a movimiento y rango máximo.
- k. Diseño del componente para evitar el paso del agua a través de la cámara.
- l. Especificaciones para su uso, incluyendo los requisitos de fuerza compresiva y tipos de piezas de fábrica de albañilería y morteros, tamaño, número y situación de las fijaciones y cualquier instrucción de instalación o montaje.
- m. Identidad del producto.
- n. Mínimo grosor de la junta de mortero (cuando corresponda).
- o. Especificación de dispositivos de fijación no suministrados por el fabricante y no empaquetado con el producto.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Propiedades del material

- a. Dimensiones y desviaciones.
- b. Capacidad de carga a tracción, ensayos según EN 846-4, EN 846-5 o EN 846-6.
- c. Capacidad de carga a compresión, ensayos según EN 846-5 o EN 846-6.
- d. Capacidad de carga a cortante, ensayos según EN 846-7.
- e. Capacidad de carga de acuerdo al tipo de producto, ensayos según EN 846-8 y EN 846-10.
- f. Desplazamiento/deformación (cuando corresponda) de 1 mm ó 2 mm, o el valor declarado especificado de acuerdo con el tipo de producto, a un tercio del valor declarado de capacidad de carga, ensayos según EN 846-4, EN 846-5, EN 846-6, EN 846-7, EN 846-8 o EN 846-10.

### 2.2.3. ARMADURAS DE TENDEL

Armaduras de tendel para su colocación en fábrica de albañilería para uso estructural y no estructural.

• Pueden ser:

- Malla de alambre soldado, formada por alambres longitudinales soldados a alambres transversales o a un alambre continuo diagonal.
- Malla de alambre anudado, enroscando un alambre alrededor de un alambre longitudinal.
- Malla de metal expandido, formada al expandir una malla de acero, en la que se han practicado unos cortes previamente.

Los materiales de la armadura pueden ser: acero inoxidable austenítico, alambre de acero zincado, banda de acero, con los correspondientes revestimientos de protección.

Para uso no estructural es válida cualquier tipo de malla, pero para uso estructural han utilizarse mallas de alambre soldado, con un tamaño mínimo de los alambres longitudinales de 3 mm.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 845-3:2006+A1:2008. Especificaciones de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles, para armaduras de junta de tendel para uso estructural:

- a. Referencia del material/revestimiento.
- b. Clase de ductilidad, alta, normal o baja.
- c. Resistencia al corte de las soldaduras.
- d. Configuración, dimensiones y tolerancias
- e. Limite elástico característico de los alambres longitudinales y transversales en N/mm<sup>2</sup>.
- f. Longitud de solape y adhesión.

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles, para armaduras de junta de tendel para uso no estructural:

- a. Referencia del material/revestimiento.
- b. Configuración, dimensiones y tolerancias.
- c. Limite elástico característico de los alambres y bandas de acero en N/mm<sup>2</sup>.



d. Longitud de solape y adhesión.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados, según condiciones del marcado CE (normas UNE-EN) que pueden estar especificados:

a. Dimensiones y tolerancias.

b. Límite elástico característico y ductilidad de los alambres longitudinales, ensayos según EN 10002-1, EN ISO 7500-1, EN ISO 9513 e ISO 10606.

c. Límite elástico característico de los alambres transversales, ensayos según EN 10002-1, EN ISO 7500-1 y EN ISO 9513.

d. Resistencia a cortante de las soldaduras, ensayos según EN 846-3.

e. Resistencia a la adhesión, ensayos según EN 846-2.

### 3. PRODUCTOS AISLANTES TÉRMICOS PARA APLICACIONES EN LA EDIFICACIÓN

– Productos manufacturados y norma de aplicación:

- Lana mineral (MW). UNE EN 13162:2009.

- Poliestireno expandido (EPS). UNE EN 13163:2009.

- Poliestireno extruado (XPS). UNE EN 13164:2009.

- Espuma rígida de poliuretano (PUR). UNE EN 13165:2009.

- Espuma fenólica (PF). UNE EN 13166:2009.

- Vidrio celular (CG). UNE EN 13167:2009.

- Lana de madera (WW). UNE EN 13168:2009.

- Perlita expandida (EPB). UNE EN 13169:2009.

- Corcho expandido (ICB). UNE EN 13170:2009.

- Fibra de madera (WF). UNE EN 13171:2009.

– Para la recepción de esta familia de productos es aplicable la exigencia del sistema del marcado CE, con el sistema de evaluación de la conformidad correspondiente en función del uso:

- Sistema 3: para cualquier uso.

- Sistema 1, 3 y 4: cuando su uso esté sujeto a reglamentaciones sobre reacción al fuego, de acuerdo con lo siguiente:

Clase (A1, A2, B, C)\*: sistema 1.

Clase (A1, A2, B, C)\*\*, D, E: sistema 3.

Clase (A1a E)\*\*\*, F: sistema 3 (con 4 para RtF).

\* Productos o materiales para los que una etapa claramente identificable en el proceso de producción supone una mejora en la clasificación de reacción al fuego (por ejemplo, la adición de retardadores de ignición o la limitación del material orgánico).

\*\* Productos o materiales no cubiertos por la nota (\*).

\*\*\* Productos o materiales que no necesitan someterse a ensayo de reacción al fuego (por ejemplo, productos o materiales de la clase A1 con arreglo a la Decisión de la Comisión 96/603/CE, una vez enmendada).

Además, para estos productos es de aplicación el apartado 4, de la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética, del Documento Básico DB-HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, en el que especifica que:

– “4.3 Control de recepción en obra de productos:

1. En el Pliego de condiciones del proyecto se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

2. Debe comprobarse que los productos recibidos:

a. corresponden a los especificados en el Pliego de condiciones del proyecto;

b. disponen de la documentación exigida;

c. están caracterizados por las propiedades exigidas;

d. han sido ensayados, cuando así se establezca en el Pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.

3. En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE”.

### **3.1.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA MINERAL (MW)**

Productos manufacturados de lana mineral, con o sin revestimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de fieltros, mantas, paneles o planchas.

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13162:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Reacción al fuego: Euroclase.

b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).

c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).

d. Espesor nominal (mm).

e. Código de designación del producto:

Abreviatura de la lana mineral: MW.

Norma del producto: EN 13162.

Tolerancias en espesor: Ti.

Estabilidad dimensional a temperatura específica: DS(T+).

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: DS(TH).

Tensión o resistencia a compresión: CS(10/Y)i.

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras: TRi.

Carga puntual: PL(5)i.

Absorción de agua a corto plazo: WS.

Absorción de agua a largo plazo: WL(P).

Transmisión de vapor de agua: Mui o Zi.

Rigidez dinámica: SDi.

Compresibilidad: CPi.

Fluencia a compresión: CC(i1/i2/y)σc.

Coeficiente práctico de absorción acústica: APi.

Coeficiente ponderado de absorción acústica:  $AW_i$ .

Resistividad al flujo de aire:  $AF_i$ .

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional. Resistencia a la tracción paralela a las caras. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas. Tensión o resistencia a compresión. Resistencia a la tracción perpendicular a las caras. Carga puntual. Fluencia a compresión. Absorción de agua a corto plazo. Absorción de agua a largo plazo. Transmisión de vapor de agua. Rigidez dinámica. Reducción de espesor a largo plazo. Absorción acústica. Resistencia al flujo de aire. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### 3.2.1 PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Productos manufacturados de poliestireno expandido, con o sin revestimiento o recubrimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de planchas, rollos u otros artículos preformados.

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE EN 13163:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Clase de reacción al fuego.

b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).

c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).

d. Espesor nominal (mm).

e. Tipo de revestimiento.

f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).

g. Código de designación del producto:

Abreviatura del poliestireno expandido: EPS.

Norma del producto: EN 13163.

Tolerancia en espesor:  $T_i$ .

Tolerancia de longitud:  $L_i$ .

Tolerancia de anchura:  $W_i$ .

Tolerancia de rectangularidad:  $S_i$ .

Tolerancia de planicidad:  $P_i$ .

Estabilidad dimensional a una temperatura y humedad específicas:  $DS(TH)_i$ .

Resistencia a flexión:  $BS_i$ .

Tensión de compresión al 10% de deformación:  $CS(10)_i$ .

Estabilidad dimensional en condiciones de laboratorio:  $DS(N)_i$ .

Deformación bajo condiciones específicas de carga a compresión y temperatura:  $DLT(i)_5$ .

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras:  $TR_i$ .

Fluencia a compresión  $CC(i1/i2/y)\sigma_c$ .

Absorción de agua a largo plazo: WL(T)i.

Absorción de agua por difusión: WD(V)i.

Factor de resistencia a la difusión del vapor agua: Mui o Zi.

Rigidez dinámica: SDi.

Compresibilidad: CPI

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional bajo condiciones normales constantes de laboratorio. Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad. Resistencia a flexión. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad. Deformación bajo condiciones específicas de carga de compresión y temperatura. Tensión de compresión al 10% de deformación. Resistencia a la tracción perpendicular a las caras. Fluencia a compresión. Absorción de agua a largo plazo por inmersión. Absorción de agua a largo plazo por difusión. Resistencia a ciclos de congelación-descongelación. Transmisión de vapor. Rigidez dinámica. Reducción de espesor a largo plazo. Densidad aparente. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### **3.3.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS)**

Productos manufacturados de espuma poliestireno extruido, con o sin revestimiento o recubrimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de planchas, las cuales también están disponibles con cantos especiales y tratamiento de la superficie (machihembrado, media madera, etc.).

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13164:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Clase de reacción al fuego.
- b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).
- c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).
- d. Espesor nominal (mm).
- e. Tipo de revestimiento.
- f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).
- g. Código de designación del producto:

Abreviatura del poliestireno extruido: XPS.

Norma del producto: EN 13164.

Tolerancia en espesor: Ti.

Tensión o resistencia a compresión: CS (10\Y).

Estabilidad dimensional a temperatura específica: DS (T+).

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: DS(TH).

Estabilidad dimensional bajo condiciones de carga a compresión y temperatura específicas: DLT (i) 5.

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras: TRi.

Fluencia a compresión:  $CC(i1/i2/y)\sigma c$ .

Absorción de agua a largo plazo por inmersión:  $WL(T)i$ .

Absorción de agua a largo plazo por difusión:  $WD(V)i$ .

Transmisión de vapor de agua:  $Mui$  o  $Zi$ .

Resistencia a ciclos de congelación-descongelación:  $FTi$ .

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Rectangularidad. Planicidad. Espesor. Estabilidad dimensional en condiciones específicas de temperatura y humedad. Tensión o resistencia a compresión. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas. Deformación bajo condiciones específicas de carga a compresión y de temperatura. Tracción perpendicular a las caras. Fluencia a compresión. Carga puntual. Absorción de agua a largo plazo por inmersión. Absorción de agua a largo plazo por difusión. Resistencia a ciclos de congelación-descongelación. Propiedades de transmisión de vapor de agua. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### **3.4.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE ESPUMA RÍGIDA DE POLIURETANO (PUR)**

Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano, con o sin recubrimientos o revestimientos rígidos o flexibles y con o sin refuerzo integral, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. El poliuretano (PUR) también incluye espuma de poliisocianurato (PIR).

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13165:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Clase de reacción al fuego.

b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).

c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).

d. Espesor nominal (mm).

e. Tipo de revestimiento.

f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).

g. Código de designación del producto:

Abreviatura de la espuma rígida de poliuretano: PUR.

Norma del producto: EN 13165.

Tolerancias en espesor:  $Ti$ .

Estabilidad dimensional a temperatura específica:  $DS (TH)i$

Comportamiento bajo carga y temperatura:  $DLT(i)5$ .

Tensión o resistencia a compresión:  $CS (10\backslash Y)i$ .

Fluencia a compresión:  $CC(i1/i2/y)\sigma c$ .

Resistencia a tracción perpendicular a las caras:  $TRi$ .

Planicidad después de mojado por una cara:  $FWi$ .

Absorción de agua a largo plazo:  $WL(T)i$ .

Transmisión a largo plazo:  $MUi$  o  $Zi$ .

Coeficiente práctico de absorción acústica:  $API$ .

Coeficiente ponderado de absorción acústica:  $AWi$ .

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de humedad y temperatura. Tensión de compresión o resistencia a compresión. Reacción al fuego. Deformación bajo condiciones específicas de compresión y temperatura. Resistencia a la tracción perpendicular a las caras. Fluencia a compresión. Absorción de agua. Planicidad después de mojado por una cara. Transmisión de vapor de agua. Absorción acústica. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua. Contenido en celdas cerradas.

### **3.5.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE ESPUMA FENÓLICA (PF)**

Productos manufacturados de espuma fenólica, con o sin revestimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de planchas y laminados.

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13166:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Clase de reacción al fuego.

b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).

c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).

d. Espesor nominal (mm).

e. Tipo de revestimiento.

f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).

g. Código de designación del producto:

Abreviatura de la espuma fenólica: PF.

Norma del producto: EN 13166.

Tolerancias en espesor:  $Ti$ .

Estabilidad dimensional a temperatura específica:  $DS(T+)$ .

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas:  $DS(TH)$ .

Estabilidad dimensional a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $DS(T-)$ .

Resistencia a compresión:  $CS(Y)i$ .

Resistencia a tracción perpendicular a las caras:  $TRi$ .

Fluencia a compresión  $CC(i1/i2/y)\sigma c$ .

Absorción de agua a corto plazo:  $WSi$ .

Absorción de agua a largo plazo:  $WL(P)i$ .

Transmisión de vapor de agua: MU o Z.

Densidad aparente: AD.

Contenido de células cerradas: CV.

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.



– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional bajo condiciones constantes de laboratorio. Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de humedad y temperatura. Comportamiento a flexión. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional bajo temperatura y humedad específicas. Estabilidad dimensional a -20 °C. Resistencia a compresión. Resistencia a la tracción perpendicular a las caras. Carga puntual. Fluencia a compresión. Absorción de agua a corto plazo. Absorción de agua a largo plazo. Transmisión del vapor de agua. Densidad aparente. Contenido en células cerradas. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### **3.6.1. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE VIDRIO CELULAR (CG)**

Productos manufacturados de vidrio celular, con o sin revestimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de planchas.

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE EN 13167:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de vidrio celular (CG). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Clase de reacción al fuego.
- b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).
- c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).
- d. Espesor nominal (mm).
- e. Tipo de revestimiento.
- f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).
- g. Código de designación del producto:

Abreviatura del vidrio celular: CG.

Norma del producto: EN 13167.

Carga puntual: PL(P)i.

Estabilidad dimensional a temperatura específica DS(T+).

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: DS(TH).

Tensión o resistencia a compresión: CS(Y)i.

Resistencia a flexión: Bsi.

Resistencia a tracción paralela a las caras: TPi.

Resistencia a tracción perpendicular a las caras: TRi.

Fluencia a compresión: CC(i1/i2/y)oc.

Absorción de agua a corto plazo: WS.

Absorción de agua a largo plazo: WL(P).

Transmisión de vapor de agua: MU o Zi.

Coefficiente práctico de absorción acústica: APi.

Coefficiente ponderado de absorción acústica: AWi.

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional en condiciones constantes y normales de laboratorio. Estabilidad dimensional en condiciones específicas de temperatura y humedad. Carga puntual. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas. Tensión o resistencia a compresión. Resistencia a la flexión. Resistencia a la tracción paralela a las caras. Resistencia a tracción perpendicular a las caras. Fluencia a compresión. Absorción de agua. Transmisión de vapor de agua. Absorción acústica. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### **3.7. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA DE MADERA (WW)**

Productos manufacturados de lana de madera mineral, con o sin revestimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de paneles o planchas.

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13168:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana de madera (WW). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Clase de reacción al fuego.
- b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).
- c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).
- d. Espesor nominal (mm).
- e. Tipo de revestimiento.
- f. Tipo de aglomerante.
- g. Longitud nominal, anchura nominal (mm).
- h. Código de designación del producto:

Abreviaturas de la lana de madera: WW o WW-C.

Norma del producto: EN 13168.

Tolerancias en longitud: Li.

Tolerancias en anchura: Wi.

Tolerancias en espesor: Ti.

Tolerancias en rectangularidad: Si.

Tolerancias en planicidad: Pi.

Tensión o resistencia a compresión  $CS(10/Y)_i$

Resistencia a flexión (con especificación de la separación entre apoyos):  $BS+$ .

Contenido en cloruros: Cli.

Estabilidad dimensional en condiciones específicas de temperatura y humedad relativa:  $DS(TH)$ .

Estabilidad dimensional en condiciones de carga específicas:  $DS(L)$ .

Carga puntual:  $PL(2)$ .

Absorción de agua en corto plazo: WS.

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras:  $TR_i$ .

Transmisión de vapor de agua:  $MU_i$  o  $Z_i$ .

Fluencia a compresión:  $CC(i_1/i_2/y)_{\sigma c}$ .

Coefficiente ponderado de absorción acústica:  $AW_i$ .

Coefficiente práctico de absorción acústica: APi.

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Tensión o resistencia a compresión. Densidad, densidad superficial. Contenido en cloruros. Estabilidad dimensional en condiciones de temperatura y humedad específicas. Resistencia a la tracción paralela a las caras. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional en condiciones de presión y humedad específicas. Carga puntual. Resistencia a flexión. Transmisión del vapor de agua. Absorción de agua en corto plazo. Fluencia a compresión. Absorción acústica. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua. Resistencia a la carga. Resistencia al choque.

### **3.8. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE PERLITA EXPANDIDA (EPB)**

Productos manufacturados de perlita expandida, con o sin revestimiento o recubrimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de edificios. Los productos se fabrican en forma de planchas o aislamiento multicapa.

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13169:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de perlita expandida (EPB). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Clase de reacción al fuego.
- b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).
- c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).
- d. Espesor nominal (mm).
- e. Tipo de revestimiento.
- f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).
- g. Código de designación del producto:

Abreviatura de panel de perlita expandida: EPB.

Norma del producto: EN 13169.

Resistencia a flexión: BS.

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: DS(H).

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: DS(T+150).

Tensión o resistencia a compresión CS(10\Y)i.

Deformación bajo carga y temperatura: DLT(i)5.

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras: TR.

Absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial: WSi.

Absorción de agua a corto plazo por inmersión total: WS(T)i.

Resistencia a flexión a luz constante: BS(250)i.

Carga puntual: PL(2)i.

Fluencia a compresión: CC(i1/i2/y)σc.

Transmisión de vapor de agua: MUi o Zi.

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Resistencia a la flexión. Estabilidad dimensional en condiciones específicas de temperatura y humedad. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas. Tensión o resistencia a compresión. Deformación bajo condiciones específicas de carga y de temperatura. Tracción perpendicular a las caras. Absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial. Absorción de agua a corto plazo por inmersión total. Resistencia a flexión a luz constante. Carga puntual. Fluencia a compresión. Transmisión de vapor de agua. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### **3.9. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE CORCHO EXPANDIDO (ICB)**

Productos manufacturados de corcho expandido, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican con corcho granulado que se aglomera sin aglutinantes adicionales y se suministran en forma de planchas sin revestir.

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13170:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de corcho expandido (ICB). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Clase de reacción al fuego.

b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).

c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).

d. Espesor nominal (mm).

e. Tipo de revestimiento.

f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).

g. Código de designación del producto:

Abreviatura del corcho expandido: ICB.

Norma del producto: EN 13170.

Tolerancias de espesor:  $T_i$ .

Estabilidad dimensional a temperatura específica:  $DS(T+)$ .

Estabilidad dimensional bajo condiciones de temperatura y humedad específicas:  $DS(TH)$ .

Tensión de compresión para una deformación del 10%:  $CS(10)_i$ .

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras:  $TR_i$ .

Carga puntual:  $PL(P)_i$ .

Fluencia a compresión:  $CC(i1/i2/y)_{\sigma c}$

Absorción de agua a corto plazo:  $WS$ .

Transmisión de vapor de agua:  $Z_i$ .

Rigidez dinámica:  $SD_i$ .

Compresibilidad:  $CPI$ .

Coeficiente práctico de absorción acústica:  $API$ .

Coeficiente ponderado de absorción acústica:  $AW_i$ .

Resistencia al flujo de aire:  $AFR_i$ .

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional bajo condiciones normales de laboratorio. Estabilidad dimensional en condiciones específicas de temperatura y humedad. Comportamiento a flexión. Reacción al fuego. Contenido de humedad. Densidad aparente. Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional bajo condiciones de temperatura y humedad específicas. Deformación bajo carga de compresión. Esfuerzo de compresión al 10% de deformación. Tracción perpendicular a las caras. Carga puntual. Fluencia a compresión. Resistencia a cortante. Absorción de agua. Transmisión de vapor de agua. Rigidez dinámica. Espesor. Reducción de espesor a largo plazo. Absorción acústica. Resistencia al flujo de aire. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

### **3.10. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE FIBRA DE MADERA (WF)**

Productos manufacturados de fibra de madera, con o sin revestimiento o recubrimiento, que se utilizan para el aislamiento térmico de los edificios. Los productos se fabrican en forma de rollos, mantas, fieltros, planchas o paneles.

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de mayo de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13171:2009. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de fibra de madera (WF). Especificación.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1, 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Clase de reacción al fuego.
- b. Resistencia térmica ( $m^2K/W$ ).
- c. Conductividad térmica ( $W/mK$ ).
- d. Espesor nominal (mm).
- e. Tipo de revestimiento.
- f. Longitud nominal, anchura nominal (mm).
- g. Código de designación del producto.

Abreviatura de la fibra de madera: WF.

Norma del producto: EN 13171.

Tolerancias en espesor:  $T_i$ .

Estabilidad dimensional a temperatura específica:  $DS(T+)_i$ .

Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas:  $DS(TH)_i$ .

Tensión o resistencia a compresión:  $CS(10Y)_i$ .

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras:  $TR_i$ .

Fluencia a compresión:  $CC(i1/i2/y)_{\sigma c}$ .

Absorción de agua a largo plazo:  $WS_i$ .

Transmisión de vapor de agua: MU o Z.

Rigidez dinámica:  $SD_i$ .

Compresibilidad:  $CPI$ .

Coefficiente práctico de absorción acústica: AP.

Coefficiente ponderado de absorción acústica: AW.

Resistividad al flujo de aire:  $AF_r$ .

En el código de designación se incluirá la información anterior, excepto cuando no existan requisitos para las propiedades.

– Ensayos:

Resistencia térmica y conductividad térmica. Longitud y anchura. Espesor. Rectangularidad. Planicidad. Estabilidad dimensional. Tracción paralela a las caras. Reacción al fuego. Estabilidad dimensional a temperatura específica. Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas. Tensión o resistencia a compresión. Tracción perpendicular a las caras. Carga puntual. Fluencia a compresión. Absorción de agua. Transmisión de vapor de agua. Rigidez dinámica. Espesor. Reducción de espesor a largo plazo. Absorción acústica. Resistividad al flujo de aire. Densidad aparente. Emisión de sustancias peligrosas. Incandescencia continua.

#### **4.1. LÁMINAS FLEXIBLES PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN**

##### **4.1.1. LÁMINAS BITUMINOSAS CON ARMADURA PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS**

Láminas flexibles bituminosas con armadura, cuyo uso previsto es la impermeabilización de cubiertas. Incluye láminas utilizadas como última capa, capas intermedias y capas inferiores. No contempla las láminas bituminosas con armadura utilizadas como láminas inferiores en cubiertas con elementos discontinuos. Tampoco contempla las láminas impermeabilizantes destinadas a colocarse totalmente adheridas bajo productos bituminosos (por ejemplo asfalto) directamente aplicados a temperatura elevada.

Como sistema de impermeabilización se entiende el conjunto de una o más capas de láminas para la impermeabilización de cubiertas, colocadas y unidas, que tienen unas determinadas características de comportamiento lo que permite considerarlo como un todo.

- Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de octubre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13707:2005+A2:2010. Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1 ó 2+, y en su caso, 3 ó 4 para las características de reacción al fuego y/o comportamiento a un fuego externo en función del uso previsto y nivel o clase:

– Impermeabilización de cubiertas sujetas a reacción al fuego:

- Clase (A1, A2, B, C)\*: sistema 1.

- Clase (A1, A2, B, C)\*\*, D, E: sistema 3.

- Clase F: sistema 4.

– Comportamiento de la impermeabilización de cubiertas sujetas a un fuego externo:

- EN 13501-5 para productos que requieren ensayo: sistema 3.

- Productos Clase FROOF: sistema 4.

Impermeabilización de cubiertas: sistema 2+ (por el requisito de estanquidad).

\* Productos o materiales para los cuales existe una etapa claramente identificable en el proceso de producción que implica una mejora de la clasificación de la reacción al fuego (por ejemplo adición de retardadores de fuego o limitación de materiales orgánicos).

\*\* Productos o materiales no contemplados por la nota (\*).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Anchura y longitud.

b. Espesor o masa.

c. Sustancias peligrosas y/o salud y seguridad y salud.



– Características reguladas que pueden estar especificadas en función de los requisitos exigibles, relacionadas con los sistemas de impermeabilización siguientes:

- Sistemas multicapas sin protección superficial pesada permanente (por ejemplo, grava).
- Láminas para aplicaciones monocapa.
- Láminas para cubierta ajardinada o láminas bajo protección superficial pesada permanente (por ejemplo, grava).
- a. Defectos visibles (en todos los sistemas).
- b. Dimensiones (en todos los sistemas).
- c. Estandaridad (en todos los sistemas).
- d. Comportamiento frente a un fuego externo (en sistemas multicapas sin protección superficial pesada permanente y láminas para aplicaciones monocapa).
- e. Reacción al fuego (en todos los sistemas).
- f. Estandaridad tras estiramiento (sólo en láminas para aplicaciones monocapa fijadas mecánicamente).
- g. Resistencia al pelado (sólo en láminas para aplicaciones monocapa fijadas mecánicamente).
- h. Resistencia a la cizalladura (en láminas para aplicaciones monocapa y láminas para cubierta ajardinada o láminas bajo protección superficial pesada permanente).
- i. Propiedades de vapor de agua (en todos los sistemas, determinación según norma En 1931 o valor de 20.000).
- j. Propiedades de tracción (en todos los sistemas).
- k. Resistencia al impacto (en láminas para aplicaciones monocapa y láminas para cubierta ajardinada o láminas bajo protección superficial pesada permanente).
- l. Resistencia a una carga estática (en láminas para aplicaciones monocapa y láminas para cubierta ajardinada o láminas bajo protección superficial pesada permanente).
- m. Resistencia al desgarro (por clavo) (en sistemas multicapas sin protección superficial pesada permanente y láminas para aplicaciones monocapa, fijados mecánicamente).
- n. Resistencia a la penetración de raíces (sólo en barreras antirraíces para cubierta ajardinada).
- o. Estabilidad dimensional (en todos los sistemas).
- p. Estabilidad de forma bajo cambios cíclicos de temperatura (sólo en láminas con protección superficial metálica en sistemas multicapas sin protección superficial pesada permanente y láminas para aplicaciones monocapa).
- q. Flexibilidad a baja temperatura (en todos los sistemas).
- r. Resistencia a la fluencia a temperatura elevada (en todos los sistemas).
- s. Comportamiento al envejecimiento artificial (en sistemas multicapas sin protección superficial pesada permanente y láminas para aplicaciones monocapa sin protección superficial).
- t. Adhesión de gránulos (en sistemas multicapas sin protección superficial pesada permanente y láminas para aplicaciones monocapa).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Defectos visibles. Longitud y anchura. Rectitud. Espesor o masa por unidad de área. Estandaridad. Comportamiento frente a un fuego externo. Reacción al fuego. Estandaridad tras estiramiento a baja temperatura. Resistencia de juntas (resistencia al pelado). Resistencia de juntas (resistencia a la cizalladura). Propiedades de vapor de agua. Propiedades de tracción.

Resistencia al impacto. Resistencia a una carga estática. Resistencia desgarro (por clavo). Resistencia a la penetración de raíces. Estabilidad dimensional. Estabilidad de forma bajo cambios cíclicos de temperatura. Flexibilidad a baja temperatura (plegabilidad). Resistencia a la fluencia a elevada temperatura. Comportamiento al envejecimiento artificial. Adhesión de gránulos.

#### **4.1.2. LÁMINAS AUXILIARES PARA CUBIERTAS CON ELEMENTOS DISCONTINUOS**

Láminas flexibles prefabricadas de plástico, betún, caucho y otros materiales adecuados, utilizadas como láminas auxiliares en cubiertas con pendiente (por ejemplo, tejas, pizarras).

- Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13859-1:2006+A1:2009. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 1: Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos.

- Sistemas de evaluación de la conformidad: 1 ó 3, el sistema 4 indica que no se requiere ensayo para la reacción al fuego en la clase F. Especificación del sistema en función del uso previsto y de la clase correspondiente:

- Capas de control de vapor de agua: sistema 3.

- Capas de control de vapor de agua sometidas a reglamentaciones de reacción al fuego:

- Clase (A1, A2, B, C)\*: sistema 1.

- Clase (A1, A2, B, C)\*\*, D, E: sistema 3.

- Clase F: sistema 4.

\* Productos o materiales para los que una etapa claramente identificable en el proceso de producción supone una mejora en la clasificación de reacción al fuego (por ejemplo la adición de retardadores de fuego o la limitación de materiales orgánicos).

\*\* Productos o materiales no contemplados por la nota (\*).

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Anchura y longitud.

- b. Espesor o masa.

- c. Sustancias peligrosas y/o salud y seguridad y salud.

Características reguladas que pueden estar especificadas en función de los requisitos exigibles:

- a. Reacción al fuego.

- b. Resistencia a la penetración de agua: clase W1, W2, o W3.

- c. Propiedades de transmisión de vapor de agua.

- d. Propiedades de tracción.

- e. Resistencia al desgarro.

- f. Estabilidad dimensional.

- g. Flexibilidad a bajas temperaturas (plegabilidad).

- h. Comportamiento al envejecimiento artificial: resistencia a la penetración de agua y resistencia a la tracción y elongación).

- i. Resistencia a la penetración de aire.

- j. Sustancias peligrosas.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Anchura y longitud. Rectitud. Masa por unidad de área. Reacción al fuego. Resistencia a la penetración de agua. Propiedades de transmisión de vapor de agua. Propiedades de tracción. Resistencia al desgarro (por clavo). Estabilidad dimensional. Flexibilidad a bajas temperaturas (plegabilidad). Resistencia al envejecimiento artificial. Resistencia a la penetración de aire.

#### **4.1.3 LÁMINAS AUXILIARES PARA MUROS**

Láminas flexibles prefabricadas de plástico, betún, caucho y otros materiales apropiados, utilizadas bajo los revestimientos exteriores de muros.

- Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13859-2:2006+A1:2009. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 2: Láminas auxiliares para muros.

- Sistemas de evaluación de la conformidad: 1 ó 3, el sistema 4 indica que no se requiere ensayo para la reacción al fuego en la clase F. Especificación del sistema en función del uso previsto y de la clase correspondiente:

- Láminas auxiliares para muros: sistema 3.

- Láminas auxiliares para muros sometidas a reglamentos de reacción al fuego:

- Clase (A1, A2, B, C)\*: sistema 1.

- Clase (A1, A2, B, C)\*\*, D, E: sistema 3.

- Clase F: sistema 4.

\* Productos o materiales para los cuales una etapa claramente identificable en el proceso de producción implica una mejora de la clasificación de la reacción al fuego (por ejemplo, una adición de retardadores de fuego o limitación de materiales orgánicos).

\*\* Productos o materiales no contemplados por la nota (\*).

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Anchura y longitud.

- b. Espesor o masa.

- c. Sustancias peligrosas y/o salud y seguridad y salud.

Características reguladas que pueden estar especificadas en función de los requisitos exigibles:

- a. Reacción al fuego.

- b. Resistencia a la penetración de agua: clase W1, W2 o W3.

- c. Propiedades de transmisión de vapor de agua.

- d. Resistencia a la penetración de aire.

- e. Propiedades de tracción.

- f. Resistencia al desgarro.

- g. Estabilidad dimensional.

- h. Flexibilidad a bajas temperaturas (plegabilidad).

- i. Comportamiento al envejecimiento artificial: resistencia a la penetración de agua y resistencia a la tracción y la elongación.

- j. Sustancias peligrosas.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Anchura y longitud. Rectitud. Masa por unidad de área. Reacción al fuego. Resistencia a la penetración de agua. Propiedades de transmisión de vapor de agua. Resistencia a la penetración de aire. Propiedades de tracción. Resistencia al desgarro (por clavo). Estabilidad dimensional. Flexibilidad a bajas temperaturas (plegabilidad). Resistencia al envejecimiento artificial.

#### **4.1.4. LÁMINAS PLÁSTICAS Y DE CAUCHO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS**

Láminas plásticas y de caucho, incluidas las láminas fabricadas con sus mezclas y aleaciones (caucho termoplástico) para las que su uso previsto es la impermeabilización de cubiertas.

Como sistema de impermeabilización se entiende el conjunto de componentes de impermeabilización de la cubierta en su forma aplicada y unida que tiene unas ciertas prestaciones y que debe comprobarse como un todo.

En estas láminas se utilizan tres grupos de materiales sintéticos: plásticos, cauchos y cauchos termoplásticos. Pueden utilizarse otros materiales. A continuación se nombran algunos materiales típicos para los grupos individuales, con su código de designación abreviada, el cual se ha establecido en el mercado y difiere de los códigos normativos:

- Plásticos:

Polietileno clorosulfonado, CSM o PE-CS; acetato de etil-etileno o terpolímero de acetato de etil-etileno (denominación completa), EEA; acetato de butil etileno, EBA; etileno, copolímero, betún, ECB o EBT; acetato de vinil etileno, EVAC; poliolefina flexible, FPO o PO-F; polipropileno flexible, FPP o PP-F; polietileno, PE; polietileno clorado, PE-C; poliisobutileno, PIB; polipropileno, PP; cloruro de polivinilo, PVC.

- Cauchos:

Caucho de butadieno, BR; caucho de cloropreno, CR; caucho de polietileno clorosulfonado, CSM; terpolímero de etileno, propileno y un dieno con una fracción residual no saturada de dieno en la cadena lateral, EPDM; caucho isobuteno-isopreno (caucho butílico), IIR; caucho acrilonitrilo-butadieno (caucho de nitrilo), NBR.

- Cauchos termoplásticos:

Aleaciones elastoméricas, EA; caucho de fundición procesable, MPR; estireno etileno butileno estireno, SEBS; elastómeros termoplásticos, no reticulados, TPE; elastómeros termoplásticos, reticulados, TPE-X; copolímeros SEBS, TPS o TPS-SEBS; caucho termoplástico vulcanizado, TPV.

#### **• Condiciones de suministro y recepción**

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de julio de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 13956:2006. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1 ó 2+, y en su caso, 3 ó 4 para las características de reacción al fuego y/o comportamiento a un fuego externo en función del uso previsto y nivel o clase:

– Impermeabilización de cubiertas sujetas a la reacción al fuego:

- Clase (A1, A2, B, C)\*: sistema 1.

- Clase (A1, A2, B, C)\*\*, D, E: sistema 3.

- Clase F: sistema 4.

– Impermeabilización de cubiertas sujetas al comportamiento frente al fuego exterior:

- pr EN 13501-5 para los productos que requieren ensayo: sistema 3.

- Productos de clase FROOF: sistema 4.

– Impermeabilización de cubiertas: sistema 2+ (por el requisito de estanquidad).

\* Productos o materiales para los que una etapa claramente identificable en el proceso de producción supone una mejora en la clasificación de reacción al fuego (por ejemplo la adición de retardantes del fuego una limitación de sustancias orgánicas).

\*\* Productos o materiales no contemplados por la nota (\*).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Longitud y anchura.

b. Espesor o masa.

c. Sustancias peligrosas y/o sanitarias y de seguridad.

– Características reguladas que pueden estar especificadas en función de los requisitos exigibles, relacionadas con los sistemas de impermeabilización siguientes:

- Láminas expuestas, que podrán ir adheridas o fijadas mecánicamente.

- Láminas protegidas, bien con lastrado de grava bien en cubiertas ajardinadas, parking o similares.

a. Defectos visibles (en todos los sistemas).

b. Longitud (en todos los sistemas).

c. Anchura (en todos los sistemas).

d. Rectitud (en todos los sistemas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).

e. Planeidad (en todos los sistemas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).

f. Masa por unidad de superficie (en todos los sistemas).

g. Espesor efectivo (en todos los sistemas).

h. Estanquidad al agua (en todos los sistemas).

i. Comportamiento frente al fuego externo (en el caso de láminas expuestas en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales; en el caso de láminas protegidas, cuando la cubierta sea conforme con la Decisión de la Comisión 2000/533/CE).

j. Reacción al fuego (en todos los sistemas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).

k. Resistencia al pelado de los solapes (en láminas expuestas, y para las adheridas en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).

l. Resistencia al cizallamiento de los solapes (en todos los sistemas).

m. Resistencia a la tracción (en todos los sistemas).

n. Alargamiento (en todos los sistemas).

o. Resistencia al impacto (en todos los sistemas).

p. Resistencia a la carga estática (en láminas protegidas).

q. Resistencia al desgarro (en láminas expuestas fijadas mecánicamente).

r. Resistencia a la penetración de raíces (sólo en láminas utilizadas como barrera contra raíces en cubiertas ajardinadas).

s. Estabilidad dimensional (en todos los sistemas).

t. Plegabilidad a baja temperatura (en todos los sistemas).

u. Exposición UV (1000 h) (en láminas expuestas).

- v. Efectos de los productos químicos líquidos, incluyendo el agua (en todos los sistemas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).
- w. Resistencia al granizo (en láminas expuestas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).
- x. Propiedades de transmisión de vapor de agua (en todos los sistemas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).
- y. Resistencia al ozono (sólo para láminas de caucho en el caso de láminas expuestas o protegidas con grava).
- z. Exposición al betún (en todos los sistemas, en función de los materiales, de las condiciones climáticas y los requisitos legales).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Defectos visibles. Longitud. Anchura. Rectitud. Planeidad. Masa por unidad de superficie. Espesor efectivo. Estanquidad al agua. Comportamiento frente al fuego exterior. Reacción al fuego. Resistencia al pelado de los solapes. Resistencia al cizallamiento de los solapes. Resistencia a la tracción. Alargamiento. Resistencia al impacto. Resistencia a una carga estática. Resistencia al desgarro. Resistencia a la penetración de raíces. Estabilidad dimensional. Plegabilidad a baja temperatura. Exposición UV. Efectos de los productos químicos líquidos, incluyendo el agua. Resistencia al granizo. Propiedades de transmisión del vapor de agua. Resistencia al ozono. Exposición al betún.

#### **4.1.7. LÁMINAS BITUMINOSAS PARA EL CONTROL DEL VAPOR DE AGUA**

Láminas flexibles bituminosas con armadura cuyo uso previsto es el de barrera anticapilaridad en edificios, incluyendo la estanquidad de estructuras enterradas.

##### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13970:2005 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 13970:2005/A1:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas para el control del vapor de agua. Definiciones y características.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 1 ó 3, el sistema 4 indica que no se requiere ensayo para la reacción al fuego en la clase F.

– Láminas bituminosas con armadura, con función anticapilaridad para edificios, incluyendo estanquidad en estructuras enterradas sometidas a reacción al fuego:

- Clase (A1, A2, B, C)\*: sistema 1.

- Clase (A1, A2, B, C)\*\*, D, E: sistema 3.

- Clase F sistema 4.

– Láminas bituminosas con armadura, con función anticapilaridad para edificios, incluyendo estanquidad en estructuras enterradas: sistema 2+.

\* Productos o materiales para los que una etapa claramente identificable en el proceso de producción supone una mejora en la clasificación de reacción al fuego (por ejemplo la adición de retardadores de llama o la limitación de material orgánico).

\*\* Productos o materiales no contemplados por la nota (\*).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Longitud y anchura.



- b. Espesor o masa.
- c. Sustancias peligrosas y/o salud y seguridad y salud.
- d. Tipo de producto (A o T).

Características reguladas que pueden estar especificadas en función de los requisitos exigibles:

- a. Defectos visibles.
- b. Dimensiones y tolerancias.
- c. Espesor y masa por unidad de área.
- d. Estanquidad.
- e. Resistencia al impacto.
- f. Durabilidad.
- g. Envejecimiento/degradación artificial.
- h. Agentes químicos.
- i. Flexibilidad a bajas temperaturas (plegabilidad).
- j. Resistencia al desgarro (por clavo).
- k. Resistencia de la junta.
- l. Transmisión de vapor de agua.
- m. Resistencia a una carga estática.
- n. Propiedades de tracción.
- o. Reacción al fuego.
- p. Sustancias peligrosas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Estanquidad al agua en fase. Resistencia a una carga estática. Propiedades de tracción. Durabilidad de la estanquidad frente al envejecimiento artificial. Durabilidad de la estanquidad frente a agentes químicos. Resistencia al desgarro (por clavo). Resistencia al impacto. Flexibilidad a baja temperatura. Resistencia de la junta. Transmisión de vapor de agua. Reacción al fuego. Longitud. Anchura. Espesor. Masa. Rectitud. Sustancias peligrosas. Defectos visibles.

#### **7.1.1. VENTANAS Y PUERTAS PEATONALES EXTERIORES**

Ventanas de maniobra manual o motorizada, balconeras y pantallas (conjunto de dos o más ventanas y/o puertas exteriores peatonales en un plano con o sin marcos separadores), para instalación en aberturas de muros verticales y ventanas de tejado para instalación en tejados inclinados completas con: herrajes, burletes, aperturas acristaladas con/sin persianas incorporadas, con/sin cajones de persiana, con/sin celosías.

Ventanas, de tejado, balconeras y pantallas (conjunto de dos o más ventanas y/o puertas exteriores peatonales en un plano con o sin marcos separadores), maniobradas manualmente o motorizadas: completa o parcialmente acristaladas incluyendo cualquier tipo de relleno no transparente. Fijadas o parcialmente fijadas o operables con uno o más marcos (abisagrada, proyectante, pivotante, deslizante).

Puertas exteriores peatonales de maniobra manual o motorizadas con hojas planas o con paneles, completas con: tragaluces integrales, si los hubiera; partes adyacentes que están contenidas dentro de un marco único para inclusión en una apertura única si los hubiera.

- Condiciones de suministro y recepción

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de febrero de 2010. Norma de aplicación: UNE EN 14351-1:2006+A1:2010. Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de fugas de humo. Sistema de evaluación de la conformidad:

- Productos Uso(s) previsto(s) Niveles o clases Sistemas de evaluación de la conformidad

Puertas y portones (con o sin herrajes relacionados) Compartimentación de fuego/humo y en rutas de escape 1

En rutas de escape 1

- Otros usos específicos declarados y/o usos sujetos a otros requisitos específicos, en particular ruido, energía, estanquidad y seguridad de uso. 3

Para comunicación interna solamente 4

Ventanas (con o sin herrajes relacionados) Compartimentación de fuego/humo y en rutas de escape 1

Cualquiera otra 3

Ventanas de tejado Para usos sujetos a resistencia al fuego (por ejemplo, compartimentación de fuego) Cualquiera 3

- Para usos sujetos a reglamentaciones de reacción al fuego (A1, A2, B, C)\* 1

(A1, A2, B, C)\*\*, D, E 3

(A1 a E)\*\*\*, F 4

- Para usos sujetos a reglamentaciones de comportamiento al fuego exterior Productos que requieren ensayo 3

Productos "considerados que satisfacen" sin ensayo (listas CWFT) 4

- Para usos que contribuyan a rigidizar la estructura de la cubierta 3

- Para usos distintos de los especificados anteriormente 3

\* Productos/materiales para los que una etapa claramente identificable en la producción resulta en una mejora de la clasificación de la reacción al fuego (por ejemplo la adición de retardantes o limitación de materia orgánica).

\*\* Productos/materiales no cubiertos por la nota (\*).

\*\*\* Productos/materiales que no requieren ser ensayados para la reacción al fuego (por ejemplo, productos/materiales de las Clases A1 de acuerdo con la Decisión de la Comisión 96/603/CE, corregida).

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- Ventanas:

a. Resistencia a la carga de viento. Clasificación /(Presión de ensayo, Pa): 1/(400), 2/(800), 3/(1200), 4/(1600), 5/(2000), Exxxx(>2000).

b. Resistencia a la carga de viento. Clasificación /(Flecha del marco): A/(≤1/150), B/(≤1/200), C/(≤1/300).

c. Resistencia a la carga de nieve y carga permanente. (Valor declarado del relleno, por ejemplo, tipo y espesor del vidrio).

d. Reacción al fuego (F,E,D,C,B,A2,A1).

e. Comportamiento al fuego exterior.

f. Estanquidad al agua (ventanas sin apantallar). Clasificación/ (Presión de ensayo, Pa): 1A(0), 2A(50), 3A(100), 4A(150), 5A(200), 6A(250), 7A(300), 8A(450), 9A(600), Exxx(>600).

g. Estanquidad al agua (ventanas apantalladas). Clasificación/ (Presión de ensayo, Pa): 1B(0), 2B(50), 3B(100), 4B(150), 5B(200), 6B(250), 7B(300).

h. Sustancias peligrosas. (Como se requiera por las reglamentaciones).

i. Resistencia al impacto. (Altura de caída en mm). 200, 300, 450, 700, 950.

- j. Capacidad para soportar carga de los dispositivos de seguridad. (Valor umbral).
- k. Prestación acústica. Atenuación de sonido  $R_w$  (C;Ctr) (dB). (Valor declarado).
- l. Transmitancia térmica.  $U_w$  (W/(m<sup>2</sup>K)). (Valor declarado).
- m. Propiedades de radiación. Factor solar g. (Valor declarado).
- n. Propiedades de radiación. Transmisión de luz ( $\square_v$ ). (Valor declarado).
- o. Permeabilidad al aire. Clasificación / (Presión máx. de ensayo, Pa) / (Permeabilidad de referencia al aire a 100 Pa (m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> o m<sup>3</sup>/hm). 1 / (150) / (50 ó 12,50), 2 / (300) / (27 ó 6,75), 3 / (600) / (9 ó 2,25), 4 / (600) / (3 ó 0,75).
- p. Fuerza de maniobra. 1, 2.
- q. Resistencia mecánica. 1, 2, 3, 4.
- r. Ventilación. Exponente del flujo de aire (n). Características del flujo de aire (K). Proporciones de flujo de aire. (Valores declarados).
- s. Resistencia a la bala. FB1, FB2, FB3, FB4, FB5, FB6, FB7, FSG.
- t. Resistencia a la explosión (Tubo de impacto). EPR1, EPR2, EPR3, EPR4.
- u. Resistencia a la explosión (Ensayo al aire libre). EXR1, EXR2, EXR3, EXR4, EXR5.
- v. Resistencia a aperturas y cierres repetidos (Número de ciclos). 5000, 10000, 20000.
- w. Comportamiento entre climas diferentes.
- x. Resistencia a la efracción. 1, 2, 3, 4, 5, 6.
- Puertas:
- a. Resistencia a la carga de viento. Clasificación / (Presión de ensayo P1, Pa): 1/(400), 2/(800), 3/(1200), 4/(1600), 5/(2000), Exxx/ (>2000).
- b. Resistencia a la carga de viento. Clasificación / (Flecha del marco): A / ( $\leq 1/150$ ), B / ( $\leq 1/200$ ), C / ( $\leq 1/300$ ).
- c. Estanquidad al agua (puertas sin apantallar). Clasificación/ (Presión de ensayo Pa): 1A(0), 2A(50), 3A(100), 4A(150), 5A(200), 6A(250), 7A(300), 8A(450), 9A(600), Exxx(>600).
- d. Estanquidad al agua (puertas apantalladas). Clasificación / (Presión de ensayo, Pa): 1B(0), 2B(50), 3B(100), 4B(150), 5B(200), 6B(250), 7B(300).
- e. Sustancias peligrosas. (Como se requiera por las reglamentaciones).
- f. Resistencia al impacto. (Altura de caída en mm). 200, 300, 450, 700, 950.
- g. Capacidad para soportar carga de los dispositivos de seguridad. (Valor umbral).
- h. Altura y anchura. (Valores declarados).
- i. Capacidad de desbloqueo.
- j. Prestaciones acústicas. Atenuación de sonido  $R_w$  (C;Ctr) (dB). (Valor declarado).
- k. Transmitancia térmica. UD (W/(m<sup>2</sup>K)). (Valor declarado).
- l. Propiedades de radiación. Factor solar g. (Valor declarado).
- m. Propiedades de radiación. Transmisión de luz ( $\square_v$ ). (Valor declarado).
- n. Permeabilidad al aire. Clasificación / (Presión máx. de ensayo, Pa) / (Permeabilidad de referencia al aire a 100 Pa) m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> o m<sup>3</sup>/hm 1/(150)/(50 ó 12,50), 2/(300)/(27 ó 6,75), 3/(600)/(9 ó 2,25), 4/(600)/(3 ó 0,75).
- o. Fuerza de maniobra. 1, 2, 3, 4.
- p. Resistencia mecánica. 1, 2, 3, 4.
- q. Ventilación. Exponente del flujo de aire (n). Característica de flujo de aire (K). Proporciones de flujo de aire. (Valores declarados).
- r. Resistencia a la bala. FB1, FB2, FB3, FB4, FB5, FB6, FB7, FSG.

- s. Resistencia a la explosión (Tubo de impacto). EPR1, EPR2, EPR3, EPR4.
- t. Resistencia a la explosión (Campo abierto). EXR1, EXR2, EXR3, EXR4, EXR5.
- u. Resistencia a aperturas y cierres repetidos (Número de ciclos). 5000, 10000, 20000, 50000, 100000, 200000, 500000, 1000000.
- v. Comportamiento entre climas diferentes. (Deformación permisible). 1(x), 2(x), 3(x).
- w. Resistencia a la efracción. 1, 2, 3, 4, 5, 6.
- Puertas y ventanas:
  - a. Información sobre almacenaje y transporte, si el fabricante no es responsable de la instalación del producto.
  - b. Requisitos y técnicas de instalación (in situ), si el fabricante no es responsable de la instalación del producto.
  - c. Mantenimiento y limpieza.
  - d. Instrucciones de uso final incluyendo instrucciones sobre sustitución de componentes.
  - e. Instrucciones de seguridad de uso.
- Distintivos de calidad:
 

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.
- Ensayos:
 

Hay características cuyos valores pueden cambiar si se modifica un cierto componente (herrajes, juntas de estanquidad, material y perfil, acristalamiento), en cuyo caso debería llevarse a cabo un reensayo debido a modificaciones del producto.

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

  - Resistencia a la carga de viento.
  - Resistencia a la nieve y a la carga permanente.
  - Reacción al fuego en ventanas de tejado.
  - Comportamiento al fuego exterior en ventanas de tejado.
  - Estanquidad al agua.
  - Sustancias peligrosas.
  - Resistencia al impacto, en puertas y ventanas acopladas con vidrio u otro material fragmentario.
  - Capacidad de soportar carga de los mecanismos de seguridad (p. ej. Topes de sujeción y reversibles, limitadores y dispositivos de fijación para limpieza).
  - Altura y anchura de apertura de puertas y balconeras en mm.
  - Capacidad de desbloqueo de los dispositivos de salida de emergencia y antipático instalados en puertas exteriores.
  - Prestaciones acústicas.
  - Transmitancia térmica de puertas UD y ventanas UW.
  - Propiedades de radiación: transmitancia de energía solar total y transmitancia luminosa de los acristalamientos translúcidos.
  - Permeabilidad al aire.
  - Durabilidad: material de fabricación, recubrimiento y protección. Información sobre el mantenimiento y las partes reemplazables. Durabilidad de ciertas características (estanquidad y permeabilidad al aire, transmitancia térmica, capacidad de desbloqueo, fuerzas de maniobra).
  - Fuerzas de maniobra.

- Resistencia mecánica.
- Ventilación (dispositivos de transferencia de aire integrados en una ventana o puerta): características del flujo de aire, exponente de flujo, proporción de flujo del aire a una presión diferencial de (4, 8, 10 y 20) Pa.
- Resistencia a la bala.
- Resistencia a la explosión (con tubo de impacto o ensayo al aire libre).
- Resistencia a aperturas y cierres repetidos.
- Comportamiento entre climas diferentes.
- Resistencia a la efracción.
- Puertas de vidrio sin marco: deben cumplir las normas europeas EN 1863-2, EN 12150-2, EN ISO 12543-2, EN 14179-2 o EN 14321-2.
- En puertas exteriores peatonales motorizadas: seguridad de uso, otros requisitos de los motores y componentes eléctricos/ herrajes.
- En ventanas motorizadas: seguridad de uso de los motores y componentes eléctricos/ herrajes.

#### **7.4. VIDRIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Productos en forma de placas planas, curvadas o conformadas, obtenidos por colada continua, colada y laminación continuas, estirado continuo, de una masa amorfa de elementos vitrificables, fundentes y estabilizantes, que pueden ser coloreados o tratados para mejorar sus propiedades mecánicas, usados en construcción para acristalamiento de huecos.

##### • Tipos de vidrio:

##### - Productos básicos de vidrio:

Vidrio plano: de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro o coloreado, de caras paralelas y pulidas, obtenido por colada continua y solidificación sobre un baño de metal.

Vidrio pulido armado: de silicato sodocálcico, plano, transparente e incoloro, con caras paralelas y pulidas fabricado a partir de vidrio impreso armado, esmerilando y puliendo sus caras.

Vidrio estirado: de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro o coloreado, obtenido por estirado continuo, inicialmente vertical, de espesor regular y con las dos caras pulidas al fuego. Productos: vidrio estirado antiguo de nueva fabricación, vidrio estirado para renovación y vidrio estirado con defectos visuales mínimos.

Vidrio impreso: de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro o coloreado que se obtiene por colada y laminación continuas.

Vidrio impreso armado: de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro o coloreado, con malla de acero incorporada, soldada en todas sus intersecciones, de caras impresas o lisas obtenido por colada y laminación continuas.

Vidrio de perfil en U, armado o sin armar: de silicato sodocálcico, translúcido, incoloro o coloreado, armado o sin armar, que se obtiene por colada y laminación continuas y sometido a un proceso de formación de perfiles en U.

##### - Productos básicos especiales:

Vidrio borosilicatado: silicatado con un porcentaje de óxido de boro que le confiere alto nivel de resistencia al choque térmico, hidrolítico y a los ácidos muy alta.

Vitrocerámica: vidrio formado por una fase cristalina y otra viscosa residual obtenido por los métodos habituales de fabricación de vidrios y sometido a un tratamiento térmico que transforma de forma controlada una parte del vidrio en una fase cristalina de grano fino que le dota de unas propiedades diferentes a las del vidrio del que procede.

##### - Vidrios de capa:

Vidrio básico, especial, tratado o laminado, en cuya superficie se ha depositado una o varias capas de materiales inorgánicos para modificar sus propiedades.

##### - Vidrios laminados:

**Vidrio laminado:** conjunto de una hoja de vidrio con una o más hojas de vidrio (básicos, especiales, de capa, tratados) y/ o hojas de acristalamientos plásticos unidos por capas o materiales que pegan o separan las hojas y pueden dar propiedades de resistencia al impacto, al fuego, etc.

**Vidrio laminado de seguridad:** conjunto de una hoja de vidrio con una o más hojas de vidrio (básicos, especiales, de capa, tratados) y/ o hojas de acristalamientos plásticos unidos por capas o materiales que aportan resistencia al impacto.

Los productos vítreos pueden tratarse según los métodos:

**Recocido:** una vez obtenido el vidrio por fusión de sus componentes, sale del horno y el recocido relaja las tensiones de enfriamiento.

**Templado:** una vez recocido el vidrio, se calienta hasta la plastificación y posterior enfriamiento consiguiendo propiedades mecánicas y fragmentación en trozos muy pequeños.

**Termoendurecido:** se le introduce una tensión superficial permanente de compresión mediante calentamiento/enfriamiento consiguiendo aumentar su resistencia a las tensiones mecánicas y térmicas y que prescribe las características de fragmentación.

**Templado térmicamente:** se le introduce una tensión superficial permanente de compresión mediante calentamiento/ enfriamiento consiguiendo aumentar su resistencia a las tensiones mecánicas y térmicas y que prescribe las características de fragmentación.

**Endurecido químicamente:** proceso de cambio de iones, consiguiendo aumento de resistencia a tensiones mecánicas y térmicas. Los iones de pequeño diámetro en la superficie y en los bordes del vidrio son reemplazados con otros de mayor diámetro, lo que implica que la superficie del vidrio y los bordes estén sometidos a esfuerzos de compresión.

- Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE:

**Vidrio de silicato sodocálcico.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE-EN 572-9:2006. Vidrio para la construcción. Productos básicos de vidrio. Vidrio de silicato sodocálcico. Parte 9: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Vidrio de capa.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE-EN 1096-4:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de capa. Parte 4: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Unidades de vidrio aislante.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2010. Norma UNE-EN 1279-5:2006+A1:2009. Vidrio para la edificación. Unidades de vidrio aislante. Parte 5: Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Vidrio borosilicatado.** Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2006. Norma UNE EN 1748-1-2:2005. Vidrio para la edificación. Productos básicos especiales. Parte 1-2: Vidrio borosilicatado. Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE EN 1863-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE-EN 12150-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE-EN 12337-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

**Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente.** Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE-EN 13024-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio



borosilicatado de seguridad templado térmicamente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Productos de vidrio de silicato básico alcalinotérreo. Marcado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma UNE-EN 14178-2:2005. Vidrio para la edificación. Productos de vidrio de silicato básico alcalinotérreo. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente. Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma UNE-EN 14179-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente. Parte 2: Evaluación de la conformidad/Norma de producto. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérreo endurecido en caliente. Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2007. Norma UNE-EN 14321-2:2005. Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérreo endurecido en caliente. Parte 2: Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad. Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 14449:2006/AC:2006 y desde el 1 de marzo de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 14449:2006. Vidrio para la edificación. Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad. Evaluación de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

$\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) densidad

HK0'1/20 (Gpa) dureza

$E$  (Pa) módulo de Young

$\nu$  (adimensional) coeficiente de Poisson

$f_{g,k}$  (Pa) resistencia característica a flexión

(K) resistencia contra cambios repentinos de temperatura y temperaturas diferenciales

$c$  (J/(kgK)) calor específico

$\alpha$  (K<sup>-1</sup>) coeficiente de dilatación lineal

$\lambda$  (W/(mK)) conductividad térmica

$n$  (adimensional) índice principal de refracción a la radiación visible

$\epsilon$  (adimensional) emisividad

$\tau_v$  (adimensional) transmitancia luminosa

$\tau_e$  (adimensional) transmitancia solar directa

$g$  (adimensional) transmitancia de energía solar total

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Resistencia al fuego. Reacción al fuego. Comportamiento al fuego exterior. Resistencia a la bala: destrozo y resistencia al arranque. Resistencia a la explosión: impacto y resistencia al arranque. Resistencia a la efracción: destrozo y resistencia al arranque. Resistencia al impacto de cuerpo pendular: destrozo, rompimiento seguro y resistencia al impacto. Resistencia mecánica: resistencia a los cambios repentinos de temperatura y deferencias de temperatura. Resistencia mecánica: al viento, nieve, carga permanente y/o cargas impuestas. Aislamiento al ruido aéreo

directo/Atenuación acústica al ruido aéreo directo. Propiedades térmicas. Transmitancia luminosa y reflectancia. Características de energía solar.

#### **8.1.1. BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL PARA USO COMO PAVIMENTO EXTERIOR**

Baldosas con acabado de la cara vista de diversas texturas para usos externos y acabado de calzadas, de anchura nominal superior a 150 mm y también generalmente dos veces superior al espesor.

- Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de octubre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 1341:2002. Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo.

- Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Descripción petrográfica de la piedra.

- b. Descripción del tratamiento superficial de la cara vista: Partida (acabado obtenido por rotura) o texturaza (con apariencia modificada): fina (acabado superficial con diferencia menor o igual que 0,5 mm entre picos y depresiones, por ejemplo, pulido, apomazado o serrado), gruesa (acabado superficial con diferencia mayor que 2 mm entre picos y depresiones, por ejemplo, cincelado, abujardado, mecanizado, con chorro de arena o flameado).

- c. Dimensiones: longitud, anchura y espesor o, en caso de formatos normalizados, anchura y espesor, en mm, y tolerancias dimensionales: de los lados de la cara vista: P1 o P2; de las diagonales de la cara vista: D1 o D2; del espesor: T0, T1 o T2.

- d. Resistencia a la flexión (carga de rotura), en MPa.

- e. Resistencia a la heladicidad: F0 (sin requisito) y F1 (no heladiza).

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Resistencia a la abrasión, en mm de longitud de cuerda de huella.

- b. Resistencia al deslizamiento/ derrape de la baldosa, en nº USRVER.

- c. Absorción de agua, en %.

- d. Tratamiento superficial químico (si procede).

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Dimensiones. Planeidad de la superficie. Resistencia al hielo/deshielo. Resistencia a la flexión. Resistencia a la abrasión. Resistencia al deslizamiento. Aspecto. Absorción de agua. Descripción petrográfica. Tratamiento superficial químico.

#### **8.1.4. PLACAS DE PIEDRA NATURAL PARA REVESTIMIENTOS MURALES**

Placa con acabado de la cara vista de diversas texturas para uso en revestimientos de muros y acabados de bóvedas interiores y exteriores, fijada a una estructura bien mecánicamente o por medio de un mortero o adhesivos.

- Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de julio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 1469:2005. Piedra natural. Placas para revestimientos murales. Requisitos.

- Sistema de evaluación de la conformidad: 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Características geométricas, requisitos para: espesor, planicidad, longitud y anchura, ángulos y formas especiales, localización de los anclajes. Dimensiones.
- b. Descripción petrográfica de la piedra. Apariencia visual.
- c. Resistencia a la flexión, en Mpa.
- d. Carga de rotura del anclaje, para piezas fijadas mecánicamente utilizando anclajes en las aristas.
- e. Reacción al fuego (clase).
- f. Densidad aparente y porosidad abierta.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Absorción de agua a presión atmosférica (si se solicita).
- b. Absorción de agua por capilaridad, en g/cm<sup>2</sup> (si se solicita).
- c. Resistencia a la heladicidad (en caso de requisitos reglamentarios).
- d. Resistencia al choque térmico (en caso de requisito reglamentario).
- e. Permeabilidad al vapor de agua (si se solicita).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Descripción petrográfica. Características geométricas. Apariencia visual. Resistencia a la flexión. Carga de rotura del anclajes. Absorción de agua a presión atmosférica. Reacción al fuego. Absorción de agua por capilaridad. Densidad aparente y porosidad abierta. Resistencia a la heladicidad. Resistencia al choque térmico. Permeabilidad al vapor de agua.

### **8.1.5. PLAQUETAS DE PIEDRA NATURAL**

Pieza plana cuadrada o rectangular de dimensiones estándar, generalmente menor o igual que 610 mm y de espesor menor o igual que 12 mm, obtenida por corte o exfoliación, con acabado de la cara vista de diversas texturas para uso en revestimientos de pavimentos, escaleras y acabado de bóvedas.

#### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 12057:2005. Productos de piedra natural. Plaquetas. Requisitos.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Dimensiones, planicidad y escuadrado.
- b. Acabado superficial.
- c. Descripción petrográfica de la piedra.
- d. Apariencia visual.
- e. Resistencia a la flexión, en Mpa.
- f. Absorción de agua a presión atmosférica.

g. Reacción al fuego (clase).

h. Densidad aparente, en kg/m<sup>3</sup> y porosidad abierta, en %.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Resistencia a la adherencia.

b. Absorción de agua por capilaridad (si se solicita).

c. Resistencia a la heladicidad: F0 (sin requisito) y F1 (no heladiza).

d. Resistencia al choque térmico (en caso de requisito reglamentario).

e. Permeabilidad al vapor de agua, en kg/Pa·m·s (si se solicita).

f. Resistencia a la abrasión.

g. Resistencia al deslizamiento.

h. Tactilidad (si se solicita o en caso de requisito reglamentario, sólo para plaquetas para pavimentos y escaleras).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Descripción petrográfica. Apariencia visual. Resistencia a la flexión. Absorción de agua a presión atmosférica. Reacción al fuego. Absorción de agua por capilaridad. Densidad aparente y porosidad abierta. Resistencia a la heladicidad. Resistencia al choque térmico. Permeabilidad al vapor de agua. Resistencia a la abrasión. Resistencia al deslizamiento. Tactilidad.

#### **8.1.6. BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL PARA PAVIMENTOS Y ESCALERAS**

Baldosas planas de espesor mayor que 12 mm obtenida por corte o exfoliación con acabado de la cara vista de diversas texturas para uso en pavimentos y escaleras. Se colocan por medio de mortero, adhesivos u otros elementos de apoyo.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 12058:2005. Productos de piedra natural. Baldosas para pavimento y escaleras. Requisitos.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 3 ó 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Descripción petrográfica de la piedra.

b. Descripción del tratamiento superficial de la cara vista: Partida o texturada: fina (acabado superficial con diferencia menor o igual que 0,5 mm entre picos y depresiones, por ejemplo, pulido, apomazado o serrado), gruesa (acabado superficial con diferencia mayor que 2 mm entre picos y depresiones, por ejemplo, cincelado, abujardado, mecanizado, con chorro de arena o flameado).

c. Dimensiones: longitud, anchura y espesor o, en caso de formatos normalizados, anchura y espesor, en mm.

d. Resistencia a la flexión, en Mpa.

e. Reacción al fuego (clase).

f. Densidad aparente, en kg/m<sup>3</sup> y porosidad abierta, en % (en pavimentos y escaleras interiores).

g. Absorción de agua a presión atmosférica.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Absorción de agua por capilaridad (si se solicita).
- b. Resistencia a la heladicidad: F0 (sin requisito) y F1 (no heladiza).
- c. Resistencia al choque térmico (en caso de requisito reglamentario).
- d. Permeabilidad al vapor de agua, en kg/Pa·m·s (si se solicita).
- e. Resistencia a la abrasión (excepto para zócalos y contrahuellas).
- f. Resistencia al deslizamiento/ derrape de la baldosa, en nº USRV (excepto para zócalos y contrahuellas).
- g. Tactilidad (si se solicita o en caso de requisito reglamentario, excepto para zócalos y contrahuellas).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Descripción petrográfica. Apariencia visual. Resistencia a la flexión. Absorción de agua a presión atmosférica. Reacción al fuego. Absorción de agua por capilaridad. Densidad aparente y porosidad abierta. Resistencia a la heladicidad. Resistencia al choque térmico. Permeabilidad al vapor de agua. Resistencia a la abrasión. Resistencia al deslizamiento. Tactilidad.

### **8.3.1. TEJAS Y PIEZAS DE HORMIGÓN**

Tejas y piezas de hormigón (compuesto por una mezcla de cemento, áridos y agua, como materiales básicos pudiendo contener también pigmentos, adiciones y/o aditivos, y producido como consecuencia del endurecimiento de la pasta de cemento) para la ejecución de tejados inclinados y revestimiento interior y exterior de muros.

#### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 490:2005 y desde el 1 de enero de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 490:2005/A1:2007. Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros. Especificaciones de producto.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 3/4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

#### - TEJAS CON ENSAMBLE: T-EN 490-IL

- a. Altura de la onda, en mm.
- b. Tipo de sección: RF: tejas diseñadas de modo que la longitud de cuelgue varía regularmente en toda su anchura; IF: tejas diseñadas de modo que la longitud de cuelgue varía irregularmente en toda su anchura.
- c. Anchura efectiva de cubrición de una teja: Cw / Anchura efectiva medida sobre 10 tejas en posición cerrada: Cwc / Anchura efectiva medida sobre 10 tejas en posición estirada: Cwd / y la longitud de cuelgue de la teja: l1 (los grupos de cifras 1º y 4º son imprescindibles, mientras que los grupos 2º y 3º pueden no declararse).
- d. Masa, en kg.

#### - TEJAS SIN ENSAMBLE: T-EN 490-NL

- a. Altura de la onda, en mm.
- b. Tipo de sección: RF: tejas diseñadas de modo que la longitud de cuelgue varía regularmente en toda su anchura; IF: tejas diseñadas de modo que la longitud de cuelgue varía irregularmente en toda su anchura.

c. Anchura efectiva de cubrición de una teja:  $C_w$  / Anchura efectiva medida sobre 10 tejas en posición cerrada:  $C_{wc}$  / Anchura efectiva medida sobre 10 tejas en posición estirada:  $C_{wd}$  / y la longitud de cuelgue de la teja:  $l_1$  (los grupos de cifras 1º y 4º son imprescindibles, mientras que los grupos 2º y 3º pueden no declararse).

d. Masa, en kg.

- PIEZAS: F-EN 490

a. Tipo de pieza: R: de cumbrera; VA: limahoya; H: alero; VT: de remate lateral; Texto: otros tipos.

b. Tipo de pieza dependiente de su misión en el conjunto: CO: piezas coordinadas (cuya misión es alinearse o ensamblar las tejas adyacentes, pudiendo ser sustituidas por éstas, p. ej. teja de remate lateral con ensamble, teja y media, etc.); NC: no coordinadas.

c. Dimensiones pertinentes, en mm x mm.

d. Masa, en kg.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Comportamiento frente al fuego exterior.

b. Clase de reacción al fuego.

c. Resistencia mecánica.

d. Impermeabilidad al agua.

e. Estabilidad dimensional.

f. Durabilidad.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Longitud de cuelgue y perpendicularidad. Dimensiones de las piezas. Anchura efectiva. Planeidad. Masa. Resistencia a flexión transversal. Impermeabilidad. Resistencia al hielo-deshielo. Soporte por el tacón. Comportamiento frente al fuego. Sustancias peligrosas.

### 8.3.3. BALDOSAS DE HORMIGÓN

Baldosa no armada o accesorio complementario con acabado de la cara vista de diversas texturas para uso en áreas pavimentadas sometidas a tráfico y en cubiertas que satisfaga las siguientes condiciones:

- longitud total  $\leq 1,00$  m;

- relación longitud total/ espesor  $> 4$ .

• Condiciones de suministro y recepción

- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de marzo de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 1339:2004 y desde el 1 de enero de 2007, norma de aplicación: UNE-EN 1339:2004/AC:2006. Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.

- Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Dimensiones nominales (longitud, anchura, espesor), en mm, y tolerancias, clase/marcado: 1/N; 2/P; 3/R.

b. Elementos espaciadores, caras laterales con conicidad perimetral, ranuradas o biseladas: dimensiones nominales.



c. Clase/marcado de la ortogonalidad de la cara vista para baldosas con diagonal > 300 mm: 1/J; 2/K; 3/L.

d. Tolerancias sobre planeidad y curvatura.

e. Clase/marcado resistente climática: 1/A (sin requisito); 2/B (absorción de agua  $\leq 6\%$ ); 3/D (masa perdida después del ensayo de hielo-deshielo: valor medio  $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$ ; valor individual  $\leq 1,5 \text{ kg/m}^2$ ).

f. Clase/marcado resistente a la flexión: 1/S (valor característico  $\geq 3,5 \text{ Mpa}$ ; valor individual  $\geq 2,8 \text{ Mpa}$ ); 2/T (valor característico  $\geq 4,0 \text{ Mpa}$ ; valor individual  $\geq 3,2 \text{ Mpa}$ ); 3/U (valor característico  $\geq 5,0 \text{ Mpa}$ ; valor individual  $\geq 4,0 \text{ Mpa}$ ).

g. Clase/marcado resistente al desgaste por abrasión: 1/F (sin requisito); 2/G (huella  $\leq 26 \text{ mm}$ ; desgaste por abrasión  $\leq 26000/5000 \text{ mm}^3/\text{mm}^2$ ); 3/H (huella  $\leq 23 \text{ mm}$ ; desgaste por abrasión  $\leq 20000/5000 \text{ mm}^3/\text{mm}^2$ ); 4/I (huella  $\leq 20 \text{ mm}$ ; desgaste por abrasión  $\leq 18000/5000 \text{ mm}^3/\text{mm}^2$ ).

h. Clase/marcado resistente a la carga de rotura: 30/3 (valor característico  $\geq 3,0 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 2,4 \text{ kN}$ ); 45/4 (valor característico  $\geq 4,5 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 3,6 \text{ kN}$ ); 70/7 (valor característico  $\geq 7,0 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 5,6 \text{ kN}$ ); 110/11 (valor característico  $\geq 11,0 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 8,8 \text{ kN}$ ); 140/14 (valor característico  $\geq 14,0 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 11,2 \text{ kN}$ ); 250/25 (valor característico  $\geq 25,0 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 20,0 \text{ kN}$ ); 300/30 (valor característico  $\geq 30,0 \text{ kN}$ ; valor mínimo  $\geq 24,0 \text{ kN}$ ).

– Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Resistencia al deslizamiento/resbalamiento, según el CTE DB SUA 1.

b. Reacción al fuego: clase A1 sin necesidad de ensayo.

c. Conductividad térmica.

– - Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– - Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Aspectos visuales. Forma y dimensiones. Espesor de la doble capa. Resistencia a flexión. Carga de rotura. Resistencia a la abrasión. Resistencia al deslizamiento/resbalamiento. Resistencia climática.

### 8.3.5. BALDOSAS DE TERRAZO PARA USO INTERIOR

Baldosa con acabado de la cara vista de diversas texturas para uso exclusivo en interiores.

#### • Condiciones de suministro y recepción

Las baldosas no presentarán depresiones, grietas ni exfoliaciones, en la cara vista, visibles desde una distancia de 2 m con luz natural diurna (está permitido el relleno permanente de huecos menores).

– Marcado CE: obligatorio desde el 1 de octubre de 2006. Normas de aplicación: UNE-EN 13748-1:2005 y UNE-EN 13748-1:2005/ERRATUM:2005. Baldosas de terrazo. Parte 1: Baldosas de terrazo para uso interior.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

a. Dimensiones (longitud, anchura, espesor), en mm.

b. Clase por espesor de la capa de huella de la baldosa (relacionada directamente por el tipo de pulido: en fábrica o in situ), Th: clase I (baldosas con capa de huella de espesor  $\geq 4 \text{ mm}$ ), clase II (baldosas con capa de huella de espesor  $\geq 8 \text{ mm}$ ).

Las baldosas de clase Th I no admitirán pulido tras su colocación.

Las baldosas de clase Th II podrán pulirse tras su colocación.

c. Clase resistente a la carga de rotura: 1: BL I (sin requisito); 2: BL II (superficie de la baldosa  $\leq 1100 \text{ cm}^2$ , valor individual  $\geq 2,5 \text{ kN}$ ); 3: BL III (superficie de la baldosa  $> 1100 \text{ cm}^2$ , valor individual  $\geq 3,0 \text{ kN}$ ).

Las baldosas de clase BL I deberán colocarse sobre una cama de mortero sobre una base rígida.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Absorción total de agua, en %.
- b. Absorción de agua por capilaridad, en g/cm<sup>2</sup>.
- c. Resistencia a la flexión, en Mpa.
- d. Resistencia al desgaste por abrasión.
- e. Resistencia al deslizamiento/resbalamiento, según el CTE DB SUA 1.
- f. Reacción al fuego: clase A1 sin necesidad de ensayo
- g. Conductividad térmica.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Características geométricas, de aspecto y forma. Características físicas y mecánicas: Resistencia a la carga de rotura. Absorción total de agua. Absorción de agua por capilaridad. Resistencia a la flexión. Resistencia al desgaste por abrasión. Resistencia al deslizamiento/resbalamiento. Conductividad térmica.

### **8.3.6. BALDOSAS DE TERRAZO PARA USO EXTERIOR**

Baldosa con acabado de la cara vista de diversas texturas para uso en exteriores (incluso en cubiertas) en áreas peatonales donde el aspecto decorativo es el predominante (p. e. paseos, terrazas, centros comerciales, etc.)

#### **• Condiciones de suministro y recepción**

Las baldosas no presentarán depresiones, grietas ni exfoliaciones, en la cara vista, visibles desde una distancia de 2 m con luz natural diurna (está permitido el relleno permanente de huecos menores).

– Marcado CE: obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE EN 13748-2:2005. Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- a. Dimensiones (longitud, anchura, espesor), en mm.
- b. Clase por espesor de la capa de huella de la baldosa (relacionada directamente por el tipo de pulido: en fábrica o in situ), Th: clase I (baldosas con capa de huella de espesor  $\geq 4 \text{ mm}$ ), clase II (baldosas con capa de huella de espesor  $\geq 8 \text{ mm}$ ).

Las baldosas de clase Th I no admitirán pulido tras su colocación.

Las baldosas de clase Th II podrán pulirse tras su colocación.

c. Clase resistente a la flexión: ST (valor medio  $\geq 3,5 \text{ Mpa}$ ; valor individual  $\geq 2,8 \text{ Mpa}$ ); TT (valor medio  $\geq 4,0 \text{ Mpa}$ ; valor individual  $\geq 3,2 \text{ Mpa}$ ); UT (valor medio  $\geq 5,0 \text{ Mpa}$ ; valor individual  $\geq 4,0 \text{ Mpa}$ ).

d. Clase resistente a la carga de rotura: 30: 3T (valor medio  $\geq 3,0$  kN; valor individual  $\geq 2,4$  kN); 45: 4T (valor medio  $\geq 4,5$  kN; valor individual  $\geq 3,6$  kN); 70: 7T (valor medio  $\geq 7,0$  kN; valor individual  $\geq 5,6$  kN); 110: 11T (valor medio  $\geq 11,0$  kN; valor individual  $\geq 8,8$  kN); 140: 14T (valor medio  $\geq 14,0$  kN; valor individual  $\geq 11,2$  kN); 250: 25T (valor medio  $\geq 25,0$  kN; valor individual  $\geq 20,0$  kN); 300: 30T (valor medio  $\geq 30,0$  kN; valor individual  $\geq 24,0$  kN).

e. Clase resistente al desgaste por abrasión: F (sin requisito); G (huella  $\leq 26$  mm; pérdida  $\leq 26/50$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>); H (huella  $\leq 23$  mm; pérdida  $\leq 20/50$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>); I (huella  $\leq 20$  mm; pérdida  $\leq 18/50$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>).

f. Clase resistente climática: A (sin requisito); B (absorción de agua  $\leq 6\%$ ); D (masa perdida después del ensayo de hielo-deshielo: valor medio  $\leq 1,0$  kg/m<sup>2</sup>; valor individual  $\leq 1,5$  kg/m<sup>2</sup>).

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Resistencia al deslizamiento/resbalamiento, según el CTE DB SUA 1.

b. Reacción al fuego: clase A1 sin necesidad de ensayo.

c. Conductividad térmica.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Características geométricas, de aspecto y forma. Características físicas y mecánicas: Resistencia a la carga de rotura. Resistencia climática. Resistencia a la flexión. Resistencia al desgaste por abrasión. Resistencia al deslizamiento/resbalamiento. Conductividad térmica.

#### **8.4.1. TEJAS DE ARCILLA COCIDA PARA COLOCACIÓN DISCONTINUA**

Elementos de recubrimiento para colocación discontinua sobre tejados inclinados y revestimiento interior y exterior de muros, que se obtienen por conformación (extrusión y/o prensado), secado y cocción, de una pasta arcillosa que puede contener aditivos y que pueden estar recubiertos total o parcialmente de engobe o esmalte.

##### • Tipos:

- Teja con encaje lateral y de cabeza: teja que tiene un dispositivo de encaje lateral y un dispositivo de encaje transversal simple o múltiple.

- Teja con solo encaje lateral: teja que tiene un dispositivo de encaje lateral y carece de dispositivo de encaje transversal, lo que permite obtener valores variables de recubrimiento.

- Teja plana sin encaje: teja que no tiene ningún dispositivo de encaje y puede presentar ligeros nervios longitudinales y/o transversales.

- Teja de solape: teja que está perfilada en forma de S y no contiene ningún dispositivo de encaje.

- Teja curva: teja que tiene forma de canalón con bordes paralelos o convergentes y un diseño que permite obtener valores variables de solape de cabeza.

- Piezas especiales: elementos destinados a completar y/o complementar las tejas utilizadas en la cubierta con diseño y dimensiones compatibles con ellas.

##### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de febrero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 1304:2006. Tejas de arcilla cocida para colocación discontinua. Definiciones y especificaciones de producto.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 3/4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

- TEJA CON ENCAJE LATERAL Y DE CABEZA Y TEJA CON SOLO ENCAJE LATERAL:

- a. Designación, se definen dos clases: mixta o plana.
- b. Dimensiones nominales (longitud y anchura), en mm.
- c. Impermeabilidad, se definen dos categorías: 1 (factor medio de impermeabilidad  $\leq 0,5$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día o coeficiente medio de impermeabilidad  $\leq 0,8$ ) ó 2 (factor medio de impermeabilidad  $\leq 0,8$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día o coeficiente medio de impermeabilidad  $\leq 0,925$ ).
- d. Tipo de ensayo a la helada en función del país donde se vayan a utilizar: A (Bélgica, Luxemburgo y Holanda), B (Alemania, Austria, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia y Suiza), C (España, Francia, Grecia, Italia y Portugal), D (Dinamarca, Irlanda y Reino Unido).

- TEJA PLANA SIN ENCAJE Y TEJA DE SOLAPE:

- a. Dimensiones nominales (longitud y anchura), en mm.
- b. Impermeabilidad, se definen dos categorías: 1 (factor medio de impermeabilidad  $\leq 0,5$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día o coeficiente medio de impermeabilidad  $\leq 0,8$ ) ó 2 (factor medio de impermeabilidad  $\leq 0,8$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día o coeficiente medio de impermeabilidad  $\leq 0,925$ ).
- c. Tipo de ensayo a la helada en función del país donde se vayan a utilizar: A (Bélgica, Luxemburgo y Holanda), B (Alemania, Austria, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia y Suiza), C (España, Francia, Grecia, Italia y Portugal), D (Dinamarca, Irlanda y Reino Unido).

- TEJA CURVA:

- a. Dimensiones nominales (longitud), en mm.
- b. Impermeabilidad, se definen dos categorías: 1 (factor medio de impermeabilidad  $\leq 0,5$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día o coeficiente medio de impermeabilidad  $\leq 0,8$ ) ó 2 (factor medio de impermeabilidad  $\leq 0,8$  cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día o coeficiente medio de impermeabilidad  $\leq 0,925$ ).
- c. Tipo de ensayo a la helada en función del país donde se vayan a utilizar: A (Bélgica, Luxemburgo y Holanda), B (Alemania, Austria, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia y Suiza), C (España, Francia, Grecia, Italia y Portugal), D (Dinamarca, Irlanda y Reino Unido).

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Resistencia mecánica.
- b. Comportamiento frente al fuego exterior.
- c. Clase de reacción al fuego.
- d. Emisión de sustancias peligrosas.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Características estructurales. Regularidad de la forma. Rectitud (control de flecha). Dimensiones. Impermeabilidad. Resistencia a flexión. Resistencia a la helada. Comportamiento al fuego exterior. Reacción al fuego.

### 8.4.3. ADHESIVOS PARA BALDOSAS CERÁMICAS

Se definen distintos tipos de adhesivos según la naturaleza química de los conglomerantes.

Adhesivo cementoso (tipo C): Mezcla de conglomerantes hidráulicos, áridos y aditivos orgánicos, que se mezclan con agua o un aditivo líquido justo antes de su utilización.

Adhesivo en dispersión (tipo D): Mezcla de conglomerante(s) orgánico(s) en forma de polímero en dispersión acuosa, aditivos orgánicos y cargas minerales, que se presenta lista para su uso.

Adhesivo de resinas reactivas (tipo R): Mezcla de resinas sintéticas, cargas minerales y aditivos orgánicos cuyo endurecimiento es el resultado de una reacción química. Están disponibles en forma de uno o más componentes.

- Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 12004:2008. Adhesivos para baldosas cerámicas. Requisitos, evaluación de la conformidad, clasificación y designación.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

Tipo de adhesivo según la naturaleza química de sus conglomerantes y sus características opcionales.

Tipos de adhesivos: cementosos (C), en dispersión (D), de resinas reactivas (R).

Según sus características opcionales: adhesivo normal (1), adhesivo mejorado (2), adhesivo de fraguado rápido (F), adhesivo con deslizamiento reducido (T), adhesivo con tiempo abierto ampliado (E), adhesivo deformable (S1), adhesivo altamente deformable (S2).

a. Tiempo de conservación.

b. Tiempo de maduración.

c. Vida útil.

d. Tiempo abierto.

e. Capacidad humectante.

f. Deslizamiento.

g. Tiempo de ajuste.

h. Adherencia.

i. Deformabilidad.

j. Deformación transversal.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Tiempo abierto. Deslizamiento. Adherencia inicial. Adherencia temprana. Adherencia inicial a cizalla. Adherencia después del acondicionamiento. Adherencia a cizalla después del acondicionamiento. Deformación transversal. Resistencia química. Capacidad humectante. Resistencia al fuego.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El fabricante debería informar sobre las condiciones y el uso adecuado del producto.

El prescriptor debería evaluar el estado del lugar de trabajo (influencias mecánicas y térmicas) y seleccionar el producto adecuado considerando todos los riesgos posibles.

#### **8.4.4. BALDOSAS CERÁMICAS**

Placas de poco espesor fabricadas con arcillas y/o otras materias primas inorgánicas, generalmente utilizadas como revestimiento de suelos y paredes, moldeadas por extrusión (A) o por prensado (B) a temperatura ambiente, aunque pueden fabricarse mediante otros

procedimientos, seguidamente secadas y posteriormente cocidas a temperaturas suficientes para desarrollar las propiedades necesarias. Las baldosas pueden ser esmaltadas (GL) o no esmaltadas (UGL) y son incombustibles e inalterables a la luz. Una baldosa totalmente vitrificada (o porcelánico) es una baldosa con absorción de agua menor del 0,5%.

- Condiciones de suministro y recepción

- Marcado. Las baldosas cerámicas y/o su embalaje deben ser marcados con:
  - Marca comercial del fabricante y/o una marca de fabricación propia, y el país de origen.
  - Marca de primera calidad.
  - La referencia del anexo correspondiente de la norma UNE-EN 14411:2006 y clasificación (“precisión” o “natural”), cuando sea de aplicación.
  - Medidas nominales y medidas de fabricación.
  - Naturaleza de la superficie: esmaltada (GL) o no esmaltada (UGL).
- Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 14411:2007. Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado.
- Sistema de evaluación de conformidad: Sistema 3 ó 4.
- Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Tipo de baldosa:

- a.1. Definidos según el método de fabricación: método A, baldosas extruidas; método B, baldosas prensadas; baldosas fabricadas por otros métodos.

- a.2. Definidos según su absorción de agua: baldosas con baja absorción de agua (Grupo I), baldosas con absorción de agua media (Grupo II), baldosa con elevada absorción de agua (Grupo III).

- a.3. Definidos según acabado superficial: esmaltadas (GL) o no esmaltadas (UGL).

- b. Dimensiones y aspecto superficial: Longitud y anchura, espesor, rectitud de lados, ortogonalidad, planitud de superficie, aspecto superficial.

- c. Propiedades físicas: absorción de agua, resistencia a flexión (N/mm<sup>2</sup>), módulo de ruptura, resistencia a la abrasión profunda de baldosas no esmaltadas, resistencia a la abrasión superficial de baldosas esmaltadas, dilatación térmica lineal, resistencia al choque térmico, resistencia al cuarteo de las baldosas esmaltadas, resistencia a la helada, coeficiente de fricción, expansión por humedad, pequeñas diferencias de color, resistencia al impacto.

- d. Propiedades químicas: resistencia a las manchas, resistencia a ácidos y álcalis de baja concentración, resistencia a ácidos y álcalis de alta concentración, resistencia a los agentes de limpieza domésticos y productos químicos para agua de piscinas, emisión plomo y cadmio.

- Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

- Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Reacción al fuego. Fuerza de rotura, resistencia a la flexión. Deslizamiento. Resistencia al derrape. Resistencia al choque térmico. Resistencia a la helada, hielo/deshielo. Adhesión. Emisión de sustancias peligrosas.

### **8.5.1. SUELOS DE MADERA**



Pavimentos interiores formados por el ensamblaje de elementos individuales de madera, ensamblados o preensamblados, clavados o atornillados a una estructura primaria o adheridos o flotantes sobre una capa base.

• Tipos:

Suelos de madera: elementos de parquet macizo con ranuras y/o lengüetas. Productos de lamparqué macizo. Parqué de recubrimiento de madera maciza con sistema de interconexión, incluido bloque inglés. Elementos de parquet mosaico. Elementos de parquet multicapa. Tablas macizas de madera de coníferas para revestimientos de suelo. Tablas pre-ensambladas macizas de madera de frondosas. Parquet de madera maciza. Tablillas verticales, listoncillos y tacos de parquet.

Tableros derivados de la madera: revestimientos de suelos rechapados con madera.

• Condiciones de suministro y recepción

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de marzo de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 14342:2006+A1:2009. Suelos de madera. Características, evaluación de conformidad y marcado.

Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles, para los productos de suelos de madera y parquet:

a. Reacción al fuego (clase y subclase, y para los productos CWFT, densidad media y grosor total mínimo asociados, y para los productos ensayados, las condiciones de montaje y fijación.

b. Emisión (liberación) de formaldehído: Clase E1 o E2.

c. Emisión (contenido) de pentaclorofenol: si es mayor de 5 ppm la leyenda: "PCP > 5 ppm".

d. Resistencia a la rotura: carga máxima (kN) y luz (mm).

e. Deslizamiento.

f. Conductividad térmica (W/mK).

g. Durabilidad (biológica).

– El marcado debe incluir las características previamente mencionadas y la información relativa al procedimiento de colocación y su posible influencia en la aptitud al uso. Cada unidad definida por el fabricante debe ser identificada como se indica a continuación, según el tipo de producto:

a. Tipo de producto, y si es aplicable, su denominación comercial.

b. Nivel de uso (en tableros derivados de la madera).

c. Machihembrado de testa si/no (en tablas macizas de madera de coníferas para revestimientos de suelo)

d. Símbolo de la clase de aspecto.

e. Tipo de acabado (en elementos de parquet mosaico).

f. Longitud nominal del elemento (mm) y número de elementos.

g. Anchura nominal y espesor nominal (mm).

h. Empalmes por unión dentada, si/no (en tablas macizas de madera de coníferas para revestimientos de suelo).

i. Superficie cubierta (m2).

j. Nombre comercial de la especie.

k. Diseño, si es aplicable.

l. Clase de durabilidad, si se requiere.

m. Tipo de colocación.

n. Soporte sobre la cara o sobre la contracara, si es aplicable.

o. Especie de madera (en tablas macizas de madera de coníferas para revestimientos de suelo).

p. Referencia a la Norma de aplicación.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados para los productos de suelos de madera y parqué: Reacción al fuego. Emisión de formaldehído. Contenido de pentaclorofenol. Resistencia a la rotura. Resistencia al deslizamiento. Conductividad térmica. Durabilidad biológica.

– Según el producto, también pueden estar especificados:

Dureza. Contenido de humedad. Características geométricas. Dimensiones nominales. Escuadría y otros ángulos. Abarquillado. Curvatura de cara. Curvatura de canto. Mecanizaciones. Perfil. Adherencia del barniz. Resistencia a la tracción del material de soporte. Arranque de la superficie.

### **19.1.1. CEMENTOS COMUNES**

Conglomerantes hidráulicos, es decir, materiales inorgánicos finamente molidos que, amasados con agua, forman una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecidos, conservan su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. Los cementos conformes con la UNE EN 197-1, denominados cementos CEM, son capaces, cuando se dosifican y mezclan apropiadamente con agua y áridos de producir un hormigón o un mortero que conserve su trabajabilidad durante tiempo suficiente y alcanzar, al cabo de periodos definidos, los niveles especificados de resistencia y presentar también estabilidad de volumen a largo plazo.

Los 27 productos que integran la familia de cementos comunes y su designación es:

TIPOS PRINCIPALES DESIGNACIÓN Y DENOMINACIÓN (TIPOS DE CEMENTOS COMUNES)

CEM I: Cemento Portland CEM I

CEM II: Cementos Portland compuestos Cemento Portland con escoria CEM II/A-S

CEM II/B-S

Cemento Portland con humo de sílice CEM II/A-D

Cemento Portland con puzolana CEM II/A-P

CEM II/B-P

CEM II/A-Q

CEMII/B-Q

Cemento Portland con ceniza volante CEM II/A-V

CEM II/B-V

CEM II/A-W

CEM II/B-W

Cemento Portland con esquisto calcinado CEM II/A-T

CEM II/B-T

Cemento Portland con caliza CEM II/A-L

CEM II/B-L

CEM II/A-LL

CEM II/B-LL

Cemento Portland compuesto CEM II/A-M

CEM II/B-M

CEM III: Cementos con escorias de alto horno CEM III/A

CEM III/B

CEM III/C

CEM IV: Cementos puzolánicos CEM IV/A

CEM IV/A

CEM V: Cementos compuestos CEM V/A

CEM V/B

• Condiciones de suministro y recepción

– - Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2002. Normas de aplicación: UNE-EN 197-1 y UNE EN 197-1:2002 ERRATUM, desde el 1 de febrero de 2006, norma de aplicación: UNE-EN 197-1/A1:2005 y desde el 1 de abril de 2009, norma de aplicación: UNE-EN 197-1:2000/A3:2008. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Identificación: Los cementos CEM se identificarán al menos por el tipo, y por las cifras 32,5, 42,5 ó 52,5, que indican la clase de resistencia (ej., CEM I 42,5R). Para indicar la clase de resistencia inicial se añadirán las letras N o R, según corresponda. Los cementos comunes de bajo calor de hidratación se deben indicar adicionalmente con las letras LH. Puede llevar información adicional: límite en cloruros (%), límite superior de pérdida por calcinación de cenizas volantes (%), nomenclatura normalizada de aditivos.

En caso de cemento envasado, el marcado de conformidad CE, el número de identificación del organismo de certificación y la información adjunta, deben ir indicados en el saco o en la documentación comercial que lo acompaña (albaranes de entrega), o bien en una combinación de ambos. Si sólo parte de la información aparece en el saco, entonces, es conveniente que la información completa se incluya en la información comercial. En caso de cemento expedido a granel, dicha información debería ir recogida de alguna forma apropiada, en los documentos comerciales que lo acompañen.

Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Propiedades mecánicas (para todos los tipos de cemento):

a.1. Resistencia mecánica a compresión normal (Mpa). A los 28 días.

a.2. Resistencia mecánica a compresión inicial (Mpa). A los 2 ó 7 días.

a.2. Calor de hidratación (J/g). A 7 días (conforme Norma EN 196-8) o a 41 h (conforme Norma EN 196-9).

b. Propiedades físicas (para todos los tipos de cemento):

b.1. Tiempo de principio de fraguado (min).

b.2. Estabilidad de volumen (expansión en mm).

c. Propiedades químicas (para todos los tipos de cemento):

c.1. Contenido de cloruros (%).

c.2. Contenido de sulfato (% SO<sub>3</sub>).

c.3. Composición (% en masa de componentes principales - Clínter, escoria de horno alto, humo de sílice, puzolana natural, puzolana natural calcinada, cenizas volantes silíceas, cenizas volantes calcáreas, esquistos calcinados, caliza- y componentes minoritarios).

d. Propiedades químicas (para CEM I, CEM III):

d.1. Pérdida por calcinación (% en masa del cemento final)

d.2. Residuo insoluble (% en masa del cemento final).

e. Propiedades químicas (para CEM IV):

e.1 Puzolanicidad.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Resistencia normal. Resistencia inicial. Principio de fraguado. Estabilidad. Cloruros. Sulfatos. Composición. Pérdida por calcinación. Residuo insoluble. Puzolanicidad. Calor de hidratación.

#### **19.1.7. CALES PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Formas físicas (polvo, terrones, pastas o lechadas), en las que pueden aparecer el óxido de calcio y el de magnesio y/o el hidróxido de calcio y/o el de magnesio, utilizadas como conglomerantes para preparar morteros para fábricas, revestimientos interiores y exteriores, así como para fabricar otros productos para construcción.

• Tipos:

- Cales aéreas: constituidas principalmente por óxido o hidróxido de calcio que endurecen lentamente al aire bajo el efecto del dióxido de carbono presente en el aire. Pueden ser:

- Cales vivas (Q): producidas por la calcinación de caliza y/o dolomía, pudiendo ser cales cálcicas (CL) y cales dolomíticas (semihidratadas o totalmente hidratadas).

- Cales hidratadas (S): cales aéreas, cálcicas o dolomíticas resultantes del apagado controlado de las cales vivas.

- Cales hidráulicas naturales (NHL): producidas por la calcinación de calizas más o menos arcillosas o síliceas con reducción a polvo mediante apagado con o sin molienda, que fraguan y endurecen con el agua. Pueden ser:

- Cales hidráulicas naturales con adición de materiales (Z): pueden contener materiales hidráulicos o puzolánicos hasta un 20% en masa.

- Cales hidráulicas (HL): constituidas principalmente por hidróxido de calcio, silicatos de calcio y aluminatos de calcio, producidos por la mezcla de constituyentes adecuados.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de agosto de 2003, norma de aplicación: UNE EN 459-1:2002 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 459-1:2002/AC:2002. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Tipo de cal: cálcica (CL), dolomítica (DL), hidráulica natural (NHL), hidráulica artificial (HL).

b. Cifra de dos dígitos que indica el contenido de CaO+MgO de las cales aéreas cálcicas.

c. Cifra de dos dígitos que indica el contenido de CaO+MgO de las cales aéreas dolomíticas.

d. Letra mayúscula que indica el estado en que son suministradas las cales aéreas cálcicas.

e. Letra mayúscula que indica el estado en que son suministradas las cales aéreas dolomíticas.

f. Cifra que indica, en MPa, la resistencia a compresión mínima a 28 días de las cales aéreas hidráulicas.

g. Letra mayúscula Z en caso de contener adiciones de materiales hidráulicos o puzolánicos adecuados hasta un 20% de la masa de las cales hidráulicas naturales.

h. Tiempo de fraguado en cales hidráulicas.

i. Contenido en aire de cales hidráulicas.

j. Estabilidad de volumen.

k. Finura.

l. Penetración.

m. Durabilidad.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

En general, contenido de: CaO+MgO, MgO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, cal libre (% de masa).

En cales hidráulicas, resistencia a compresión a los 28 días (Mpa).

En cales vivas, estabilidad después del apagado y rendimiento (dm<sup>3</sup>/10kg).

En cal cálcica hidratada, dolomítica hidratada, en pasta, hidráulica e hidráulica natural: Finura (% de rechazo en masa). Agua libre (%). Estabilidad (mm). Penetración (mm). Contenido en aire (%). Tiempo de fraguado (h).

Ensayos adicionales: Reactividad (en cal viva). Demanda de agua (ensayos de morteros). Retención de agua (ensayos de morteros). Densidad volumétrica aparente (kg/dm<sup>3</sup>). Finura (en cal viva). Blancura.

#### **19.1.8. ADITIVOS PARA HORMIGONES**

Producto incorporado en el momento del amasado del hormigón, en una cantidad  $\leq 5\%$  en masa, con relación al contenido de cemento en el hormigón, con objeto de modificar las propiedades de la mezcla en estado fresco y/o endurecido.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio a partir del 1 de marzo de 2011. Norma de aplicación: UNE EN 934-2:2010. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles (suponiendo que los aditivos están uniformemente repartidos en el hormigón):

a. Contenido en iones cloruro.

b. Contenido en alcalinos.

c. Comportamiento frente a la corrosión.

d. Resistencia a compresión.

e. Contenido en aire.

f. Contenido en aire (aire ocluido).

g. Características de los huecos de aire.

h. Reducción de agua.

- i. Exudación.
- j. Tiempo de fraguado.
- k. Tiempo de endurecimiento/desarrollo de las resistencias.
- l. Absorción capilar.
- m. Consistencia.
- n. Sustancias peligrosas.
- o. Durabilidad.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

Homogeneidad. Color. Densidad relativa (sólo para aditivos líquidos). Extracto seco convencional. Valor del pH (sólo para aditivos líquidos). Contenido en cloruros (Cl<sup>-</sup>). Contenido en alcalinos. Reducción de agua. Aumento de la consistencia. Mantenimiento de la consistencia. Tiempo de fraguado. Contenido en aire en el hormigón fresco. Exudación. Contenido en aire en el hormigón endurecido (espaciado de los huecos de aire). Resistencia a compresión. Absorción capilar.

#### **19.1.12. MORTEROS PARA REVOCO Y ENLUCIDO**

Morteros para revoco/enlucido hechos en fábrica (morteros industriales) a base de conglomerantes inorgánicos para exteriores (revocos) e interiores (enlucidos) utilizados en muros, techos, pilares y tabiques.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-1:2003 y desde el 1 de junio de 2006, norma de aplicación: UNE EN 998-1:2003/AC:2006. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Tipo de mortero:

a.1. Definidos según el concepto: diseñados (por sus prestaciones) o prescritos (por sus proporciones).

a.2. Definidos según sus propiedades y/o su utilización: mortero para revoco/enlucido para uso corriente (GP), para revoco/enlucido ligero (LW), para revoco coloreado (CR), para revoco monocapa (OC) mortero para revoco/enlucido para renovación (R), mortero para revoco/enlucido para aislamiento térmico (T).

a.3. Definidos según el sistema de fabricación: mortero hecho en una fábrica (mortero industrial), mortero semiterminado hecho en una fábrica o mortero hecho en obra.

b. Tiempo de utilización.

c. Contenido en aire.

d. Resistencia a compresión a 28 días: valores declarados (N/mm<sup>2</sup>) o categorías: CSI, CSII, CSIII y CSIV.

e. Adhesión (para los morteros para revoco/enlucido excepto para el mortero para revoco monocapa) y adhesión después de ciclos climáticos de acondicionamiento (únicamente para mortero para revoco monocapa): valor declarado de la resistencia (N/mm<sup>2</sup>) y forma de rotura A, B o C.



f. Absorción de agua por capilaridad (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): categorías en  $[kg/(m^2 \cdot min)]$  0,5,  $W_o$  (cuando no está especificado),  $W_1$ ,  $W_2$ , excepto  $R$  para los valores declarados de absorción de agua ( $\geq 0,3$  kg/m<sup>2</sup>, después de 24 horas).

g. Penetración al agua después del ensayo de absorción de agua por capilaridad (en mm).

h. Permeabilidad al agua sobre soportes relevantes después de ciclos climáticos de acondicionamiento (ml/cm<sup>2</sup> después de 48 horas); únicamente para morteros para revoco monocapa.

i. Permeabilidad al vapor de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): valores tabulados declarados del coeficiente  $\mu$  de difusión de vapor de agua.

j. Conductividad térmica/densidad en seco aparente (kg/m<sup>3</sup>) (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico, salvo para los morteros para revoco/enlucido para aislamiento térmico): valor tabulado declarado.

k. Conductividad térmica (para los morteros para revoco/enlucido para aislamiento térmico): valor tabulado declarado (categorías  $T_1$  a  $T_2$ ).

l. Durabilidad (resistencia a los ciclos de hielo/deshielo): valor declarado como pertinente, evaluación basada en función de las disposiciones en vigor en el lugar previsto de utilización para los morteros para revoco excepto los monocapa;

m. Durabilidad (resistencia a los ciclos de hielo/deshielo): valor por ensayos de adhesión y permeabilidad al agua después de ciclos climáticos de acondicionamiento, para los morteros para revoco monocapa.

n. Reacción frente al fuego: euroclases declaradas ( $A_1$  a  $F$ ).

o. Informaciones específicas eventuales relacionadas con las sustancias peligrosas.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados para productos terminados:

Densidad aparente del mortero fresco.

Propiedades del mortero seco: Tamaño máximo del grano y Cantidad de agua de amasado.

Propiedades del mortero endurecido: Resistencia a compresión y Densidad aparente.

### **19.1.13. MORTEROS PARA ALBAÑILERÍA**

Morteros para albañilería hechos en fábrica (morteros industriales) utilizados en muros, pilares y tabiques de albañilería, para su trabazón y rejuntado.

#### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-2:2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.

– Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+ para morteros industriales diseñados, ó 4 para morteros industriales prescritos.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Tipo de mortero:

- Definidos según el concepto: prediseñados (por sus prestaciones) o prescritos (por sus proporciones).

- Definidos según sus propiedades y/o su utilización: mortero para uso corriente (G), mortero para juntas y capas finas (T) o mortero ligero (L).
- Definidos según el sistema de fabricación: mortero hecho en una fábrica (mortero industrial), mortero semiterminado hecho en una fábrica, mortero predosificado, mortero premezclado de cal y arena o mortero hecho en obra.
- b. Tiempo de utilización.
- c. Contenido en cloruros (para los morteros utilizados en albañilería armada): valor declarado (como una fracción en % en masa).
- d. Contenido en aire.
- e. Proporción de los componentes (para los morteros prescritos) y la resistencia a compresión o la clase de resistencia a compresión: proporciones de la mezcla en volumen o en peso.
- f. Resistencia a compresión o la clase de resistencia a compresión (para los morteros diseñados): valores declarados (N/mm<sup>2</sup>) o categorías.
- g. Resistencia de unión (adhesión) (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos estructurales): valor declarado de la resistencia inicial de cizallamiento (N/mm<sup>2</sup>) medida o tabulada.
- h. Absorción de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): valor declarado en [kg/(m<sup>2</sup>.min)]0,5.
- i. Permeabilidad al vapor de agua (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones exteriores): valores tabulados declarados del coeficiente  $\mu$  de difusión de vapor de agua.
- j. Densidad (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico).
- k. Conductividad térmica (para los morteros diseñados destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos de aislamiento térmico): valor declarado o tabulado medido (W/mK).
- l. Durabilidad (resistencia a los ciclos de hielo/deshielo): valor declarado como pertinente, evaluación basada en función de las disposiciones en vigor en el lugar previsto de utilización.
- m. Tamaño máximo de los áridos (para los morteros para juntas y capas finas).
- n. Tiempo abierto o tiempo de corrección (para los morteros para juntas y capas finas).
- o. Reacción frente al fuego (para los morteros destinados a ser utilizados en construcciones sometidas a requisitos frente al fuego): euroclases declaradas (A1 a F).

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Propiedades del mortero fresco: Tiempo de utilización. Contenido en cloruros. Contenido en aire. Tiempo abierto o tiempo de corrección (para los morteros para juntas y capas finas). Dimensiones de los áridos (para los morteros para juntas y capas finas).

- Propiedades del mortero endurecido: Resistencia a compresión. Resistencia de unión (adhesión). Absorción de agua. Permeabilidad al vapor de agua. Densidad. Conductividad térmica. Conductividad térmica. Durabilidad.

#### **19.1.14. ÁRIDOS PARA HORMIGÓN**

Materiales granulares naturales (origen mineral, sólo sometidos a procesos mecánicos), artificiales (origen mineral procesados industrialmente que suponga modificaciones térmicas, etc.), reciclados (a partir de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción), filleres (áridos cuya mayor parte pasa por el tamiz de 0,063 mm y que pueden ser empleados en los materiales de construcción para proporcionar ciertas características) y las mezclas de estos áridos utilizados en

la construcción para la elaboración del hormigón. Se incluyen los áridos con densidad aparente > 2,00 Mg/m<sup>3</sup>, empleados en todo tipo de hormigón. También se incluyen los áridos reciclados con densidades entre 1,50 Mg/m<sup>3</sup> y 2,00 Mg/m<sup>3</sup> con las salvedades pertinentes, y los áridos reciclados finos (4 mm) con las salvedades pertinentes. No se incluyen los filleres empleados como componentes del cemento u otras aplicaciones diferentes del filler inerte para hormigón.

• Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE EN 12620:2003+A1:2009. Áridos para hormigón.

– Sistema de evaluación de la conformidad: en general será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad: 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Características esenciales de los áridos:

a. Forma, tamaño y densidad de partículas.

b. Limpieza.

c. Resistencia a la fragmentación/machaqueo.

d. Resistencia al pulimento/abrasión/desgaste.

e. Composición/contenido.

f. Estabilidad en volumen.

g. Absorción de agua.

h. Sustancias peligrosas: emisión de radioactividad; liberación de metales pesados; liberación de carbonos poliaromáticos; liberación de otras sustancias peligrosas.

i. Durabilidad frente al hielo y deshielos.

j. Durabilidad frente a la reactividad álcali-sílice.

Características esenciales de los filleres:

a. Finura, tamaño y densidad de partículas.

b. Composición/contenido.

c. Limpieza.

d. Estabilidad en volumen.

e. Liberación de otras sustancias peligrosas.

f. Durabilidad frente al hielo y deshielo.

– Cualquier otra información necesaria según los requisitos especiales exigibles según su uso final u origen del árido:

a. Requisitos geométricos: Índice de lajas (para determinar la forma de los áridos gruesos). Coeficiente de forma (de áridos gruesos). Contenido en conchas, en % (de áridos gruesos). Contenido en finos, en % máximo (masa) que pasa por el tamiz 0,063 mm. Calidad de los finos.

b. Requisitos físicos: Resistencia a la fragmentación. Resistencia al desgaste (de los áridos gruesos). Resistencia al pulimento (de los áridos gruesos). Resistencia a la abrasión superficial (de los áridos gruesos). Resistencia a la abrasión por neumáticos claveteados (de los áridos gruesos). Densidad aparente y absorción de agua. Densidad de conjunto. Resistencia (del árido grueso) a ciclos de hielo y deshielo, estabilidad al sulfato de magnesio. Estabilidad de volumen. Retracción por secado. Reactividad álcali-sílice. Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.

c. Requisitos químicos: Contenido en cloruros. Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido total en azufre. Contenido en sulfato soluble en agua de los áridos reciclados. Otros componentes.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Para las características generales: Granulometría. Forma de los áridos gruesos. Contenido en finos. Calidad de los finos. Densidad de partículas y absorción de agua. Reactividad álcali-sílice. Descripción petrográfica. Sustancias peligrosas (emisión de radioactividad, liberación de metales pesados, liberación de carbonos poliaromáticos).

- Para las características específicas de los áridos destinados a un empleo específico: Resistencia a la fragmentación. Resistencia al desgaste. Resistencia al pulimento. Resistencia a la abrasión superficial. Resistencia a la abrasión por neumáticos claveteados. Hielo y deshielo. Contenido en cloruros. Contenido en carbonato cálcico.

- Para propiedades apropiadas de áridos de determinados orígenes: Contenido en conchas. Estabilidad en volumen - Retracción por secado. Contenido en cloruros. Compuestos que contienen azufre. Sustancias orgánicas (contenido en humus, ácido fúlvico, ensayo comparativo de resistencia - tiempo de fraguado, contaminantes orgánicos ligeros). Desintegración del silicato di-cálcico. Desintegración del hierro. Influencia en el tiempo inicial de fraguado del cemento. Constituyentes de los áridos reciclados gruesos. Densidad de partículas y absorción de agua. Sulfato soluble en agua.

#### **19.1.17. ÁRIDOS PARA MORTEROS**

Materiales granulares naturales (origen mineral, sólo sometidos a procesos mecánicos), artificiales (origen mineral procesados industrialmente que suponga modificaciones térmicas, etc.), reciclados (a partir de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción), filler de los áridos (áridos cuya mayor parte pasa por el tamiz de 0,063 mm y que pueden ser empleados en los materiales de construcción para proporcionar ciertas propiedades) y las mezclas de estos áridos utilizados en la construcción para la elaboración de los morteros (mortero para albañilería, mortero para pavimentos/enlucidos, revestimiento de paredes interiores, enfoscado de paredes exteriores, materiales especiales para cimentación, mortero para reparación, pastas) para las edificaciones, carreteras y trabajos de ingeniería civil. No se incluye el filler del árido empleado como componentes del cemento o como un filler inerte de los áridos para morteros o para áridos empleados en la capa superficial de suelos industriales.

• Condiciones de suministro y recepción

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13139:2003 y desde el 1 de enero de 2010, norma de aplicación: UNE-EN 13139/AC:2004. Áridos para morteros.

– El sistema de evaluación de la conformidad aplicable en general a estos productos a efectos reglamentarios será el 2+; no obstante, las disposiciones reglamentarias específicas de cada producto podrán establecer para determinados productos y usos el sistema de evaluación de la conformidad 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Características esenciales de los áridos:

- a. Forma tamaño y densidad de las partículas.
- b. Limpieza.
- c. Composición/contenido.
- d. Estabilidad de volumen.
- e. Absorción de agua.

f. Sustancias peligrosas (emisión de radioactividad, desprendimiento de metales pesados, emisión de carbonos poliaromáticos, emisión de otras sustancias peligrosas).

g. Durabilidad contra el hielo-deshielo.

h. Durabilidad contra la reactividad álcali-sílice.

Características esenciales de los filleres:

a. Finura/granulometría y densidad.

b. Composición/contenido.

c. Limpieza.

d. Pérdida por calcinación.

e. Emisión de sustancias peligrosas.

f. Durabilidad contra el hielo/deshielo.

– Cualquier otra información necesaria según los requisitos especiales exigibles según la aplicación particular, su uso final u origen del árido:

a. Requisitos geométricos: Tamaños del árido. Granulometría. Forma de las partículas y contenido en conchas. Finos (contenido y calidad).

b. Requisitos físicos: Densidad de las partículas. Absorción de agua. Resistencia al hielo y al deshielo.

c. Requisitos químicos: Contenido en cloruros. Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido total en azufre. Contenido en componentes que alteran la velocidad de fraguado y la de endurecimiento del mortero. Requisitos adicionales para los áridos artificiales (sustancias solubles en agua, pérdida por calcinación). Reactividad álcali-sílice.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Tamaño del árido y granulometría. Contenido en conchas. Finos (contenido/calidad, equivalente de arena, azul de metileno). Densidad de partículas. Absorción de agua. Contenido en cloruros (para áridos marinos, para áridos no marinos). Contenido en sulfatos. Compuestos que contienen azufre. Compuestos que alteran la velocidad de fraguado y de endurecimiento del mortero (hidróxido de sodio, ácido fúlvico, ensayo de resistencia comparativa, tiempo de fraguado, contaminantes orgánicos ligeros). Materia soluble en agua. Pérdida por calcinación. Resistencia al hielo y deshielo. Reactividad álcali-sílice. Sustancias peligrosas (emisión de radioactividad, liberación de metales pesados, emisión de carbonos poliaromáticos).

#### **19.2.1. PLACAS DE YESO LAMINADO**

Material formado por un alma de yeso embutida e íntimamente ligada a dos láminas de cartón fuerte para formar una placa rectangular lisa. Las superficies de cartón pueden variar en función de la utilización de cada tipo de placa, y el alma puede contener aditivos que le confieran propiedades adicionales. Los bordes longitudinales están recubiertos por el cartón y perfilados en función de las futuras aplicaciones.

Sistema de fijación: clavado, atornillado o pegado con adhesivo a base de yeso u otros adhesivos. También se pueden incorporar a un sistema de falsos techos suspendidos.

Usos: trasdosados de muros, de techos fijos y suspendidos, de tabiques o para revestimiento de pilares y vigas. También pueden emplearse para suelos y como aplicaciones en exteriores. No se contemplan las placas sometidas a cualquier transformación secundaria (como las placas con aislantes).

- Condiciones de suministro y recepción

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de diciembre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 520:2005+A1:2010. Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 3/ 4.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Las placas de yeso laminado vendrán definidas por la siguiente designación:

a. La denominación “placa de yeso laminado”.

b. Tipo: A, estándar; D, con densidad controlada; E, para exteriores; F, con la cohesión del alma mejorada a altas temperaturas; H (1, 2 ó 3), con capacidad de absorción de agua reducida; I, con dureza superficial mejorada o de alta dureza; P, con una cara preparada para recibir un enlucido de yeso o para ser combinada mediante pegado a otros materiales con forma de placas o paneles; R, con resistencia mejorada.

c. Referencia a la norma UNE EN 520.

d. Dimensiones en mm; anchura, longitud y espesor.

e. Perfil del borde longitudinal: cuadrado, biselado, afinado, semirredondeado, semirredondeado afinado, redondeado, usos especiales.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Determinación de la anchura, longitud y espesor. Ortogonalidad de las aristas. Perfil afinado. Profundidad del afinado del borde. Resistencia a flexión (carga de rotura a flexión). Deformación bajo carga. Capacidad de absorción superficial de agua. Absorción total de agua. Cohesión del alma a alta temperatura. Densidad. Dureza superficial de la placa. Resistencia al esfuerzo cortante (resistencia de la unión placa/subestructura soporte). Gramaje del papel.

### 19.2.2. PANELES DE YESO

Elementos de construcción paralelepípedicos rectangulares prefabricados, con al menos dos de sus lados opuestos machihembrados, producidos a base de sulfato cálcico y agua que puede incorporar fibras, rellenos, áridos y otros aditivos, siempre y cuando no estén clasificados como sustancias peligrosas de acuerdo con la reglamentación europea. Pueden ser macizos o perforados y pueden ser coloreados mediante pigmentos. Tendrán un espesor comprendido entre 50 mm y 150 mm, una longitud no mayor de 1000 mm y una altura determinada en relación a la longitud de forma que la superficie de un panel sea de 0,20 m<sup>2</sup> como mínimo. En los paneles perforados el espesor mínimo del panel en cualquier punto debe ser al menos de 15 mm. El volumen total de huecos debe ser menor del 40%.

Su uso principal es la ejecución de paramentos no portantes, de revestimientos interiores de tabiques y para la protección contra el fuego de columnas, huecos de ascensores, etc. Estos productos no se utilizan para la ejecución de techos.

#### • Condiciones de suministro y recepción

– Mercado CE: Obligatorio desde el 1 de enero de 2010. Norma de aplicación: UNE EN 12859:2009. Paneles de yeso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.

– Sistema de evaluación de la conformidad: 3.

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Los paneles de yeso vendrán definidos por la siguiente designación:

a. Las palabras “Panel de yeso”.

b. Referencia a la norma UNE-EN 12859:2008.



c. Dimensiones en mm: espesor, longitud y altura (o en caso necesario, espesor en mm y número de paneles por m<sup>2</sup>).

d. Tipos: macizo o perforado; densidad (alta, baja, media); masa por unidad de superficie (declarada); hidrofugado (si es necesario, Clase H2 o H1).

e. pH: inferior a 6,5 o superior a 6,5.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Determinación de las dimensiones. Planicidad de los paneles. Masa. Densidad. Resistencia mecánica a flexión. Capacidad de absorción de agua. Contenido en humedad. Determinación del pH.

#### **19.2.5. YESO DE CONSTRUCCIÓN Y CONGLOMERANTES A BASE DE YESO PARA LA CONSTRUCCIÓN**

El yeso de construcción es un conglomerante a base de yeso con un mínimo de un 50% de sulfato de calcio como componente activo principal, y con un contenido en cal inferior al 5% (el fabricante puede añadir aditivos y áridos), incluidos los yesos premezclados (todos los tipos de yesos para la construcción, morteros de yeso y morteros de yeso y cal que se utilizan en la construcción). Los conglomerantes a base de yeso son conglomerantes a base de sulfato de calcio en sus distintas fases de hidratación, que pueden obtenerse a partir de la deshidratación del dihidrato y que se emplea, mezclado con agua, para mantener las partículas sólidas juntas en una masa coherentes durante el proceso de fraguado. Por tanto, se trata yeso de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción en polvo, incluidos los yesos premezclados para revestir paredes y techos en el interior de edificios en los que se aplica como material de acabado que puede ser decorado. Estos productos están especialmente formulados para cumplir sus especificaciones de uso mediante el empleo de aditivos, adiciones, agregados y otros conglomerantes. Se incluyen los yesos y productos a base de yeso para su aplicación manual o mecánica; los conglomerantes a base de yeso para su empleo directo en la obra y los utilizados como materia prima para la fabricación de paneles de yeso, placas de yeso laminado, placas de yeso reforzadas con fibras, productos staff y placas para techos; los morteros de agarre a base de yeso.

Se puede utilizar cal de construcción, en forma de hidróxido de calcio, como conglomerante adicional junto con el conglomerante a base de yeso si el conglomerante a base de yeso es el principal componente activo del mortero.

##### • Condiciones de suministro y recepción

– Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de octubre de 2010. Norma de aplicación: UNE-EN 13279-1:2009. Yeso de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones. Sistemas de evaluación de conformidad: sistema 3 (para su uso en paredes, tabiques, techos o revestimientos para la protección frente al fuego de elementos estructurales y/o para compartimentación frente al fuego en edificios y con característica de reacción al fuego) ó sistema 4 (para su uso en paredes, tabiques, techos o revestimientos para la protección frente al fuego de elementos estructurales y/o para compartimentación frente al fuego en edificios con otras características y para el resto de los casos).

– Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

– Los paneles de yeso vendrán definidos por la siguiente designación:

a. Tipo de yeso o de conglomerante de yeso, según la siguiente designación y su identificación correspondiente:

- Conglomerantes a base de yeso, A: para uso directo o para su transformación (productos en polvo, secos), A1; para empleo directo en obra, A2; para su transformación, A3.

- Yeso para la construcción, B: yeso de construcción, B1; mortero de yeso, B2; mortero de yeso y cal, B3; yeso de construcción aligerado, B4; mortero aligerado de yeso, B5; mortero de yeso y cal aligerado, B6; yeso de construcción de alta dureza, B7.

- Yeso para aplicaciones especiales: yeso para trabajos con staff, C1; yeso para morteros de agarre, C2; yeso acústico, C3; yeso con propiedades de aislamiento térmico, C4; yeso para protección contra el fuego, C5; yeso para su aplicación en capa fina, producto de acabado, C6; producto de acabado, C7.

b. Referencia a la norma UNE-EN 13279-1:2009.

c. Identificación (conforme el punto a): A, A1, A2, A3, etc.

d. Tiempo de principio de fraguado.

e. Resistencia a compresión, en N/mm<sup>2</sup>.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Reacción al fuego (en situaciones de exposición: A1).

b. Aislamiento directo al ruido aéreo (en condiciones finales de uso), en dB (para el sistema del que forma parte el producto).

c. Resistencia térmica, en m<sup>2</sup> K/W.

d. Sustancias peligrosas.

– Distintivos de calidad:

Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que avalen las características exigidas.

– Ensayos:

Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados:

- Para los conglomerantes de yeso: Contenido en sulfato de calcio.

- Para los yesos para la construcción: Contenido en conglomerante de yeso. Tiempo de principio de fraguado. Resistencia a flexión. Resistencia a compresión. Dureza superficial. Adherencia.

- Para los yesos para la construcción para aplicaciones especiales: Contenido en conglomerante a base de yeso. Finura de molido. Tiempo de principio de fraguado. Resistencia a flexión. Resistencia a compresión. Dureza superficial.

- Ensayos ligados a las condiciones finales de uso: Reacción al fuego. Resistencia al fuego. Aislamiento directo al ruido aéreo. Absorción acústica. Resistencia térmica (por cálculo). Sustancias peligrosas.

## **2. PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA**

### **2.1. ACTUACIONES PREVIAS**

#### **2.1.1. DERRIBOS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Operaciones destinadas a la demolición total o parcial de un edificio o de un elemento constructivo, incluyendo o no la carga, el transporte y descarga de los materiales no utilizables que se producen en los derribos.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

El criterio de medición será como se indica en los diferentes capítulos.

Generalmente, la evacuación de escombros, con los trabajos de carga, transporte y descarga, se valorará dentro de la unidad de derribo correspondiente. En el caso de que no esté incluida la

evacuación de escombros en la correspondiente unidad de derribo: metro cúbico de evacuación de escombros contabilizado sobre camión.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

Se realizará un reconocimiento previo del estado de las instalaciones, estructura, estado de conservación, estado de las edificaciones colindantes o medianeras. Se prestará especial atención en la inspección de sótanos, espacios cerrados, depósitos, etc., para determinar la existencia o no de gases, vapores tóxicos, inflamables, etc. Se comprobará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. Además, se comprobará el estado de resistencia de las diferentes partes del edificio. Se procederá a apuntalar y apejar huecos y fachadas, cuando sea necesario, siguiendo como proceso de trabajo de abajo hacia arriba, es decir de forma inversa a como se realiza la demolición. Reforzando las cornisas, vierte-aguas, balcones, bóvedas, arcos, muros y paredes. Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio, tales como agua, electricidad y teléfono, neutralizándose sus acometidas. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo, durante los trabajos. Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios. Se procederá a disinsonectar y desinfectar, en los casos donde se haga necesario, sobre todo cuando se trate de edificios abandonados, todas las dependencias del edificio.

Deberá primarse los trabajos de deconstrucción sobre los de demolición indiscriminada para facilitar la gestión de residuos a realizar en la obra.

Antes del comienzo de obras de demolición se deberán tomar las medidas adecuadas para identificar los materiales que puedan contener amianto. Si existe la menor duda sobre la presencia de amianto en un matinal o una construcción, deberán observarse las disposiciones del Real Decreto 396/2006. El amianto, clasificado como residuo peligroso, se deberá recogerá por empresa inscrita en el registro de Empresas con Registro de Amianto (RERA), separándolo del resto de residuos en origen, en embalajes debidamente etiquetados y cerrados apropiados y transportado de acuerdo con la normativa específica sobre transporte de residuos peligrosos.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

En la ejecución se incluyen dos operaciones, derribo y retirada de los materiales de derribo; ambas se realizarán conforme a la Parte III de este Pliego de Condiciones sobre gestión de residuos de demolición y construcción en la obra.

– La demolición podrá realizarse según los siguientes procedimientos:

Demolición por medios mecánicos:

Demolición por empuje, cuando la altura del edificio que se vaya a demoler, o parte de éste, sea inferior a 2/3 de la alcanzable por la máquina y ésta pueda maniobrar libremente sobre el suelo con suficiente consistencia. No se puede usar contra estructuras metálicas ni de hormigón armado. Se habrá demolido previamente, elemento a elemento, la parte del edificio que esté en contacto con medianeras, dejando aislado el tajo de la máquina.

Demolición por colapso, puede efectuarse mediante empuje por impacto de bola de gran masa o mediante uso de explosivos. Los explosivos no se utilizarán en edificios de estructuras de acero, con predominio de madera o elementos fácilmente combustibles.

Demolición manual o elemento a elemento, cuando los trabajos se efectúen siguiendo un orden que, en general, corresponde al orden inverso seguido para la construcción, planta por planta, empezando por la cubierta de arriba hacia abajo. Procurando la horizontalidad y evitando el que trabajen operarios situados a distintos niveles.

Se debe evitar trabajar en obras de demolición y derribo cubiertas de nieve o en días de lluvia. Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, y se designarán y marcarán los elementos que hayan de conservarse intactos. Los trabajos se

realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra a derribar.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos. En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones. El corte o desmontaje de un elemento no manejable por una sola persona se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión. En la demolición de elementos de madera se arrancarán o doblarán las puntas y clavos. No se acumularán escombros ni se apoyarán elementos contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, mientras éstos deban permanecer en pie. Tampoco se depositarán escombros sobre andamios. Se evitará la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados del edificio, impidiendo las sobrecargas.

El abatimiento de un elemento constructivo se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento, de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento. Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la dirección facultativa. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzos horizontales u oblicuos. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas bajo el solo control del freno.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros. Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por aquella.

– La evacuación de escombros, se podrá realizar de las siguientes formas:

Se prohibirá arrojar el escombros, desde lo alto de los pisos de la obra, al vacío.

Apertura de huecos en forjados, coincidentes en vertical con el ancho de un entrevigado y longitud de 1 m a 1,50 m, distribuidos de tal forma que permitan la rápida evacuación de los mismos. Este sistema sólo podrá emplearse en edificios o restos de edificios con un máximo de dos plantas y cuando los escombros sean de tamaño manejable por una persona.

Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombros.

Mediante bajantes cerrados, prefabricados o fabricados in situ. El último tramo del bajante se inclinará de modo que se reduzca la velocidad de salida del material y de forma que el extremo quede como máximo a 2 m por encima del recipiente de recogida. El bajante no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior estará protegida contra caídas accidentales, además estará provista de tapa susceptible de ser cerrada con llave, debiéndose cerrar antes de proceder a la retirada del contenedor. Los bajantes estarán alejados de las zonas de paso y se sujetarán convenientemente a elementos resistentes de su lugar de emplazamiento, de forma que quede garantizada su seguridad.

Por desescombrado mecanizado. La máquina se aproximará a la medianería como máximo la distancia que señale la documentación técnica, sin sobrepasar en ningún caso la distancia de 1 m y trabajando en dirección no perpendicular a la medianería.

En todo caso, el espacio donde cae escombros estará acotado y vigilado. No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Condiciones de terminación

En la superficie del solar se mantendrá el desagüe necesario para impedir la acumulación de agua de lluvia o nieve que pueda perjudicar a locales o cimentaciones de fincas colindantes. Finalizadas las obras de demolición, se procederá a la limpieza del solar.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adopten las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo indicado.

Durante la demolición, si aparecieran grietas en los edificios medianeros se paralizarán los trabajos, y se avisará a la dirección facultativa, para efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese necesario, previa colocación o no de testigos.

#### • Conservación y mantenimiento

En tanto se efectúe la consolidación definitiva, en el solar donde se haya realizado la demolición, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las edificaciones medianeras, así como las vallas y/o cerramientos.

Una vez alcanzada la cota 0, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan podido surgir. Las vallas, sumideros, arquetas, pozos y apeos quedarán en perfecto estado de servicio.

### **2.1.1.1. DERRIBO DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIÓN**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Trabajos de demolición de elementos constructivos con función estructural.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Metro cúbico de demolición de la estructura.
- Unidad realmente desmontada de cercha de cubierta.
- Metro cuadrado de demolición de:
  - Forjados.
  - Soleras.
  - Escalera catalana.

Con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

#### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

#### • Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

Si la demolición se realiza por medio explosivo, se vallarán y señalizarán las inmediaciones de la obra y se pedirá permiso de la autoridad competente. Se apuntalarán los elementos en voladizo antes de aligerar sus contrapesos. Los forjados en los que se observe cedimiento se apuntalarán previamente al derribo. Las cargas que soporten los apeos se transmitirán al terreno, a elementos estructurales verticales o a forjados inferiores en buen estado, sin superar la sobrecarga admisible para éste. En arcos se equilibrarán previamente los empujes laterales y se apearán sin cortar los tirantes hasta su demolición. Todas las escaleras y pasarelas que se usen para el tránsito estarán limpias de obstáculos hasta el momento de su demolición.

#### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

El orden de demolición se efectuará, en general, para estructuras apoyadas, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

– Demolición de solera de piso:

Se troceará la solera, en general, después de haber demolido los muros y pilares de la planta baja, salvo los elementos que deban quedar en pie.

– Demolición de muros y pilastras:

Muro de carga: en general, se habrán demolido previamente los elementos que se apoyen en él, como cerchas, bóvedas, forjados, etc. Se ha de evitar el dejar distancias excesivas entre las uniones horizontales de las estructuras verticales. Muros de cerramiento: se demolerán, en general, los muros de cerramiento no resistente después de haber demolido el forjado superior o cubierta y antes de derribar las vigas y pilares del nivel en que se trabaja. Los cargaderos y arcos en huecos no se quitarán hasta haber aligerado la carga que sobre ellos gravite. Los chapados podrán desmontarse previamente de todas las plantas, cuando esta operación no afecte a la estabilidad del muro. A medida que avance la demolición del muro se irán levantando los cercos, antepechos e impostas. En muros entramados de madera se desmontarán en general los durmientes antes de demoler el material de relleno. Los muros de hormigón armado, se demolerán en general como soportes, cortándolos en franjas verticales de ancho y altura no mayores de 1 y 4 m, respectivamente. Al interrumpir la jornada no se dejarán muros ciegos sin arriostrar de altura superior a 7 veces su espesor.

– Demolición de bóveda:

Se apuntalarán y contrarrestarán, en general, previamente los empujes. Se suprimirá el material de relleno y no se cortarán los tirantes hasta haberla demolido totalmente. Las bóvedas de cañón se cortarán en franjas transversales paralelas. Se demolerá la clave en primer lugar y se continuará hacia los apoyos para las de cañón y en espiral para las de rincón.

– Demolición de vigas:

En general, se habrán demolido previamente todos los elementos de la planta superior, incluso muros, pilares y forjados, quedando la viga libre de cargas. Se suspenderá previamente la parte de viga que vaya a levantarse, cortando o desmontando seguidamente sus extremos. No se dejarán vigas o parte de éstas en voladizo sin apuntalar. Las vigas, armaduras y elementos pesados, se desmontarán por medio de poleas.

– Demolición de soportes:

En general, se habrán demolido previamente todos los elementos que acometan superiormente al soporte, como vigas o forjados con ábacos. Se suspenderá o atirantará el soporte y posteriormente se cortará o desmontará inferiormente. No se permitirá volcarlo sobre los forjados. Cuando sea de hormigón armado se permitirá abatir la pieza sólo cuando se hayan cortado las armaduras longitudinales de su parte inferior, menos las de una cara que harán de charnela y se cortarán una vez abatido.

– Demolición de cerchas y correas metálicas:

Los techos suspendidos en las cerchas se quitarán previamente. Cuando la cercha vaya a descender entera, se suspenderá previamente evitando las deformaciones y fijando algún cable por encima del centro de gravedad, para evitar que bascule. Posteriormente se anularán los anclajes. Cuando vaya a ser desmontada por piezas se apuntalará y troceará, empezando el despiezado por los pares. Se controlará que las correas metálicas estén apeadas antes de cortarlas, evitando el problema de que queden en voladizo, provocando giros en el extremo opuesto, por la elasticidad propia del acero, en recuperación de su primitiva posición, golpeando a los operarios y pudiendo ocasionar accidentes graves.

– Demolición de forjado:

Se demolerá, en general, después de haber suprimido todos los elementos situados por encima del forjado, incluso soportes y muros. Se quitarán, en general, los voladizos en primer lugar, cortándolos a haces exteriores del elemento resistente en el que se apoyan. Los cortes del forjado no dejarán elementos en voladizo sin apuntalar. Se observará, especialmente, el estado del forjado bajo aparatos sanitarios, junto a bajantes y en contacto con chimeneas. Cuando el material de relleno sea solidario con el forjado se demolerá, en general, simultáneamente. Cuando este



material de relleno forme pendientes sobre forjados horizontales se comenzará la demolición por la cota más baja. Si el forjado está constituido por viguetas, se demolerá el entrevigado a ambos lados de la vigueta sin debilitarla y cuando sea semivigueta sin romper su zona de compresión. Previa suspensión de la vigueta, en sus dos extremos se anularán sus apoyos. Cuando la vigueta sea continua prolongándose a otras crujías, previamente se apuntalará la zona central del forjado de las contiguas y se cortará la vigueta a haces interiores del apoyo continuo. Las losas de hormigón armadas en una dirección se cortarán, en general, en franjas paralelas a la armadura principal de peso no mayor al admitido por la grúa. Previa suspensión, en los extremos de la franja se anularán sus apoyos. En apoyos continuos con prolongación de armaduras a otras crujías, se apuntalarán previamente las zonas centrales de los forjados contiguos, cortando los extremos de la franja a demoler a haces interiores del apoyo continuo. Las losas armadas en dos direcciones se cortarán, en general, por recuadros sin incluir las franjas que unan los ábacos o capiteles, empezando por el centro y siguiendo en espiral. Se habrán apuntalado previamente los centros de los recuadros contiguos. Posteriormente se cortarán las franjas de forjados que unen los ábacos y finalmente éstos.

– Demolición de escalera catalana (formada por un conjunto de escalones sobre una bóveda tabicada):

El tramo de escalera entre pisos se demolerá antes que el forjado superior donde se apoya. La demolición del tramo de escalera se ejecutará desde una andamiada que cubra el hueco de la misma. Primero se retirarán los peldaños y posteriormente la bóveda de ladrillo.

– Demolición de cimentación:

La demolición del cimiento se realizará bien con compresor, bien con un sistema explosivo. Si se realiza por explosión controlada, se seguirán las medidas específicas de las ordenanzas correspondientes, referentes a empleo de explosivos, utilizándose dinamitas y explosivos de seguridad y cumpliendo las distancias mínimas a los inmuebles habitados cercanos. Si la demolición se realiza con martillo compresor, se irá retirando el escombros conforme se vaya demoliendo el cimiento.

#### **2.1.1.2. DERRIBO DE FACHADAS Y PARTICIONES**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Demolición de las fachadas, particiones y carpinterías de un edificio.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Metro cuadrado de demolición de:

– Tabique.

– Muro de bloque.

- Metro cúbico de demolición de:

– Fábrica de ladrillo macizo.

– Muro de mampostería.

- Metro cuadrado de apertura de huecos, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

Unidad de levantado de carpintería, incluyendo marcos, hojas y accesorios, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero, con o sin aprovechamiento de material y retirada del mismo, sin transporte a almacén.

##### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

Antes de abrir huecos, se comprobará los problemas de estabilidad en que pueda incurrirse por la apertura de los mismos. Si la apertura del hueco se va a realizar en un muro de ladrillo macizo,

primero se descargará el mismo, apeando los elementos que apoyan en el muro y a continuación se adintelará el hueco antes de proceder a la demolición total.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

Al finalizar la jornada de trabajo, no quedarán muros que puedan ser inestables. El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

#### **– Levantado de carpintería y cerrajería:**

Los elementos de carpintería se desmontarán antes de realizar la demolición de las fábricas, con la finalidad de aprovecharlos, si así está estipulado en el proyecto. Se desmontarán aquellas partes de la carpintería que no están recibidas en las fábricas. Generalmente por procedimientos no mecánicos, se separarán las partes de la carpintería que estén empotradas en las fábricas. Se retirará la carpintería conforme se recupere. Es conveniente no desmontar los cercos de los huecos, ya que de por sí constituyen un elemento sustentante del dintel y, a no ser que se encuentren muy deteriorados, evitan la necesidad de tener que tomar precauciones que nos obliguen a apearlos. Los cercos se desmontarán, en general, cuando se vaya a demoler el elemento estructural en el que estén situados. Cuando se retiren carpinterías y cerrajerías en plantas inferiores a la que se está demoliendo, no se afectará la estabilidad del elemento estructural en el que estén situadas y se dispondrán protecciones provisionales en los huecos que den al vacío.

#### **– Demolición de tabiques:**

Se demolerán, en general, los tabiques antes de derribar el forjado superior que apoye en ellos. Cuando el forjado haya cedido, no se quitarán los tabiques sin apuntalar previamente aquél. Los tabiques de ladrillo se derribarán de arriba hacia abajo. La tabiquería interior se ha de derribar a nivel de cada planta, cortando con rozas verticales y efectuando el vuelco por empuje, que se hará por encima del punto de gravedad. En el caso de tabiquería de entramado autoportante, deberá desmontarse en el orden inverso al que fue montada.

#### **– Demolición de cerramientos:**

Se demolerán, en general, los cerramientos no resistentes después de haber demolido el forjado superior o cubierta y antes de derribar las vigas y pilares del nivel en que se trabaja. Los cerramientos de fachada que no formen parte de la estructura del edificio han de derribarse planta por planta, impidiendo que puedan quedar cerramientos de más de una planta de altura sin trabar con el forjado. El vuelco sólo podrá realizarse para elementos que se puedan despiezar, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja. Será necesario previamente atirantar y/o apuntalar el elemento, hacer rozas inferiores de un tercio de su espesor o anular los anclajes, aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad del elemento. Cuando sea necesario trabajar sobre un muro externo que tenga piso solamente a un lado y altura superior a los 10m, debe establecerse en la otra cara, un andamio. Cuando el muro es aislado, sin piso por ninguna cara y su altura sea superior a 6 m, el andamio se situará por las dos caras.

#### **– Demolición de cerramiento prefabricado:**

Se levantará, en general, un nivel por debajo del que se está demoliendo, quitando previamente los vidrios. Se podrá desmontar la totalidad de los cerramientos prefabricados cuando no se debilite con ello a los elementos estructurales, disponiendo en este caso protecciones provisionales en los huecos que den al vacío y un apuntalamiento previo el inicio del desmontaje.

#### **– Apertura de huecos:**

Se evacuarán los escombros producidos y se terminará del hueco. Si la apertura del hueco se va a realizar en un forjado, se apeará previamente, pasando a continuación a la demolición de la zona prevista, arriostrando aquellos elementos.

### **2.1.1.3. LEVANTADO DE INSTALACIONES**

#### **Descripción**

## **Descripción**

Trabajos destinados al levantamiento de las instalaciones (electricidad, fontanería, saneamiento, climatización, etc.) y aparatos sanitarios.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro lineal de levantado de:

Mobiliario de cocina: bancos, armarios y repisas de cocina corriente.

Tubos de calefacción y fijación.

Albañales.

Tuberías de fundición de red de riego (levantado y desmontaje).

Incluyendo parte proporcional de piezas especiales, llaves y bocas, con o sin recuperación de las mismas.

– Unidad de levantado de:

Sanitarios: fregadero, lavabo, bidé, inodoro, bañera, ducha. Incluyendo accesorios.

Radiadores y accesorios.

– Unidad realmente desmontada de equipos industriales.

Todas las unidades de obra incluyen en la valoración la retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### • Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

Antes de proceder al levantamiento de aparatos sanitarios y radiadores deberán neutralizarse las instalaciones de agua y electricidad. Será conveniente cerrar la acometida al alcantarillado. Se vaciarán primero los depósitos, tuberías y demás conducciones de agua. Se desconectarán los radiadores de la red. Antes de iniciar los trabajos de demolición del albañal se desconectará el entronque de éste al colector general, obturando el orificio resultante.

#### **Proceso de ejecución**

##### • Ejecución

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

En el caso en que se prevea la reutilización de los equipos industriales y de la maquinaria, es necesario que personal especializado haga el desmontaje de los equipos.

En general, se desmontarán sin trocear los elementos que puedan producir cortes o lesiones, como vidrios y aparatos sanitarios. El troceo de un elemento se realizará por piezas de tamaño manejable por una sola persona.

– Levantado de aparatos sanitarios y accesorios, sin recuperación de material:

Se vaciarán primeramente los depósitos, tuberías y demás conducciones. Se levantarán los aparatos procurando evitar que se rompan.

– Levantado de radiadores y accesorios:

Se vaciarán de agua, primero la red y después los radiadores, para poder retirar los radiadores.

– Demolición de equipos industriales:

Se desmontarán los equipos industriales, en general, siguiendo el orden inverso al que se utilizó al instalarlos, sin afectar a la estabilidad de los elementos resistentes a los que estén unidos.

– Demolición de albañal:

Se realizará la rotura, con o sin compresor, de la solera o firme. Se excavarán las tierras por medios manuales hasta descubrir el albañal. Se procederá, a continuación, al desmontaje o rotura de la conducción de aguas residuales.

– Levantado y desmontaje de tuberías de fundición de red de riego:

Se vaciará el agua de la tubería. Se excavará hasta descubrir la tubería. Se desmontarán los tubos y piezas especiales que constituyan la tubería. Se rellenará la zanja abierta.

#### **2.1.1.4. DERRIBO DE CUBIERTAS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Trabajos destinados a la demolición de los elementos que constituyen la cubierta de un edificio.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de derribo de cubierta, exceptuando el material de relleno, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

Metro cúbico de material de relleno, con recuperación o no de teja, acopio y retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

##### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

Antes de iniciar la demolición de una cubierta se comprobará la distancia a los tendidos eléctricos aéreos y la carga de los mismos. Se comprobará el estado de las correas.

Se derribarán las chimeneas y demás elementos que sobresalgan de la cubierta, previa disposición de andamiaje sólido, así como los falsos techos e instalaciones suspendidas antes de proceder a la demolición de la cubierta.

Se tapanán, previamente al derribo de las pendientes de la cubierta, los sumideros de las bajantes, para prevenir posibles obturaciones.

##### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

La cubierta se ha de desmontar desde las capas situadas más al exterior hacia las interiores.

– Demolición de los cuerpos salientes en cubierta:

Se demolerán, en general, antes de levantar el material de cobertura. Cuando vayan a ser troceados se demolerán de arriba hacia abajo, no permitiendo volcarlos sobre la cubierta. Cuando vayan a ser descendidos enteros se suspenderán previamente y se anularán los anclajes.

– Demolición de material de cobertura:

Se levantará, en general, por zonas de faldones opuestos, empezando por la cumbrera. Al retirar las tejas, se hará de forma simétrica respecto a la cumbrera, y siempre desde ésta hacia los aleros, siguiendo el sentido descendente.

– Demolición de tablero en cubierta:

Se levantará, en general, por zonas de faldones opuestos, empezando por la cumbrera.

– Demolición de la formación de pendientes con tabiquillos:

Se derribará, en general, por zonas de faldones opuestos, empezando por la cumbrera, después de quitar la zona de tablero que apoya en ellos. A medida que avance la demolición de tabiquillos se derribarán los tabicones y tabiques de arriostramiento.

– Demolición de la formación de pendientes con material de relleno:

Se demolerá, en general, por zonas de faldones opuestos empezando por las limas más elevadas y equilibrando las cargas. No se demolerá en esta operación, la capa de compresión de los forjados, ni se debilitarán las vigas y viguetas.

– Demolición de listones, cabios y correas:

Se levantará, en general, por zonas de faldones opuestos empezando por la cumbrera. Cuando no exista otro arriostramiento entre cerchas que el que proporcionan los cabios y correas, no podrán levantarse éstos sin apuntalar previamente las cerchas. En el caso en que la cercha vaya a ser reutilizada, esta tiene que desmontarse entera, por ello, se ha de colgar de tal manera que no se altere, de forma importante, el estado tensional para el que ha sido proyectada.

#### **2.1.1.5. DEMOLICIÓN DE REVESTIMIENTOS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Demolición de revestimientos de suelos, paredes y techos.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de demolición de revestimientos de suelos, paredes y techos, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

##### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### **• Condiciones previas**

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

Antes del picado del revestimiento se comprobará que no pasa ninguna instalación, o que en caso de pasar está desconectada. Antes de la demolición de los peldaños se comprobará el estado de la bóveda o la losa de la escalera.

##### **Proceso de ejecución**

##### **• Ejecución**

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección Derribos.

– Demolición de techo suspendido:

Los cielos rasos se quitarán, en general, previamente a la demolición del forjado o del elemento resistente al que pertenezcan.

– Demolición de pavimento:

Se levantará, en general, antes de proceder al derribo del elemento resistente en el que esté colocado, sin demoler, en esta operación, la capa de compresión de los forjados, ni debilitar las bóvedas, vigas y viguetas.

– Demolición de revestimientos de paredes:

Los revestimientos se demolerán a la vez que su soporte, sea tabique o muro, a menos que se pretenda su aprovechamiento, en cuyo caso se desmontarán antes de la demolición del soporte.

– Demolición de peldaños:

Se desmontará el peldañado de la escalera en forma inversa a como se colocara, empezando, por tanto, por el peldaño más alto y desmontando ordenadamente hasta llegar al primer peldaño. Si hubiera zanquín, éste se demolerá previamente al desmontaje del peldaño. El zócalo se demolerá empezando por un extremo del paramento.

## **2.2. ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN**

### **2.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **2.2.1.1. EXPLANACIONES**

##### **Descripción**

## **Descripción**

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrá de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada.

Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

## **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de retirada y apilado de capa tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de desmonte. Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo y afinado. Si se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del proyecto, el exceso de excavación se justificará para su abono.
- Metro cúbico de base de terraplén. Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo, desbroce y afinado.
- Metro cúbico de terraplén. Medido el volumen rellenado sobre perfiles, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes.
- Metro cuadrado de entibación. Totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

## **Prescripciones sobre los productos**

### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

- Tierras de préstamo o propias.

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no estén contaminadas.

Préstamos: el material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

- Entibaciones. Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc.

La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80.

El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%.

Las entibaciones de madera no presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Préstamos:

El contratista comunicará a la dirección facultativa, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:



– Préstamos: en el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos “Proctor Normal” y “Proctor Modificado”).

– Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y, con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Caballeros o depósitos de tierra: deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

El terreno se irá excavando por franjas horizontales previamente a su entibación.

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Para complementar la información obtenida de las compañías suministradoras, se procederá a una apertura manual de catas para localizar las instalaciones existentes.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Antes del inicio de los trabajos, en el caso de ser necesario realizar entibaciones, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Replanteo:

Se comprobarán los puntos de nivel marcados, y el espesor de tierra vegetal a excavar.

En general:

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras. Con temperaturas menores de 2 °C se suspenderán los trabajos.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de limpieza, levantándose vallas que acoten las zonas de arbolado o vegetación destinadas a permanecer en su sitio. Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno. Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que haya quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente. La tierra vegetal que se encuentre en las

excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene la dirección facultativa.

#### Sostenimiento y entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que se realicen, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por la dirección facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. En general, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales antes de la entibación hasta una altura de 60 cm o de 80 cm, una vez alcanzada esta profundidad, se colocarán cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales que a su vez estarán apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando la entibación se ejecute con tablas verticales, se colocarán según la naturaleza, actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, sosteniendo las paredes con tablas de 2 m, dispuestas verticalmente, quedando sujetas por marcos horizontales. Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos dudosos se entibará verticalmente a medida que se proceda a la extracción de tierras.

La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes entibadas. Los tabloncillos y codales se dispondrán con su cara mayor en contacto con el terreno o el tablero. Los codales serán 2 cm más largos que la separación real entre cabeceros opuestos, llevándolos a su posición mediante golpeteo con maza en sus extremos y, una vez colocados, deberán vibrar al golpearlos. Se impedirá mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se realizarán a tope, disponiendo codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tabloncillos estarán aguzados en un extremo para clavarlos antes de excavar cada franja, dejando empotrado en cada descenso no menos de 20 cm. Cuando se efectúe la excavación en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuífera de arena fina, se deberán emplear gruesas planchas de entibación y un sólido apuntalamiento, pues en caso contrario puede producirse el hundimiento de dicha capa.

Al finalizar la jornada no deberán quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la documentación técnica. Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o por alteraciones atmosféricas, como lluvias o heladas.

#### Evacuación de las aguas y agotamientos:

Se adoptarán las medidas necesarias para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y no se produzcan erosiones de los taludes. Según el CTE DB SE C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en el trasdós del talud.

#### Desmontes:

Se excavará el terreno con pala cargadora, entre los límites laterales, hasta la cota de base de la máquina. Una vez excavado un nivel descenderá la máquina hasta el siguiente nivel, ejecutando la misma operación hasta la cota de profundidad de la explanación. La diferencia de cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m. En bordes con estructura de contención, previamente realizada, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ella y dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor que 1 m, que se quitará a mano, antes de descender la máquina, en ese borde, a la franja inferior. En los bordes ataluzados se dejará el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor que 1/4 de la altura de la franja ataluzada. Cuando las excavaciones se realicen a mano, la altura máxima de las franjas horizontales será de 1,50 m. Cuando el terreno natural tenga una pendiente superior a 1:5 se realizarán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de ancho y 4% de

pendiente hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, para facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

**Empleo de los productos de excavación:**

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto. Las rocas que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

**Excavación en roca:**

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

**Terraplenes:**

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste. Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación. Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Salvo prescripción contraria, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación. Los bordes con estructuras de contención se compactarán con compactador de arrastre manual; los bordes ataluzados se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada. En la coronación del terraplén, en los últimos 50 cm, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del 100%. La última tongada se realizará con material seleccionado. Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones. Sobre las capas en ejecución deberá prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no fuera factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

**Taludes:**

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Si se tienen que ejecutar zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material del relleno se compactará cuidadosamente.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos se realizarán inmediatamente después de la excavación del talud. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales junto a bordes de coronación de taludes, salvo autorización expresa.

**Caballeros o depósitos de tierra:**

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Los caballeros deberán tener forma regular, y superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista como variación de estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en este tajo, y se comunicará a la dirección facultativa.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

Desmante: no se aceptaran franjas excavadas con altura mayor de 1,65 m con medios manuales.

- Condiciones de terminación

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación:

– Limpieza y desbroce del terreno.

Situación del elemento.

Cota de la explanación.

Situación de vértices del perímetro.

Distancias relativas a otros elementos.

Forma y dimensiones del elemento.

Horizontalidad: nivelación de la explanada.

Altura: grosor de la franja excavada.

Condiciones de borde exterior.

Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

– Retirada de tierra vegetal.

Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

– Desmontes.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

– Base del terraplén.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo.

Nivelación de la explanada.

Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

– Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en  $\pm 10$  cm.

Se comprobará una escuadría, y la separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

- Conservación y mantenimiento

No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Se protegerá el conjunto de la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía. Terraplenes: se mantendrán protegidos los bordes ataluzados contra la erosión, cuidando que la vegetación plantada no se seque, y en su coronación, contra la acumulación de agua, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos; asimismo, se cortará el suministro de agua cuando se produzca una fuga en la red, junto a un talud. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte. No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación. Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a la dirección facultativa, que dictaminará su importancia y, en su caso, la solución a adoptar. No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Los taludes expuestos a erosión potencial deberán protegerse para garantizar la permanencia de su adecuado nivel de seguridad.

### **2.2.1.2. RELLENOS DEL TERRENO**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Obras consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante, compactado, incluso refino de taludes.
- Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos, con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

#### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

- Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Se incluyen la mayor parte de los suelos predominantemente granulares e incluso algunos productos resultantes de la actividad industrial tales como ciertas escorias y cenizas pulverizadas. Los productos manufacturados, como agregados ligeros, podrán utilizarse en algunos casos. Los suelos cohesivos podrán ser tolerables con unas condiciones especiales de selección, colocación y compactación.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.1, se requerirá disponer de un material de características adecuadas al proceso de colocación y compactación y que permita obtener, después del mismo, las necesarias propiedades geotécnicas.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.2, se tomarán en consideración para la selección del material de relleno los siguientes aspectos: granulometría; resistencia a la trituración y desgaste; compactibilidad; permeabilidad; plasticidad; resistencia al subsuelo; contenido en materia orgánica; agresividad química; efectos contaminantes; solubilidad; inestabilidad de volumen; susceptibilidad a las bajas temperaturas y a la helada; resistencia a la intemperie; posibles cambios de propiedades debidos a la excavación, transporte y colocación; posible cementación tras su colocación.

En caso de duda deberá ensayarse el material de préstamo. El tipo, número y frecuencia de los ensayos dependerá del tipo y heterogeneidad del material y de la naturaleza de la construcción en que vaya a utilizarse el relleno.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.2, normalmente no se utilizarán los suelos expansivos o solubles. Tampoco los susceptibles a la helada o que contengan, en alguna proporción, hielo, nieve o turba si van a emplearse como relleno estructural.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

Cuando el relleno tenga que asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.3, antes de proceder al relleno, se ejecutará una buena limpieza del fondo y, si es necesario, se apisonará o compactará debidamente. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, los procedimientos de colocación y compactación del relleno deben asegurar su estabilidad en todo momento, evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria. El relleno en el trasdós del muro se realizará cuando éste tenga la resistencia necesaria y no antes de 21 días si es de hormigón. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

El relleno se ajustará a lo especificado y no presentará asientos en su superficie. Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante. Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el control de un relleno debe asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compacidad obedecen a lo especificado.

- Ensayos y pruebas



Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el grado de compacidad se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor. En escolleras o en rellenos que contengan una proporción alta de tamaños gruesos no son aplicables los ensayos Proctor. En este caso se comprobará la compacidad por métodos de campo, tales como definir el proceso de compactación a seguir en un relleno de prueba, comprobar el asentamiento de una pasada adicional del equipo de compactación, realización de ensayos de carga con placa o el empleo de métodos sísmicos o dinámicos.

- Conservación y mantenimiento

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

### 2.2.1.3. TRANSPORTES DE TIERRAS Y ESCOMBROS

#### Descripción

#### **Descripción**

Trabajos destinados a trasladar a vertedero las tierras sobrantes de la excavación y los escombros.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cúbico de tierras o escombros sobre camión, para una distancia determinada a la zona de vertido, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, pudiéndose incluir o no el tiempo de carga y/o la carga, tanto manual como con medios mecánicos.

#### Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajos y vías de circulación.

Cuando en las proximidades de la excavación existan tendidos eléctricos, con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

Desvío de la línea.

Corte de la corriente eléctrica.

Protección de la zona mediante apantallados.

Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar, siendo conveniente la instalación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas por niveles inferiores a la cota 0 el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos, respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Se controlará que el camión no sea cargado con una sobrecarga superior a la autorizada.

#### **2.2.1.4. VACIADO DEL TERRENO**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Excavaciones a cielo abierto realizadas con medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro quedan por debajo del suelo, para anchos de excavación superiores a 2 m.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medido en perfil natural una vez comprobado que dicho perfil es el correcto, en todo tipo de terrenos (deficientes, blandos, medios, duros y rocosos), con medios manuales o mecánicos (pala cargadora, compresor, martillo rompedor). Se establecerán los porcentajes de cada tipo de terreno referidos al volumen total. El exceso de excavación deberá justificarse a efectos de abono.

– Metro cuadrado de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Entibaciones:

Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80. El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%. La madera no presentará principio de pudrición, alteraciones ni defectos.

– Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.

– Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.

– Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.

– Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

– Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

– Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática; con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura,

determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Además se comprobará la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan ser afectados por el vaciado.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario. La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras.

- Entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que se realicen, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por la dirección facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. En general, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales antes de la entibación hasta una altura de 60 cm o de 80 cm, una vez alcanzada esta profundidad, se colocarán cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales que a su vez estarán apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando la entibación se ejecute con tablas verticales, se colocarán según la naturaleza, actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, sosteniendo las paredes con tablas de 2 m, dispuestas verticalmente, quedando sujetas por marcos horizontales. Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos dudosos se entibará verticalmente a medida que se proceda a la extracción de tierras.

La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes entibadas. Los tableros y codales se dispondrán con su cara mayor en contacto con el terreno o el tablero. Los codales serán 2 cm más largos que la separación real entre cabeceros opuestos, llevándolos a su posición mediante golpeteo con maza en sus extremos y, una vez colocados, deberán vibrar al golpearlos. Se impedirá mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se realizarán a tope, disponiendo codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tabloncillos estarán aguzados en un extremo para clavarlos antes de excavar cada franja, dejando empotrado en cada descenso no menos de 20 cm. Cuando se efectúe la excavación en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuífera de arena fina, se deberán emplear gruesas planchas de entibación y un sólido apuntalamiento, pues en caso contrario puede producirse el hundimiento de dicha capa.

Al finalizar la jornada no deberán quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la documentación técnica. Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o por alteraciones atmosféricas, como lluvias o heladas.

Antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuera necesario, así como las construcciones próximas, comprobando si se observan asientos o grietas. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvia o heladas. Las uniones entre piezas garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines se construirán las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios. Si apareciera el nivel freático, se mantendrá la excavación libre de agua así como el relleno posterior, para ello se dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pozos de acumulación y aspiración de agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno, ni del hormigón colocado.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados. El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En caso de lluvia y suspensión de los trabajos, los frentes y taludes quedarán protegidos. Se suspenderán los trabajos de excavación cuando se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos, y se comunicará a la dirección facultativa.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.2.2.2, la prevención de caída de bloques requerirá la utilización adecuada de mallas de retención.

– El vaciado se podrá realizar:

Sin bataches: el terreno se excavará entre los límites laterales hasta la profundidad definida en la documentación. El ángulo del talud será el especificado en proyecto. El vaciado se realizará por franjas horizontales de altura no mayor que 1,50 m o que 3 m, según se ejecute a mano o a máquina, respectivamente. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianeros, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ellos y se dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor que 1 m, que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja inferior.

Con bataches: una vez replanteados los bataches se iniciará, por uno de los extremos del talud, la excavación alternada de los mismos. A continuación se realizarán los elementos estructurales de contención en las zonas excavadas y en el mismo orden. Los bataches se realizarán, en general, comenzando por la parte superior cuando se realicen a mano y por su parte inferior cuando se realicen con máquina.

– Excavación en roca:

Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca, presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonitizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables.

Los sistemas de diaclasas, las individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, con indicación de la clase de material de relleno, y se señalarán en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra de fábrica, con objeto de facilitar la eficacia de posteriores tratamientos de inyecciones, anclajes, u otros.

– Nivelación, compactación y saneo del fondo:

En la superficie del fondo del vaciado, se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán también las grietas y hendiduras rellenándolas con hormigón o con material compactado.

También los laterales del vaciado quedarán limpios y perfilados.

La excavación presentará un aspecto cohesivo. Se eliminarán los lentejones y se repasará posteriormente.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

Condiciones de no aceptación:

Errores en las dimensiones del replanteo superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

Zona de protección de elementos estructurales inferior a 1 m.

Angulo de talud superior al especificado en más de 2°.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas, deberán ser corregidas.

- Condiciones de terminación

Una vez alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan surgido, tomando las medidas oportunas.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación:

– Replanteo:

Dimensiones en planta y cotas de fondo.

– Durante el vaciado del terreno:

Comparación de los terrenos atravesados con lo previsto en el proyecto y en el estudio geotécnico.

Identificación del terreno del fondo de la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones. Alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Entibación. Se mantendrá un control permanente de las entibaciones y sostenimientos, reforzándolos y/o sustituyéndolos si fuera necesario.

Altura: grosor de la franja excavada.

- Conservación y mantenimiento

No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

Se tomarán las medidas necesarias para asegurar que las características geométricas permanezcan estables, protegiéndose el vaciado frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía.

## **2.2.1.5. ZANJAS Y POZOS**

### **Descripción**

## **Descripción**

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

## **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

– Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

– Metro cuadrado de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

## **Prescripciones sobre los productos**

### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Entibaciones:

Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80. El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%. La madera no presentará principio de pudrición, alteraciones ni defectos.

– Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.

– Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.

– Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.

– Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.

– Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

– Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática; con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

## **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

### **Características técnicas de cada unidad de obra**

#### **• Condiciones previas**

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Para complementar la información obtenida



de las compañías suministradoras, se procederá a una apertura manual de catas para localizar las instalaciones existentes.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario. La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos.

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte. Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m. Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la dirección facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la dirección facultativa autorizará el inicio de la excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

#### **– Entibaciones:**

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que se realicen, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por la dirección facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. En general, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales antes de la entibación hasta una altura de 60 cm o de 80 cm, una vez alcanzada esta profundidad, se colocarán cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales que a su vez estarán apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando la entibación se ejecute con tablas verticales, se colocarán según la naturaleza, actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, sosteniendo las paredes con tablas de 2 m, dispuestas verticalmente, quedando sujetas por marcos horizontales. Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos dudosos se entibará verticalmente a medida que se proceda a la extracción de tierras.

La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes entibadas. Los tableros y codales se dispondrán con su cara mayor en contacto con el terreno o el tablero. Los codales serán 2 cm más largos que la separación real entre cabeceros opuestos, llevándolos a su posición mediante golpeteo con maza en sus extremos y, una vez colocados, deberán vibrar al golpearlos. Se impedirá mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se realizarán a tope, disponiendo codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tabloncillos estarán aguzados en un extremo para clavarlos antes de excavar cada franja, dejando empotrado en cada descenso no menos de 20 cm. Cuando se

efectúe la excavación en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuífera de arena fina, se deberán emplear gruesas planchas de entibación y un sólido apuntalamiento, pues en caso contrario puede producirse el hundimiento de dicha capa.

Al finalizar la jornada no deberán quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la documentación técnica. Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o por alteraciones atmosféricas, como lluvias o heladas.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas. Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos. Una vez alcanzadas las cotas inferiores de los pozos o zanjas de cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras. Se excavará el terreno en zanjas o pozos de ancho y profundo según la documentación técnica. Se realizará la excavación por franjas horizontales de altura no mayor a la separación entre codales más 30 cm, que se entibará a medida que se excava. Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

– Pozos y zanjas:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto. La cota de profundidad de estas excavaciones será la prefijada en los planos, o las que la dirección facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Los pozos, junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que éstas, se excavarán con las siguientes prevenciones:

- reduciendo, cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno, mediante apeos;
- realizando los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible;
- dejando como máximo media cara vista de zapata pero entibada;
- separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas.

No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura definitiva y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

Cuando la excavación de la zanja se realice por medios mecánicos, además, será necesario:

- que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad;
- que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En general, los bataches comenzarán por la parte superior cuando se realicen a mano y por la inferior cuando se realicen a máquina. Se acotará, en caso de realizarse a máquina, la zona de acción de cada máquina. Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención, hasta una profundidad máxima, igual a la altura del plano de cimentación próximo más la mitad de la distancia horizontal, desde el borde de coronación del talud a la cimentación o vial más próximo. Cuando la anchura del batache sea igual o mayor de 3 m, se entibará. Una vez replanteados en el frente del talud, los bataches se iniciarán por uno de los extremos, en excavación alternada. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

– Refino, limpieza y nivelación.

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

Comprobación final:

El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de  $\pm 5$  cm, con las superficies teóricas.

Se comprobará que el grado de acabado en el refino de taludes, será el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin permitir desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con una regla de 4 m.

Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

- Condiciones de terminación

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, una vez hecha la excavación hasta la profundidad necesaria y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación:

– Replanteo:

Cotas entre ejes.

Dimensiones en planta.

Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a  $\pm 10$  cm.

– Durante la excavación del terreno:

Comparar terrenos atravesados con lo previsto en proyecto y estudio geotécnico.

Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Agresividad del terreno y/o del agua freática.

Pozos. Entibación en su caso.

– Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en  $\pm 10$  cm.

Se comprobará una escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

– Entibación de pozo:

Por cada pozo se comprobará una escuadría, separación y posición, no aceptándose si las escuadrías, separaciones y/o posiciones son inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

• **Conservación y mantenimiento**

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella. No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Se protegerá el conjunto de la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte. Al comenzar la jornada de trabajo, las entibaciones deberán ser revisadas, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvia o heladas.

## **2.2.2. CONTENCIONES DEL TERRENO**

### **2.2.2.1. MUROS EJECUTADOS CON ENCOFRADOS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

– Muros: elementos de hormigón en masa o armado para cimentación en sótanos o de contención de tierras, con o sin puntera y con o sin talón, encofrados a una o dos caras. Los muros de sótano son aquellos que están sometidos al empuje del terreno y, en su situación definitiva, a las cargas procedentes de forjados, y en ocasiones a las de soportes o muros de carga que nacen de su cúspide. Los forjados actúan como elementos de arriostramiento transversal. Los muros de contención son elementos constructivos destinados a contener el terreno, por presentar la rasante del mismo una cota diferente a ambos lados del muro, sin estar vinculados a ninguna edificación. Para alturas inferiores a los 10-12 m, se utilizan fundamentalmente dos tipos:

– Muros de gravedad: de hormigón en masa, para alturas pequeñas y elementos de poca longitud.

– Muros en ménsula: de hormigón armado.

– Bataches: excavaciones por tramos en el frente de un talud, cuando existen viales o cimentaciones próximas.

– Drenaje: sistema de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección contra la humedad.

Si los muros de contención se realizan en fábricas será de aplicación lo indicado en la subsección Fachadas de fábrica.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Muros:

Metro cúbico de hormigón armado en muro de sótano, con una cuantía media de 25 kg/m<sup>3</sup> de acero, incluso elaboración, ferrallado, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.

Metro cúbico de hormigón armado en muros. Se especifica la resistencia, el tamaño máximo del árido en mm, la consistencia y el encofrado (sin encofrado, con encofrado a una o a dos caras).

Impermeabilización y drenaje: posibles elementos intervinientes.

Metro cuadrado de impermeabilización de muros y medianeras a base de emulsión bituminosa formada por betunes y resinas de densidad 1 g/cm<sup>3</sup> aplicada en dos capas y en frío.

Metro cuadrado de lámina drenante para muros, especificando el espesor en mm, altura de nódulos en mm y tipo de armadura (sin armadura, geotextil de poliéster, geotextil de polipropileno, malla de fibra de vidrio), con o sin masilla bituminosa en solapes.

Metro cuadrado de barrera antihumedad en muros, con o sin lámina, especificando el tipo de lámina en su caso.

– Bataches:

Metro cúbico de excavación para formación de bataches, especificando el tipo de terreno (blando, medio o duro) y el medio de excavación (a mano, a máquina, martillo neumático, martillo rompedor).

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Muros:

Hormigón en masa (HM) u hormigón armado (HA), de resistencia o dosificación especificados en el proyecto.

Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en el proyecto.

Mallas electrosoldadas de acero de características físicas y mecánicas indicadas en el proyecto.

Juntas: perfiles de estanquidad, separadores, selladores.

El hormigón para armar y las barras corrugadas y mallas electrosoldadas de acero deberán cumplir las especificaciones indicadas en la Instrucción EHE-08 y las indicadas a continuación, para su aceptación.

- Hormigón para armar:

Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 de la Instrucción EHE-08, indicando:

- la composición elegida (artículo 31.1)
- las condiciones o características de calidad exigidas (artículo 31.2)
- las características mecánicas (artículo 39)
- valor mínimo de la resistencia (artículo 31.4)
- docilidad (artículo 31.5)

El hormigón puede ser:

- fabricado en central, de obra o preparado;
- no fabricado en central.

Materiales componentes, en el caso de que no se acopie directamente el hormigón para armar:

– Cemento:

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la Instrucción RC-08, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las limitaciones de uso establecidas en la tabla 26 de la Instrucción EHE-08. En el caso de cementos que contribuyan a la sostenibilidad, se estará a lo establecido en el anejo 13 de la Instrucción EHE-08.

- Agua:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas para comprobar las condiciones establecidas en el artículo 27 de la Instrucción EHE-08.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales.

Siempre que sea posible, dispondrá las instalaciones que permitan el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de los elementos de transporte del hormigón, en los términos que se indican en el artículo 27 de la instrucción EHE-08.

– Áridos:

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28 de la Instrucción EHE-08.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse gravas y arenas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica y se justifique debidamente. En el caso de áridos reciclados se seguirá lo establecido en el anejo 15 de la Instrucción EHE-08.

Sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

Los áridos se designarán por su tamaño máximo en mm, y en su caso, especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

La granulometría de los áridos debe cumplir los requisitos establecidos en el artículo 28.4 de la Instrucción EHE-08.

- Otros componentes:

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras (artículo 29 de la Instrucción EHE-08).

- Armaduras pasivas:

Los aceros cumplirán los requisitos técnicos establecidos en los artículos 32 y 33 de la Instrucción EHE-08.

Serán de acero soldable, no presentarán defectos superficiales ni grietas, y estarán constituidas por:

- Los diámetros nominales de las barras o rollos de acero corrugado se ajustarán a la serie: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm, y los tipos a utilizar serán: de baja ductilidad (AP400 T - AP500 T), de ductilidad normal (AP400 S - AP500 S), o de características especiales de ductilidad (AP400 SD - AP500 SD).

Las características mecánicas mínimas garantizadas por el Suministrador serán conformes con las prescripciones de la tabla 32.2.a. Además, deberán tener aptitud al doblado-desdoblado o doblado simple, manifestada por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo correspondiente.



- Los diámetros nominales de los alambres (corrugados o grafilados) empleados en mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie:

4-4,5-5- 5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5-10-11-12-14 y 16 mm, y los tipos a utilizar serán: ME 500 SD - ME 400 SD - ME 500 S - ME - 400 S - ME 500 T - ME 400 T en mallas electrosoldadas, y AB 500 SD - AB 400 SD - AB 500 S - AB 500 T - AB 400 T en armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros 4 y 4,5 m sólo pueden utilizarse en la armadura de reparto conforme al artículo 59.2.2 de la Instrucción EHE-08, así como en el caso de armaduras básicas electrosoldadas en celosías utilizadas para forjados unidireccionales de hormigón, en cuyo caso se podrán utilizar únicamente en los elementos transversales de conexión de la celosía .

- La ferralla armada, como resultado de aplicar a las armaduras elaboradas los procesos de armado, según el artículo 69 de la EHE-08.

- Accesorios, fundamentalmente separadores, específicamente diseñados, con una resistencia a presión nominal de 2 N/mm<sup>2</sup>.

– Impermeabilización según tipo de impermeabilización requerido en el CTE DB HS 1, artículo 2.1:

Láminas flexibles para la impermeabilización de muros (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.1).

Productos líquidos: polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster.

– Capa protectora: geotextil (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.3), o mortero reforzado con una armadura.

Pintura impermeabilizante.

Productos para el sellado de juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9).

– Drenaje, según tipo de impermeabilización requerido en el CTE DB HS 1, artículo 2.1:

Capa drenante: lámina drenante, grava, fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

Capa filtrante: geotextiles y productos relacionados (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.3) u otro material que produzca el mismo efecto.

Áridos de relleno: identificación. Tipo y granulometría. Ensayos (según normas UNE): friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de áridos.

El árido natural o de machaqueo utilizado como capa de material filtrante estará exento de arcillas, margas y de cualquier otro tipo de materiales extraños. Los acopios de las gravas se formarán y explotarán, de forma que se evite la segregación y compactación de las mismas. Se eliminarán de las gravas acopiadas, las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es la adecuada, se adoptarán las medidas necesarias para corregirla sin alterar la homogeneidad del material.

Pozo drenante.

Tubo drenante ranurado: identificación. Diámetros nominales y superficie total mínima de orificios por metro lineal.

Canaleta de recogida de agua (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.5). Diámetros.

Cámara de bombeo con dos bombas de achique.

– Arquetas de hormigón.

Red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro.

Productos de sellado de juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9) con banda de PVC o perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

Juntas de estanquidad de tuberías (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.8), de caucho vulcanizado, elastómeros termoplásticos, materiales celulares de caucho vulcanizado, elementos de estanquidad de poliuretano moldeado, etc.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará según las indicaciones del capítulo 13 de la Instrucción EHE-08.

Todos los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando su entremezclado o segregación, protegiéndolos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente, evitando cualquier deterioro o alteración de sus características y garantizando el cumplimiento de lo prescrito en los artículos 26 a 30 (capítulo 6) de la Instrucción EHE-08.

En el caso de muros de hormigón armado, se dispondrá de áreas específicas para el almacenamiento de barras o rollos de armaduras recibidas y para las remesas de armaduras o ferralla fabricada, conservándolas, hasta el momento de su elaboración, armado o montaje, debidamente protegidas de la lluvia, humedad del suelo y/o ambientes agresivos, y debidamente clasificadas según sus tipos, clases y los lotes de que procedan, para garantizar la necesaria trazabilidad. Antes de su almacenamiento se comprobará que están limpias para su buena conservación y posterior adherencia.

El estado de la superficie de todos los aceros será siempre objeto de examen antes de su uso, con el fin de asegurarse de que no presentan alteraciones perjudiciales.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Se comprobará el comportamiento del terreno sobre el que apoya el muro, realizándose controles de los estratos del terreno hasta una profundidad de vez y media la altura del muro.

El encofrado, que puede ser a una o dos caras, tendrá la rigidez y estabilidad necesarias para soportar las acciones de puesta en obra, sin experimentar movimientos o desplazamientos que puedan alterar la geometría del elemento por encima de las tolerancias admisibles:

Se dispondrá los elementos de encofrado de manera que se eviten daños en estructuras ya construidas.

Serán lo suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada o mortero y se consigan superficies cerradas del hormigón.

La superficie del encofrado estará limpia y el desencofrante presentará un aspecto continuo y fresco.

El fondo del encofrado estará limpio de restos de materiales, suciedad, etc.

Se cumplirán además todas las indicaciones del artículo 68 de la Instrucción EHE-08.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

En el caso de muros de hormigón armado, se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE-08.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-08 y el anejo 4 de la Instrucción EHE-08), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo 6 de la Instrucción EHE-08.

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

- En caso de bataches:

Éstos comenzarán por la parte superior cuando se realicen a mano y por la inferior cuando se realicen a máquina. Se acotará, en caso de realizarse a máquina, la zona de acción de cada máquina.

Podrán vaciarse los bataches sin realizar previamente la estructura de contención hasta una profundidad máxima  $h+D/2$ , siendo  $h$  la profundidad del plano de cimentación próximo y  $D$ , la distancia horizontal desde el borde de coronación a la cimentación o vial más próximo. Cuando la anchura del batache sea igual o mayor de 3 m, se entibará.

Una vez replanteados en el frente del talud, los bataches se iniciarán por uno de los extremos, en excavación alternada.

No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

En el fondo de la excavación se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor.

- Ejecución de la ferralla:

Se dispondrá la ferralla de la zapata del muro, apoyada sobre separadores, dejando las armaduras necesarias en espera; a continuación, la del fuste del muro y posteriormente el encofrado, marcando en el mismo la altura del hormigón; finalmente, la de zunchos y vigas de coronación y las armaduras de espera para los elementos estructurales que acometan en el muro.

- Recubrimientos de las armaduras:

Se cumplirán los recubrimientos mínimos indicados en el apartado 37.2.4 de la Instrucción EHE-08.

Se dispondrán los calzos y separadores que garanticen los recubrimientos, según las indicaciones de los apartados 37.2.5 y 69.8.2 de la Instrucción EHE-08.

- Hormigonado:

Se hormigonará la zapata del muro a excavación llena, no admitiéndose encofrados perdidos, salvo en aquellos casos en los que las paredes no presenten una consistencia suficiente, dejando su talud natural, encofrándolos provisionalmente, y rellenando y compactando el exceso de excavación, una vez quitado el encofrado.

Se realizará el vertido de hormigón desde una altura no superior a 1 m, vertiéndose y compactándose por tongadas de no más de 50 cm de espesor, ni mayores que la longitud del vibrador, de forma que se evite la disgregación del hormigón y los desplazamientos de las armaduras.

En general, se realizará el hormigonado del muro, o el tramo del muro entre juntas verticales, en una jornada. De producirse juntas de hormigonado se dejarán adarajas, picando su superficie

hasta dejar los áridos al descubierto, que se limpiarán y humedecerán, antes de proceder nuevamente al hormigonado.

– Juntas:

En los muros se dispondrán los siguientes tipos de juntas:

- Juntas de hormigonado entre cimiento y alzado: la superficie de hormigón se dejará en estado natural, sin cepillar. Antes de verter la primera tongada de hormigón del alzado, se limpiará y humedecerá la superficie de contacto y, una vez seca, se verterá el hormigón del alzado realizando una compactación enérgica del mismo.

- Juntas de retracción: son juntas verticales que se realizarán en los muros de contención para disminuir los movimientos reológicos y de origen térmico del hormigón mientras no se construyan los forjados. Estas juntas estarán distanciadas de 8 a 12 m, y se ejecutarán disponiendo materiales selladores adecuados que se embeberán en el hormigón y se fijarán con alambres a las armaduras.

- Juntas de dilatación: son juntas verticales que cortan tanto al alzado como al cimiento y se prolongan en su caso en el resto del edificio. La separación, salvo justificación, no será superior a 30 m, recomendándose que no sea superior a 3 veces la altura del muro. Se dispondrán además cuando exista un cambio de la altura del muro, de la profundidad del cimiento o de la dirección en planta del muro. La abertura de la junta será de 2 a 4 cm de espesor, según las variaciones de temperatura previsible, pudiendo contener perfiles de estanquidad, sujetos al encofrado antes de hormigonar, separadores y material sellador, antes de disponer el relleno del trasdós.

– Curado.

– Desencofrado.

– Impermeabilización:

La impermeabilización se ejecutará sobre la superficie del muro limpia y seca.

El tipo de impermeabilización a aplicar viene definido en el CTE DB HS 1, apartado 2.1, según el grado de impermeabilidad requerido y la solución constructiva de muro, y las condiciones de ejecución en el CTE DB HS 1, apartado 5.1.1.

– Drenaje:

El tipo de drenaje a aplicar viene definido en el CTE DB HS 1 apartado 2.1, junto con el tipo de impermeabilización y ventilación, según el grado de impermeabilidad requerido y la solución constructiva de muro y las condiciones de ejecución en el CTE DB HS 1 apartado 5.1.1.

– Terraplenado:

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste. Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación. Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Salvo prescripción contraria, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación. Los bordes con estructuras de contención se compactarán con compactador de arrastre manual; los bordes ataluzados se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada. En la coronación del terraplén, en los últimos 50 cm, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del

100%. La última tongada se realizará con material seleccionado. Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones. Sobre las capas en ejecución deberá prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no fuera factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

– Rellenos:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.3, antes de proceder al relleno, se ejecutará una buena limpieza del fondo y, si es necesario, se apisonará o compactará debidamente. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, los procedimientos de colocación y compactación del relleno deben asegurar su estabilidad en todo momento, evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria. El relleno en el trasdós del muro se realizará cuando éste tenga la resistencia necesaria y no antes de 21 días si es de hormigón. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones.

- Tolerancias admisibles

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el Anejo 11 de la Instrucción EHE-08.

- Condiciones de terminación

La realización de un correcto curado del hormigón es de gran importancia, dada la gran superficie que presenta el alzado. Se realizará manteniendo húmedas las superficies del muro mediante riego directo que no produzca deslavado o a través de un material que retenga la humedad, según el artículo 71.6 de la Instrucción EHE-08.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Según el capítulo 17 de la Instrucción EHE-08.

Puntos de observación:

– Excavación del terreno:

Comparar los terrenos atravesados con lo previsto en el proyecto y en el estudio geotécnico.

Identificación del terreno del fondo de la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Agresividad del terreno y/o del agua freática.

– Bataches:

Replanteo: cotas entre ejes. Dimensiones en planta.

No aceptación: las zonas macizas entre bataches serán de ancho menor de 0,9NE m y/o el batache mayor de 1,10E m (dimensiones A, B, E, H, N, definidas en NTE-ADV). Las

irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

– Muros:

– Replanteo:

Comprobación de cotas entre ejes de zapatas y fustes de muros y zanjas.

Comprobación de las dimensiones en planta de las zapatas del muro y zanjas.

– Excavación del terreno: según se describe más abajo para excavación general, y consideraciones anteriores en caso de plantearse una excavación adicional por bataches.

Comparar terrenos atravesados con lo previsto en proyecto y estudio geotécnico.

Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Agresividad del terreno y/o del agua freática.

Pozos. Entibación en su caso.

– Operaciones previas a la ejecución:

Eliminación del agua de la excavación (en su caso).

Rasanteo del fondo de la excavación.

Colocación de encofrados laterales, en su caso.

Drenajes permanentes bajo el edificio, en su caso.

Hormigón de limpieza. Nivelación.

No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras. Pasatubos.

– Ejecución del muro.

Armaduras. Vertido del hormigón. Curado.

– Impermeabilización del trasdós del muro. Según artículo 5.1.1 del DB-HS 1.

Tratamiento de la superficie exterior del muro y lateral del cimiento.

Planeidad del muro. Comprobar con regla de 2 m.

Colocación de membrana adherida (según tipo).

Continuidad de la membrana. Solapos. Sellado.

Prolongación de la membrana por la parte superior del muro, 25 cm mínimo.

Prolongación de la membrana por el lateral del cimiento.

Protección de la membrana de la agresión física y química en su caso.

Relleno del trasdós del muro. Compactación.

– Drenaje del muro.

Barrera antihumedad (en su caso).

Verificar situación.

Preparación y acabado del soporte. Limpieza.

Colocación (según tipo de membrana). Continuidad de la membrana. Solapos.

– Juntas estructurales.

– Refuerzos.



- Protección provisional hasta la continuación del muro.
- Comprobación final.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el Anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la Dirección Facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

- **Conservación y mantenimiento**

No se colocarán cargas, ni circularán vehículos en las proximidades del trasdós del muro.

Se evitará en la explanada inferior y junto al muro abrir zanjas paralelas al mismo.

No se adosará al fuste del muro elementos estructurales y acopios, que puedan variar la forma de trabajo del mismo.

Se evitará en la proximidad del muro la instalación de conducciones de agua a presión y las aguas superficiales se llevarán, realizando superficies estancas, a la red de alcantarillado o drenajes de viales, con el fin de mantener la capacidad de drenaje del trasdós del muro para emergencias.

Cuando se observe alguna anomalía, se consultará a la dirección facultativa, que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

Se reparará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

## **2.2.2.2. MUROS PANTALLA**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Pantallas: estructuras continuas de contención y cimentación de hormigón armado, construidas mediante la excavación en el terreno de zanjas perimetrales profundas, ejecutadas sin necesidad de entibación, utilizando generalmente lodos tixotrópicos, en las que posteriormente se colocan las armaduras y se vierte el hormigón, o bien se alojan paneles prefabricados de hormigón. No se incluye la excavación ni la ejecución de apoyos provisionales y definitivos, tales como apuntalamientos, anclajes, etc.

Drenaje: sistema de captación y conducción de aguas del subsuelo para que la excavación se ejecute en seco.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Metro cuadrado de pantalla continua, especificando la resistencia del hormigón, el espesor de la pantalla en cm y el tipo de suelo.
- Metro lineal de muretes-guía para muro pantalla, especificando espesor, altura y distancia entre muretes en cm, así como el tipo de hormigón.
- Metro cuadrado de excavación y hormigonado de pantalla, especificando el espesor en cm.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Las características serán las especificadas en la norma UNE EN 1538:2000 para lodos, hormigón y acero y lo dispuesto en la subsección Hormigón armado del presente Pliego.

Muretes guía, de ancho igual o mayor que 25 cm, según planos.

Hormigón para armar (HA), de resistencia y dosificación especificados en proyecto.

Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

Mallas electrosoldadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

Paneles prefabricados.

Lodos tixotrópicos.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará según las indicaciones del capítulo 13 de la Instrucción EHE-08.

Todos los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando su entremezclado o segregación, protegiéndolos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente, evitando cualquier deterioro o alteración de sus características y garantizando el cumplimiento de lo prescrito en los artículos 26 a 30 (capítulo 6) de la Instrucción EHE-08.

Se dispondrá de áreas específicas para el almacenamiento de barras o rollos de armaduras recibidas y para las remesas de armaduras o ferralla fabricada, conservándolas, hasta el momento de su elaboración, armado o montaje, debidamente protegidas de la lluvia, humedad del suelo y/o ambientes agresivos, y debidamente clasificadas según sus tipos, clases y los lotes de que procedan, para garantizar la necesaria trazabilidad. Antes de su almacenamiento se comprobará que están limpias para su buena conservación y posterior adherencia.

El estado de la superficie de todos los aceros será siempre objeto de examen antes de su uso, con el fin de asegurarse de que no presentan alteraciones perjudiciales.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

De acuerdo con el estudio geotécnico, se comprobará el comportamiento del terreno afectado por la obra dentro y fuera del solar hasta una profundidad de dos veces la del vaciado y la situación más alta que pueda alcanzar el nivel freático una vez construida la obra.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Cuando las aguas y el terreno en contacto con la pantalla sean agresivos, se tomarán las precauciones necesarias respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 (capítulo 7) de la Instrucción EHE-08.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-08 y el anejo 4 de la Instrucción EHE-08), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo 6 de la Instrucción EHE-08.

En la soldadura de aceros especiales se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero.

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### Proceso de ejecución

#### • Ejecución

Para la ejecución de pantallas continuas se consideran aceptables las especificaciones constructivas recogidas en la norma UNE-EN 1538:2000. El proceso incluye las siguientes operaciones:

– Preparación:

Plataforma de trabajo:

Será como mínimo de 12 m de anchura y por el interior del solar, situada al menos a 1,50 m por encima del nivel freático y a 1 m por encima de la base de la cimentación colindante. En zona de viales puede estar como máximo a 2 m por debajo del nivel del terreno exterior al solar. El plano superior de la plataforma se hará coincidir con el origen de la pantalla, cuando la cota del terreno natural no permita cumplir dichas exigencias, se realizará un terraplén compactado hasta conseguirlo según las siguientes indicaciones.

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste. Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación. Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Salvo prescripción contraria, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación. Los bordes con estructuras de contención se compactarán con compactador de arrastre manual; los bordes ataluzados se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada. En la coronación del terraplén, en los últimos 50 cm, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una densidad seca del 100%. La última tongada se realizará con material seleccionado. Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones. Sobre las capas en ejecución deberá prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no fuera factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

En cualquier caso, la plataforma será horizontal y estará libre de obstáculos, suficientemente compactada y drenada para permitir el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Apuntalamientos y recalces:

Se efectuarán apuntalamientos cuando las edificaciones medianeras, debido a su estado, puedan verse afectadas por la perforación de la pantalla.

Se efectuarán recalces cuando sea imposible cumplir con las exigencias en cuanto a cota de la plataforma de trabajo, o cuando el comportamiento de la cimentación contigua lo exija.

#### Conducciones aéreas:

Todas las conducciones aéreas que afecten a la zona de trabajo deberán ser desviadas antes de proceder a los trabajos de perforación.

#### Elementos enterrados:

Antes de proceder a la perforación para la ejecución de la pantalla, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados (tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc.) que afecten el área de trabajo, no sólo los que interfieran directamente, sino también aquellos que por su proximidad puedan afectar a la estabilidad del terreno durante el **Proceso de ejecución** de la pantalla.

#### – Replanteo:

Sobre la plataforma de trabajo deberá situarse el eje de la pantalla, mediante aparatos topográficos. A partir de los puntos fijos de replanteo, se determinarán las cotas absolutas y relativas de la plataforma de trabajo para, a partir de ellas, establecer las de ejecución.

Se elegirá la dosificación del hormigón para que su puesta en obra no resulte defectuosa, debiendo tener por ello una elevada plasticidad.

Para evitar sobreanchos considerables en terrenos heterogéneos o con pozos mal rellenados, se recurrirá a inyecciones precisas del terreno.

En el caso de utilización de anclajes, se requiere permiso de la propiedad colindante y la no existencia de elementos o servicios con los que puedan existir interferencias.

La ejecución de la pantalla se efectuará por paneles independientes en el plan previsto en la documentación técnica, quedando trabados entre sí a través de juntas de hormigonado verticales formando una estructura continua.

El contratista deberá tener en todo momento el control total de todas las operaciones de excavación, hormigonado, manipulación, izado y colocación en su caso, de los paneles prefabricados en las zanjas.

#### – Replanteo de la pantalla:

El contratista lo llevará a cabo de acuerdo con el esquema aprobado por la dirección facultativa.

El contratista adoptará un sistema lógico y sencillo de designación de los paneles, que permita identificarlos en los esquemas y planos y en obra. La identificación en la obra será mediante marcas o señales inconfundibles y permanentes de forma que se correspondan con su respectiva pantalla.

#### – Ejecución de los muretes guía:

A partir del eje de replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separador igual al espesor de la pantalla más 5 cm. Estos muretes, que no sólo servirán de guía a la maquinaria de excavación, sino que también colaboran a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de 25 cm y una altura de 70 a 150 cm, dependiendo de las condiciones del suelo, e irán convenientemente armados. Sobre los muretes guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la excavación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

#### – Preparación del lodo tixotrópico:

En la fabricación de los lodos tixotrópicos, la mezcla del material o materiales secos con agua se realizará empleando medios enérgicos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de un producto uniforme. Asimismo, el lodo deberá ser almacenado 24 horas antes de su empleo por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

Para garantizar la seguridad y la calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas. Existirá asimismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficiente para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

#### – Excavación de la zanja y limpieza de la excavación:

La excavación correspondiente a cada panel se realizará con todos los medios mecánicos previstos en el estudio de ejecución y el programa de trabajos aprobados por la dirección facultativa.

Cuando las excavaciones se realicen por debajo del nivel freático se podrán seguir las indicaciones de la norma NTE-CCP, que determina, en función del tipo de suelo y de la profundidad de la excavación, las soluciones a adoptar para que no se produzcan sifonamientos, rotura del fondo de la excavación ni filtraciones.

Si las condiciones del terreno lo requiriesen, el material extraído de la perforación se irá reemplazando por lodos tixotrópicos que, durante todo el proceso, deberán permanecer por encima del nivel inferior de los muretes guía.

La profundidad de la excavación, en el caso de pantallas de hormigón moldeado "in situ", superará, al menos, en 20 cm a la que tenga la armadura del panel a hormigonar, con objeto de evitar que las armaduras se apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel, donde la limpieza de detritus es más difícil.

Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, o a la colocación, en su caso, del panel prefabricado de hormigón, se efectuará una limpieza del fondo de la zanja, extrayendo los elementos sueltos que se pudieran haber desprendido de las paredes de la excavación, así como los detritus sedimentarios. También se regenerará el lodo de extracción si no cumpliera con las condiciones exigibles.

Desde el comienzo de la excavación de la zanja hasta el final del período de endurecimiento del hormigón, o hasta que se hubiera terminado la colocación del panel prefabricado, no se permitirá apilar en las proximidades de la pantalla ningún material cuyo peso pudiera poner en peligro la estabilidad del terreno.

– Colocación del encofrado de juntas entre paneles:

Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales de unión entre dos paneles consecutivos, cuya misión es la de asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la pantalla de hormigón armado, así como seguir de guía al útil empleado en la excavación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y adecuadamente fijados o empotrados en el fondo; su anchura será igual al espesor de la pantalla.

Existen diversos sistemas para la formación de juntas, se elegirán aquellos que reduzcan la acumulación de hormigón contaminado en su entorno.

– Colocación de armaduras:

Las armaduras se construirán en taller formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud, en horizontal, que la del panel.

Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto deberá tener las dimensiones y disposiciones indicadas en proyecto, con independencia de la profundidad real alcanzada en la perforación de la zanja.

Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja. En la soldadura de aceros especiales se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

La separación mínima entre barras verticales y horizontales será de 10 cm y el recubrimiento de 7 cm. Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el correcto recubrimiento de las barras.

Para garantizar el centrado de las jaulas en zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada 2 m<sup>2</sup> de la pantalla, por lo menos.

Deberán preverse armaduras de espera para el enlace con la viga de atado.

Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá quedar suspendida de forma estable de los muretes guía a una distancia mínima de 20 cm del fondo de la excavación. Durante el izado y colocación de las jaulas, deberá disponerse de una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

– Hormigonado de paneles:

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería de diámetro mínimo 15 cm y 6 veces la dimensión máxima de los áridos; estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevará en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso fuera necesario levantar la tubería de hormigonado, ésta se mantendrá dentro de la masa de hormigón 3 m para hormigonado bajo lodo.

Cuando la longitud del panel sea superior a 6 m, se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón simultáneamente.

Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado. Conviene que la velocidad media de subida del hormigón sobre toda la altura del panel no sea inferior a 3 m/h.

La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en 30 cm. Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el lodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de los muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

– Extracción de encofrados de juntas, en caso necesario:

Después de terminado el hormigonado del panel, se procederá a la extracción de los elementos de encofrados de las juntas entre paneles. Esta operación se realizará cuando el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para que se mantenga vertical la pared encofrada. La extracción de los encofrados se ejecutará con el debido cuidado para no dañar el hormigón del panel, sin golpes, vibraciones ni otros sistemas dinámicos que puedan resultar perjudiciales.

– Colocación de los paneles prefabricados, en su caso:

Terminada la excavación de la zanja, y antes de colocar el panel prefabricado, se introducirá, a través de la tubería de hormigonado, en el fondo de la excavación y hasta una altura adecuada, una mezcla de bentonita-cemento y hormigón; esta altura no será, en general, inferior a 2 m. A continuación se bajará el panel, que quedará así empotrado en su parte inferior.

Una vez introducido y asentado el panel en la zanja, deberá nivelarse convenientemente; para ello se podrán utilizar apoyos extensibles de tornillo o gatos mecánicos que descansen en los muretes guía u otro dispositivo similar para este fin.

Si se utilizase hormigón para el empotramiento, la excavación de las zanjas contiguas se deberá realizar antes de que éste endurezca totalmente.

– Viga de atado:

El exceso de hormigonado que rebasará la cota teórica al menos en 30 cm, en su mayor parte contaminado, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles.

– Vaciado y disposición de apoyos:

Si la excavación se hace en un terreno saturado y por debajo del nivel freático, se establecerá una corriente de filtración de agua a través del terreno que aflorará en el fondo de la excavación o irá a parar a los elementos de drenaje y agotamiento que se dispongan para dejar en seco la excavación.

- Tolerancias admisibles

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el Anejo 11 de la Instrucción EHE-08.

- Condiciones de terminación



La calidad de la superficie depende de la calidad del terreno que le sirve de encofrado, por lo que no se exigirá una tolerancia inferior a la mayor dimensión de los elementos que se encuentran en el terreno. Según éste se podrán obtener superficies más o menos lisas. Se retirarán los de equipos y limpiarán los tajos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Como mínimo, se efectuarán los controles descritos a continuación, pudiendo complementarse el control según las indicaciones de la UNE-EN 1538:2000, Tabla 3 para los muros pantalla en hormigón y Tabla 4 para pantallas prefabricadas en hormigón.

Puntos de observación:

– Muretes guía:

Unidad y frecuencia de inspección: una por cada tramo de muretes.

Dimensiones de excavación.

Separación de los muretes.

Disposición, número y diámetro de las armaduras.

– Perforación:

Posición de la maquinaria.

Unidad y frecuencia de inspección: una por panel.

Anchura útil de la excavación.

Longitud de los paneles.

Profundidad de la zanja excavada.

Desviaciones de la vertical.

Perfil del terreno

Características del lodo tixotrópico. Viscosidad Marsh, densidad. Resistencia al cizallamiento

Nivel del lodo.

– Colocación de armaduras y hormigonado:

Unidad y frecuencia de inspección: una por panel.

Contenido de arena del lodo, antes del hormigonado.

Limpieza del fondo.

Alineación de los elementos de encofrado de juntas. Verticalidad, posición y profundidad.

Comprobación de que la jaula de armaduras no tiene deformaciones durante su izado e introducción en la zanja.

Dimensiones de los separadores.

Colocación de la jaula. Suspendida sin tocar fondo.

Hormigonado. Posición de la tubería de hormigonado. Duración. Nivel de hormigonado.

– Colocación de paneles prefabricados, en su caso, dentro de las zanjas:

Unidad y frecuencia de inspección: una por panel.

Limpieza del fondo.

Colocación correcta de los paneles, alineados y encajados en las juntas correspondientes.

Relleno adecuado del intradós de los paneles (lodos, mortero, hormigón o lo que esté establecido).

– Viga de atado:

Unidad y frecuencia de inspección: una por viga.

Tipo de acero, disposición y diámetro de las armaduras.

Longitudes de anclaje, empalmes y solapo.

Separación entre cercos y recubrimiento de la armadura longitudinal.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el Anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la Dirección Facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

- Conservación y mantenimiento

No se utilizará la pantalla para un uso distinto de aquel para el que ha sido diseñada. Cualquier modificación en la misma, en sus apoyos o en su entorno que puedan afectar a las condiciones de trabajo, debe ser justificada y comprobada mediante los cálculos oportunos realizados por un técnico competente.

## 2.2.3. CIMENTACIONES PROFUNDAS

### 2.2.3.1. ENCEPADOS DE PILOTES

#### Descripción

#### **Descripción**

Son bloques prismáticos de hormigón armado de canto constante dispuestos sobre la cabeza de un pilote o uniendo las cabezas de varios pilotes para que trabajen conjuntamente, sirviendo de base al pilar o elemento estructural.

Los elementos de atado entre encepados pueden ser:

- Vigas de atado o soleras para evitar desplazamientos laterales, necesarios en los casos prescritos en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.
- Vigas de arriostramiento entre encepados de uno o dos pilares o vigas de centrado (encepados excéntricos).

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Unidad de encepado, completamente terminado, incluyendo volumen de hormigón y su puesta en obra, vibrado y curado; y peso de acero en barras corrugadas, ferrallado y colocado.
- Metro cuadrado de capa de hormigón de limpieza, de hormigón de resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido, especificados, fabricado en obra o en central, del espesor determinado, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según la EHE-08.
- Unidad de viga de arriostramiento, de centrado o de atado, completamente terminada, incluyendo volumen de hormigón y su puesta en obra, vibrado y curado; y peso de acero en barras corrugadas, ferrallado y colocado.

#### Prescripciones sobre los productos

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Hormigón para armar, de resistencia o dosificación especificadas en proyecto.
- Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.
- Mallas electrosoldadas de acero de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.
- Si el hormigón se fabrica en obra: cemento, agua, áridos y aditivos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará, según las indicaciones del capítulo 13 de la EHE-08.

Todos los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando su entremezclado o segregación, protegiéndolos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente, evitando cualquier deterioro o alteración de sus características y garantizando el cumplimiento de lo prescrito en los artículos 26 a 30 (capítulo 6) de la EHE-08.

Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán en un lugar ventilado y protegido, mientras que los que se suministren a granel se almacenarán en silos, igual que los aditivos (cenizas volantes o humos de sílice).

En el caso de los áridos se evitará que se contaminen por el ambiente y el terreno y que se mezclen entre sí las distintas fracciones granulométricas.

Las armaduras se conservarán clasificadas por tipos, calidades, diámetros y procedencias, evitando posibles deterioros o contaminaciones. En el momento de su uso estarán exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, etc.), no admitiéndose pérdidas de sección por oxidación superficial superiores al 1% respecto de la sección inicial de la muestra, comprobadas tras un cepillado con cepillo de alambres.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

El terreno de apoyo tras la excavación deberá presentar una superficie limpia y plana y las cabezas de los pilotes se habrán saneado.

No es aconsejable apoyar directamente sobre terrenos expansivos o colapsables las vigas de unión entre encepados.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la EHE-08.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-08 y el anejo 4 de la EHE-08), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo 6 de la EHE-08.

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

– Excavación:

Se seguirán las indicaciones indicadas a continuación, así como las indicaciones referentes a la excavación establecidas en el capítulo Zanjás y pozos.

La cota de profundidad de las excavaciones será la prefijada en los planos o las que la Dirección Facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función de las distancias a las edificaciones colindantes y del tipo de terreno para evitar al máximo la alteración de sus características mecánicas.

Se acondicionará el terreno para que los encepados apoyen en condiciones homogéneas, eliminando rocas, restos de cimentaciones antiguas y lentejones de terreno más resistente, etc. Los elementos extraños de menor resistencia, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado convenientemente, de una compresibilidad sensiblemente equivalente a la del conjunto, o por hormigón en masa.

Para excavar en presencia de agua en suelos permeables, se precisará el agotamiento de ésta durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación, sin comprometer la estabilidad de taludes o de las obras vecinas.

En las excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos arcillosos y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento temporal del fondo del pozo, por absorción capilar del agua del suelo con materiales secos permeables que permita la ejecución en seco del proceso de hormigonado.

En las excavaciones ejecutadas con agotamiento en los suelos cuyo fondo sea suficientemente impermeable como para que el contenido de humedad no disminuya sensiblemente con los agotamientos, se comprobará si es necesario proceder a un saneamiento previo de la capa inferior permeable, por agotamiento o por drenaje.

Si se estima necesario, se realizará un drenaje del terreno de cimentación. Éste se podrá realizar con drenes, con empedrados, con procedimientos mixtos de dren y empedrado o bien con otros materiales idóneos.

Los drenes se colocarán en el fondo de pozos en perforaciones inclinadas con una pendiente mínima de 5 cm por metro. Los empedrados se rellenarán de cantos o grava gruesa, dispuestos en un pozo, cuyo fondo penetrará en la medida necesaria y tendrá una pendiente longitudinal mínima de 3 a 4 cm por metro. Con anterioridad a la colocación de la grava, en su caso se dispondrá un geotextil en el pozo que cumpla las condiciones de filtro necesarias para evitar la migración de materiales finos.

La terminación de la excavación en el fondo y paredes de la misma, debe tener lugar inmediatamente antes de ejecutar la capa de hormigón de limpieza, especialmente en terrenos arcillosos. Si no fuera posible, debe dejarse la excavación de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

El fondo de la excavación se nivelará bien para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

– Hormigón de limpieza:

Sobre la superficie del terreno, recién excavada, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor.

– Colocación de las armaduras y hormigonado del encepado: la puesta en obra, vertido, compactación y curado del hormigón, así como la colocación de las armaduras seguirán las indicaciones de la Instrucción EHE-08 y las indicadas a continuación.

– Colocación de las armaduras:

Se colocarán las armaduras sobre sus correspondientes separadores.

Se cumplirán las especificaciones relativas a dimensiones mínimas de encepados y disposición de armaduras del artículo 58.8 de la EHE-08. La distancia existente entre cualquier punto del perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado será mayor de 25 cm y que el

radio del pilote. La entrega del hormigón del pilote en el encepado será de 5 a 7,5 cm. La armadura longitudinal dispuesta en la cara superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm.

El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones del artículo 37.2.4 de la EHE-08: si se ha preparado el terreno y se ha dispuesto una capa de hormigón de limpieza tal y como se ha indicado en este apartado, los recubrimientos mínimos serán los de las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c, en función de la resistencia característica del hormigón, del tipo de elemento, de la clase de exposición y de la vida útil de proyecto, de lo contrario, si se hormigona el encepado directamente contra el terreno el recubrimiento será de 7 cm. Para garantizar dichos recubrimientos los emparrillados o armaduras que se coloquen en el fondo de la losa, se apoyarán sobre separadores de materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, según las indicaciones de los artículos 37.2.5 y 66.2 de la EHE-08. No se apoyarán sobre camillas metálicas que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, por facilitar la oxidación de las armaduras. Las distancias máximas de los separadores serán de 50 diámetros ó 100 cm, para las armaduras del emparrillado inferior y de 50 diámetros ó 50 cm, para las armaduras del emparrillado superior.

– Puesta en obra del hormigón:

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado. Antes de hormigonar se comprobará que no existen elementos extraños, como barro, trozos de madera, etc. No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada. Se adoptarán las medias necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

– Compactación del hormigón:

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie. La compactación del hormigón se hará con vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado. Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por picado con barra (los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada), vibrado enérgico, (los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm) y vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la dirección de Obra.

– Hormigonado en temperaturas extremas:

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseeque.

– Curado del hormigón:

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar para hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la dirección de

obra. La dirección facultativa comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos, el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado en la Instrucción EHE-08.

– Hormigones especiales:

Cuando se empleen hormigones reciclados u hormigones autocompactantes, el Autor del Proyecto o la dirección facultativa podrán disponer la obligatoriedad de cumplir las recomendaciones recogidas al efecto en los anejos nº 15 y 17 de la Instrucción EHE-08, respectivamente.

En la instrucción EHE-08, el anejo nº 14 recoge unas recomendaciones para el proyecto y la ejecución de estructuras de hormigón con fibras, mientras que el anejo nº 16 contempla las estructuras de hormigón con árido ligero. Además, cuando se requiera emplear hormigones en elementos no estructurales, se aplicará lo establecido en el anejo nº 18.

El hormigonado se realizará de forma continua.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

Según anejo 11 de la EHE-08

Variación en planta del centro de gravedad de los encepados:

2% de la dimensión del encepado en la dirección considerada, sin exceder de  $\pm 50$  mm. Si excede se solicitará a la Dirección facultativa el cálculo de las vigas de centrado que se necesiten.

Niveles:

Cara superior del hormigón de limpieza: +20 mm; -50 mm.

Cara superior del encepado: +20 mm; -50 mm.

Espesor del hormigón de limpieza: -30 mm.

Dimensiones en planta:

Encepados encofrados: +40 mm; -20 mm.

Encepados hormigonados contra el terreno:

Dimensión < 1 m: +80 mm; -20 mm.

Dimensión > 1 m y < 2.5 m: +120 mm; -20 mm.

Dimensión > 2.5 m: +200 mm; -20 mm.

Dimensiones de la sección transversal: +5%  $\pm 120$  mm; -5%  $\pm 20$  mm.

Planeidad:

Del hormigón de limpieza:  $\pm 16$  mm.

De la cara superior del encepado:  $\pm 16$  mm.

De caras laterales (para encepados encofrados):  $\pm 16$  mm.

- Condiciones de terminación

Las superficies acabadas deberán quedar sin imperfecciones, de lo contrario se utilizarán materiales específicos para la reparación de defectos y limpieza de las mismas.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo frío, será necesario proteger la cimentación para evitar que el hormigón fresco resulte dañado. Se cubrirá la superficie mediante placas de poliestireno expandido bien fijadas o mediante láminas calorifugadas. En casos extremos puede ser necesario utilizar técnicas para la calefacción del hormigón.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo caluroso, debe iniciarse el curado lo antes posible. En casos extremos puede ser necesario proteger la cimentación del sol y limitar la acción del viento mediante pantallas, o incluso, hormigonar de noche.



## **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

### • Control de ejecución

Unidad y frecuencia de inspección: 4 comprobaciones por cada 1000 m2 de planta.

Puntos de observación:

Comprobación y control de materiales.

Replanteo de ejes. Comprobación de cotas entre ejes de cimentación.

Descabezado de pilotes. Longitud de anclaje de armaduras al encepado.

Excavación del terreno. Según capítulo Zanjas y pozos.

– Operaciones previas a la ejecución:

Eliminación del agua de la excavación, en su caso.

Rasanteo del fondo de la excavación.

Colocación de encofrados laterales, en su caso.

Drenajes permanentes bajo el edificio, en su caso.

Hormigón de limpieza. Nivelación.

No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras. Pasatubos.

– Colocación de armaduras:

Disposición, tipo, número, diámetro y longitud fijados en proyecto.

Recubrimientos exigidos en proyecto.

Separación de la armadura inferior del fondo.

Suspensión y atado de armaduras superiores en vigas (canto útil).

– Vertido y compactación del hormigón.

– Curado del hormigón.

– Juntas.

– Comprobación final:

Tolerancias.

Defectos superficiales. En su caso, orden de reparación.

### • Ensayos y pruebas

Se efectuarán todos los ensayos preceptivos para estructuras de hormigón, descritos en los capítulos 16 y 17 de la EHE-08. Entre ellos:

– Ensayos de los componentes del hormigón, en su caso:

Cemento: físicos, mecánicos, químicos, etc. (según la Instrucción RC-08) y determinación del ion Cl- (artículo 26 EHE-08).

Agua: análisis de su composición (sulfatos, sustancias disueltas, etc.; artículo 27 EHE-08), salvo que se utilice agua potable.

Áridos: de identificación, de condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas (artículo 28 EHE-08).

Aditivos: de identificación, análisis de su composición (artículo 29 EHE-08).

– Ensayos de control del hormigón:

Ensayo de docilidad (artículo 86.3.1, EHE-08).

Ensayo de durabilidad: ensayo para la determinación de la profundidad de penetración de agua (artículo 86.3.3, EHE-08).

Ensayo de resistencia (previos, característicos o de control, artículo 86.3.2, EHE-08).

– Ensayos de control del acero, junto con el del resto de la obra:

Sección equivalente, características geométricas y mecánicas, doblado-desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento de rotura en armaduras pasivas (artículos 87 y 88, EHE-08).

• Conservación y mantenimiento

Durante el período de ejecución deberán tomarse las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de la cimentación. Cuando se prevea alguna modificación que pueda alterar las solicitaciones previstas en los encepados será necesario el dictamen de la dirección facultativa.

Cuando se aprecie alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, será estudiado por la dirección facultativa que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en el caso de ser imputable a la cimentación, los refuerzos o recalces que deban realizarse.

Se reparará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

### 2.2.3.2. PILOTES DE HORMIGÓN ELABORADOS "IN SITU"

#### Descripción

#### **Descripción**

Pilote de hormigón "in situ" es el elemento resistente de forma cilíndrica construido con hormigón armado en el interior del terreno, mediante extracción de las tierras o desplazamiento de las mismas, cuya longitud es superior a ocho veces su menor dimensión, y que transmite al terreno circundante las cargas de la estructura que soporta.

Según el CTE DB SE C, se contemplan los siguientes tipos: pilotes de desplazamiento con azuche, pilotes de desplazamiento con tapón de gravas, pilotes de extracción con entubación recuperable, pilotes de extracción con camisa perdida, pilotes de extracción sin entubación con lodos tixotrópicos, pilotes barrenados sin entubación, pilotes barrenados hormigonados por el tubo central de la barrena y pilotes de desplazamiento por rotación.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante hincas de entubación recuperable, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante hincas de entubación recuperable con tapón de gravas, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante excavación de tierras con entubación recuperable, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante excavación de tierras con entubación perdida, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante excavación con cuchara sin entubación, con lodos

tixotrópicos, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante barrena sin entubación, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Metro lineal de pilote "in situ".

Pilote "in situ" de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, del diámetro especificado, ejecutado mediante barrena continua, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Hormigón para armar, de resistencia o dosificación especificadas en proyecto.

– Armaduras de acero de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

Las armaduras cumplirán las especificaciones de los artículos 32 y 33 de la EHE-08. También pueden utilizarse tubos o perfiles de acero para armar los pilotes.

– Lodos de perforación.

Los lodos de perforación seguirán las especificaciones en cuanto a densidad, viscosidad medida en cono Marsh, etc., descritas en el apartado 6.5.2 de la UNE-EN 1536:2000 y en el 6.3.1 de la UNE-EN 1538:2000.

Las características que deben cumplir las materias primas utilizadas para fabricar el hormigón de los pilotes, son las especificadas en el apartado 5.4.1.1.1 del CTE DB SE C, que se ajustan a lo indicado en la EHE-08:

– Agua.

Cumplirá lo expuesto en el artículo 27 de la EHE-08, para evitar que afecte a los materiales constituyentes del elemento a construir.

– Cemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.1).

Se ajustará a los tipos definidos en la vigente instrucción para la recepción de cemento. Pueden emplearse otros cementos cuando se especifiquen y tengan una eficacia probada en condiciones determinadas.

No se recomienda la utilización de cementos de gran finura de molido y de alto calor de hidratación, debido a altas dosificaciones a emplear y tampoco el empleo de cementos de aluminato de calcio, siendo preferible el uso de cementos con adiciones (tipo II), porque se ha manifestado que éstas mejoran la trabajabilidad y la durabilidad, reduciendo la generación de calor durante el curado.

Si el nivel de agresividad es muy elevado, se emplearán cementos con la característica especial de resistencia a sulfatos o agua de mar (SR/MR).

– Áridos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.14).

Cumplirán las especificaciones contenidas en el artículo 28 de la EHE-08.

Su granulometría será continua para evitar la segregación. Es preferible el empleo de áridos redondeados cuando la colocación del hormigón se realice mediante tubo Tremie.

El tamaño máximo del árido se limitará a 32 mm o a 1/4 de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor de ambas dimensiones. En condiciones normales se utilizarán tamaños máximos de árido de 25 mm, si es rodado, y de 20 mm, si procede de machaqueo.

– Aditivos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.8).

Se podrán utilizar con gran cuidado reductores de agua y plastificantes, incluidos los superplastificantes, para evitar el rezume o segregación que podría resultar por una elevada proporción de agua.

Se limitará, en general, la utilización de aditivos de tipo superfluidificante de duración limitada al tiempo de vertido, que afecten a una prematura rigidez de la masa, al tiempo de fraguado y a la segregación. En el caso de que se utilicen, se asegurará que su dosificación no provoque estos efectos secundarios y mantenga unas condiciones adecuadas en la fluidez del hormigón durante el periodo completo del hormigonado de cada pilote.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará, según las indicaciones del capítulo 13 de la EHE-08.

Todos los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando su entremezclado o segregación, protegiéndolos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente, evitando cualquier deterioro o alteración de sus características y garantizando el cumplimiento de lo prescrito en los artículos 26 a 30 (capítulo 6) de la EHE-08.

Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán en un lugar ventilado y protegido, mientras que los que se suministren a granel se almacenarán en silos, igual que los aditivos (cenizas volantes o humos de sílice).

En el caso de los áridos se evitará que se contaminen por el ambiente y el terreno y que se mezclen entre sí las distintas fracciones granulométricas.

Las armaduras se conservarán clasificadas por tipos, calidades, diámetros y procedencias, evitando posibles deterioros o contaminaciones. En el momento de su uso estarán exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, etc.), no admitiéndose pérdidas de sección por oxidación superficial superiores al 1% respecto de la sección inicial de la muestra, comprobadas tras un cepillado con cepillo de alambres.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Siendo determinante el terreno para la elección del pilotaje, la naturaleza de los estratos del terreno deberá ajustarse a la prevista según el proyecto.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la EHE-08 o bien se proporcionará una adecuada protección a través de camisas perdidas.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-08 y el anejo 4 de la EHE-08), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo 6 de la EHE-08.

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

Según el CTE DB SE C, apartado 5.4.1.1, para la ejecución de pilotes hormigonados “in situ” se consideran adecuadas las especificaciones constructivas con relación a este tipo de pilotes recogidas en la norma UNE-EN 1536:2000.

#### **• Preparación e información previa**

Proyecto.

Orden de ejecución de los pilotes.

Emplazamiento de la maquinaria y acotado del tajo de cada una, así como de los accesos y circulaciones interiores durante los trabajos.

Preparación y nivelación del terreno.

Replanteo general de pilotes, comprobando las cotas entre ejes de cimentación y la disposición de los pilotes de cada grupo, con las tolerancias indicadas en proyecto.

Fases de ejecución

#### **• Procedimientos de ejecución comunes a los diferentes tipos de pilotes in situ**

Durante la construcción de pilotes perforados se tomarán medidas para prevenir entradas incontroladas de agua y/o terreno en la perforación, adoptando los medios de contención que aseguren la estabilidad y eviten esas entradas (entubaciones, lodos, etc.).

– Limpieza del fondo de la perforación:

En todos los tipos de pilotes ejecutados “in situ”, salvo en los de desplazamiento, se prestará especial atención a la limpieza del fondo de la perforación, antes de proceder al hormigonado del pilote. Se tomarán precauciones especiales en la limpieza del ensanchamiento de la base cuando la haya.

– Hormigonado:

El hormigón de los pilotes deberá poseer las siguientes cualidades: alta capacidad de resistencia contra la segregación; alta plasticidad y buena cohesión; buena fluidez; capacidad de auto compactación y suficiente trabajabilidad durante el proceso de vertido, incluida la retirada, en su caso, de entubados provisionales.

Según el CTE DB SE C, apartado 5.4.1.2, las dosificaciones de amasado y los valores de consistencia serán las recomendadas en dicho apartado.

Debe asegurarse que la docilidad y fluidez se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, discontinuidades en el hormigón o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. Durante 4 horas y, al menos durante todo el periodo de hormigonado de cada pilote, la consistencia del hormigón dispuesto deberá mantenerse en un cono de Abrams no inferior a 100 mm.

El hormigonado podrá ejecutarse de modo continuo o discontinuo tanto si se realiza en seco como con agua; salvo en el caso de hormigonado con lodos tixotrópicos, que será continuo.

Si el hormigonado se efectúa en seco y en un momento dado penetra el agua en el interior de la entubación, el pilote debe considerarse defectuoso. Si esto se repitiera, o bien, desde el principio

si el terreno es permeable y acuífero, se preferirá llenar la entubación de agua al mismo nivel que la capa freática, efectuando el hormigonado sumergido (hormigonado bajo agua o lodos) mediante tubo Tremie. En el apartado 8.3.3 de la UNE-EN 1536:2000 se especifican las características de este tubo y las condiciones del hormigonado sumergido.

El hormigonado de cada pilote se realizará sin interrupción, hasta su terminación, no admitiéndose juntas de hormigonado.

El tiempo entre el final de la perforación y el hormigonado debe ser el menor posible.

No se permitirá la contaminación del hormigón por ningún suelo, líquido u otro material que pueda perjudicar el comportamiento del pilote.

No se permitirá la hinca con desplazamiento de pilotes o entibaciones en un radio de 3 m alrededor de un pilote hormigonado, con entubación recuperada, hasta que el hormigón haya adquirido una resistencia mínima especificada en proyecto, según ensayos previos. Tampoco se permitirá la perforación con extracción durante este mismo plazo, en un radio igual a tres diámetros y medio, a partir del centro del pilote, salvo en el caso de pilotes barrenados.

No se iniciará la operación de saneo de la cabeza, ni la colocación de los encofrados para el encepado, en ese mismo tiempo.

– Armado:

Las armaduras cumplirán las especificaciones en cuanto a dimensiones, armadura mínima, disposición, distancias y recubrimientos contenidas en la EHE-08.

La armadura longitudinal del pilote y la armadura transversal se atarán fuertemente entre sí formando una jaula. El montaje de las jaulas y la unión de las barras entre sí se harán de forma que puedan ser izadas y colocadas sin sufrir deformaciones permanentes. Las jaulas se mantendrán suspendidas o apoyadas para adoptar la posición correcta durante el hormigonado.

En el caso de los pilotes perforados, si no hubiera especificaciones de armaduras en proyecto, se consultará a la dirección facultativa la conveniencia de disponer, en obra, bases de espera en la cabeza de los pilotes para su conexión con la superestructura, siguiendo las recomendaciones de CTE DB SE C.

La armadura se colocará, limpia, exenta de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial, lo más pronto posible después de la limpieza de la perforación, alineada con el eje del pilote y respetando el correcto recubrimiento en toda su longitud. Durante el hormigonado se mantendrá a una altura que asegure que sobresalga la longitud requerida de la cota de descabezado. En pilotes de barrena continua se puede colocar la armadura después del vertido del hormigón.

– Terminación:

Los pilotes, una vez terminados, deberán quedar hormigonados a una altura superior a la definitiva ya que este exceso será demolido una vez endurecido el hormigón. La altura de este exceso a sanear será como mínimo la mitad del diámetro del pilote, cuando la cabeza quede sobre el nivel freático del terreno, y vez y media el diámetro del pilote, cuando ésta quede por debajo de dicho nivel.

• Procedimientos específicos de cada tipo de pilote in situ

– Pilotes de desplazamiento, con azuche:

La entubación estará provista, para su hinca, en su extremo inferior, de un azuche de punta cónica o plana, metálica o de hormigón prefabricado, de diámetro exterior mayor que el del pilote, y con su parte superior cilíndrica preparada para encajar con el extremo inferior de la entubación.

La hinca se hará mediante golpeo con maza, pisón o martillo, en la parte superior de la entubación, introduciéndolo en el terreno hasta alcanzar el rechazo, que se obtendrá en 3 andanadas de golpes de pisón, de 10 golpes cada una. En los pilotes de desplazamiento, la profundidad real se determina por el rechazo de la hinca, que deberá aproximarse a la profundidad prevista para el pilotaje.

Terminada la perforación se introducirá en la entubación la armadura, formada por una jaula constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El hormigonado se realizará en seco de forma continua o discontinua. La entubación se extraerá de manera que



siempre quede un mínimo de 3 m, para impedir la entrada de agua, por la parte inferior del tubo. La extracción de la entubación se simultaneará con un golpeo en cabeza, para conseguir un efecto de vibrado del hormigón.

– Pilotes de desplazamiento, con tapón de gravas:

La hincas de la entubación se ejecutará por golpeo sobre un tapón de gravas, arena u hormigón, formado previamente en la entubación, por capas pequeñas y compactadas enérgicamente, hasta obtener un tapón de longitud mínima igual a tres veces el diámetro exterior de la entubación. El hormigón del tapón de gravas tendrá una consistencia nula en el cono de Abrams (consistencia de tierra húmeda).

El golpeo sobre el tapón, con una maza o pisón, arrastrará a la entubación hasta la profundidad de rechazo, que deberá ser la prevista para el pilotaje.

Al final de la hincas, el golpeo de la maza desalojará el tapón de la entubación, previa sujeción de ésta por la máquina de pilotaje, quedando dicho tapón como punta ensanchada del pilote.

El hormigonado se realizará en seco, por tongadas que se apisonarán o vibrarán para garantizar la continuidad del fuste, que deberá quedar rugoso debido a que la entubación se irá extrayendo simultáneamente al apisonado del hormigón, de forma que quede siempre un mínimo de altura de hormigón, del orden de 3 m, para impedir la entrada de agua por la parte inferior de la entubación.

– Pilotes de extracción, con entubación recuperable:

La entubación se introducirá en el terreno mediante excavación, hasta la profundidad requerida. El descenso de la entubación se realizará siempre por delante de la excavación, salvo cuando haya que atravesar capas que requieran el empleo de trépano.

En terrenos muy blandos o susceptibles de sifonamiento, durante la excavación, el nivel del agua en el interior de la entubación se mantendrá 1 m, por lo menos, por encima del nivel freático.

En terrenos coherentes de gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empotramiento de la punta. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada ésta e inmediatamente antes del vertido del hormigón.

El hormigonado se realizará de forma continua, con tubería siempre parcialmente sumergida en el hormigón, o discontinua, mediante un dispositivo especial que se "clavará" en el hormigón fresco para descargar en su interior la masa correspondiente a una capa. La entubación se retirará al mismo tiempo que se hormigone el pilote, debiéndose mantener durante todo este proceso un resguardo de al menos 3 m de hormigón fresco por encima del extremo inferior de la tubería recuperable.

– Pilotes de extracción, con camisa perdida:

Si existen corrientes subterráneas capaces de producir el lavado del hormigón y el corte del pilote o los terrenos son susceptibles de sufrir deformaciones debidas a la presión lateral ejercida por el hormigón se debe considerar la posibilidad de dejar una camisa perdida.

El sistema de excavación es el mismo que el descrito en el apartado anterior. Realizada la excavación y antes de colocar la armadura y hormigonar el pilote, se introducirá, dentro de la entubación la camisa perdida, que se situará en la posición prevista en proyecto. Se mantendrá suspendida desde la boca de la perforación, hasta la terminación de las operaciones de hormigonado.

– Pilotes perforados sin entubación, con lodos tixotrópicos:

La perforación se realizará utilizando lodos tixotrópicos para la estabilización de las paredes del taladro y para facilitar la evacuación de los materiales finos. Los lodos de perforación seguirán las especificaciones en cuanto a densidad, viscosidad medida en cono Marsh, etc., descritas en el apartado 6.5.2 de la UNE-EN 1536:2000 y en el 6.3.1 de la UNE-EN 1538:2000.

Durante la perforación, se sustituirán total o parcialmente los lodos siempre que alguna de sus propiedades varíe con respecto a la tabla 3 de la UNE-EN 1536:2000.

Terminada la perforación y antes de colocar la armadura, se efectuará una limpieza de fondo del taladro para eliminar los materiales sueltos y detritus de la perforación que se hayan depositado.

El hormigonado se realizará de modo continuo, bajo los lodos, de forma que al inyectar el hormigón en el fondo, éstos se desplacen hacia arriba. En el proceso de hormigonado se debe asegurar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. La tubería de hormigonado irá introducida siempre 4 m como mínimo dentro del hormigón anteriormente vertido.

– Pilotes barrenados, sin entubación:

La entubación del terreno la produce el propio elemento de excavación (barrena o hélice continua). Una vez alcanzado el fondo, el hormigón se colocará sin invertir el sentido de la barrena y en un movimiento de extracción del útil de perforación. La armadura del pilotaje se introducirá a posteriori, hincándola en el hormigón aún fresco hasta alcanzar la profundidad de proyecto, que será como mínimo de 6 m o 9 diámetros.

Es adecuado en terrenos secos y coherentes, pero no se autorizará cuando el terreno sea inestable y tenga que realizarse la perforación bajo el nivel freático.

Se cuidará especialmente la limpieza del fondo del taladro y la pared del mismo antes de proceder a la colocación de las armaduras y al vertido del hormigón, con el fin de garantizar que no se produzcan desprendimientos de las paredes durante estos trabajos.

El hormigón se realizará en seco y de forma continua.

– Pilotes barrenados, con barrena continua:

La barrena continua se introducirá en el terreno a rotación hasta alcanzar la profundidad prevista en una sola operación.

Se procederá entonces, simultáneamente a la extracción de la barrena con las tierras alojadas en ella, al hormigonado por bombeo a través del tubo central de la misma. Durante la extracción de la barrena, el hormigón bombeado se mantendrá en contacto con el extremo inferior de la barrena.

Una vez hormigonado el pilote en seco, o bajo agua de forma continua, se procederá a la colocación de la armadura dentro del hormigón fresco, pudiendo utilizar para ello un vibrador acoplado.

Durante el proceso de hormigonado, se deberá combinar adecuadamente la velocidad de ascensión de la barrena, el caudal del hormigonado y la presión a la que se realice el mismo, con el fin de evitar cortes o estricciones del fuste del pilote o sobresecciones y excesos de hormigón inútiles.

Según el CTE DB SE C, apartado 5.4.1.1, no deben realizarse pilotes de barrena continua, si existen capas de terreno inestable con un espesor mayor que tres veces el diámetro del pilote salvo que pueda demostrarse mediante pilotes de prueba que la ejecución es satisfactoria o se ejecuten pilotes con registro continuo de parámetros y tubo telescópico de hormigonado que asegure la continuidad estructural del pilote; si son pilotes aislados salvo que se asegure la continuidad estructural del pilote mediante un registro continuo de parámetros de perforación y hormigonado; si son pilotes inclinados más de 6° salvo que se controle la dirección de la perforación y la colocación de las armaduras; si trabajan a tracción salvo que se pueda garantizar el armado en toda su longitud y el recubrimiento de la armadura; tampoco si están en zona sísmica.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

Según el apartado 5.4.3, del CTE DB SE C y el anejo 11 de la EHE-08:

Posición de los pilotes a nivel de la plataforma de trabajo:

$e < e_{max} = 0,1 \cdot Deq$ , para pilotes con  $Deq \leq 1,5$  m;

$e < e_{max} = 0,15$  m, para pilotes con  $Deq > 1,5$  m;

Siendo  $Deq$  el diámetro equivalente del pilote y  $e$ , la desviación en planta del eje del pilote, medida a nivel de las plataforma de trabajo.

Inclinación:

$i < i_{max} = 0,02 \text{ m/m}$ , para  $\theta \leq 4^\circ$ ;

$i < i_{max} = 0,04 \text{ m/m}$ , para  $\theta > 4^\circ$ ;

Siendo  $\theta$  el ángulo que forma, en proyecto, el eje del pilote con la vertical.

Desviación en planta del centro de gravedad de la cara superior de un pilote:  $\pm 100 \text{ mm}$  para control de ejecución normal y  $\pm 50 \text{ mm}$  para control de ejecución intenso.

Desviación en el nivel de la cara superior de un pilote, una vez descabezado:  $-60 \text{ mm}$ ,  $+30 \text{ mm}$ .

Desviación en el diámetro Deq de la sección del pilote:  $+0,1 \text{ Deq} \leq 100 \text{ mm}$ ;  $-20 \text{ mm}$ .

Antes del comienzo de los trabajos se podrán establecer, si se estima necesario, tolerancias más estrictas que las anteriores.

Para medir las desviaciones de ejecución se considerará que el centro del pilote es el centro de gravedad de las armaduras longitudinales, o, para los no armados, el centro del mayor círculo inscrito en la sección de la cabeza del pilote.

Si no se respetan, el constructor solicitará a la dirección facultativa las actuaciones pertinentes.

- **Condiciones de terminación**

Se eliminará de la parte superior del pilote el hormigón contaminado o de menor calidad a la prescrita hasta alcanzar el hormigón sano. Esta operación de descabezado se llevará a cabo únicamente cuando el hormigón haya endurecido lo suficiente. Después del descabezado, los pilotes sobresaldrán del terreno una longitud tal que permita un empotramiento del hormigón de  $5 \text{ cm}$ , como mínimo, en el encepado.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Unidad y frecuencia de inspección: 4 comprobaciones por cada  $1000 \text{ m}^2$  de planta.

Puntos de observación:

Según el CTE DB SE C, apartado 5.4.2.1, durante la ejecución se consideran adecuados los controles siguientes:

– Replanteo:

Comprobación de cotas entre ejes principales de cimentación.

Plataforma de trabajo: cota, nivelación, tamaño y estabilidad.

Posición e inclinación del pilote.

Disposición de los pilotes de cada grupo. Ejes de pilotes.

Orden de ejecución de los pilotes. Empujes locales en pilotes de hincia.

– Excavación:

Emboquillado.

Condiciones y dimensiones de herramientas y entubados. Condiciones de seguridad.

Avance de la excavación: características del terreno, profundidad alcanzada, tiempos, etc.

Velocidad de la excavación.

Nivel del agua y estabilidad de la perforación.

Reconocimiento de estratos y cambios de terreno.

Profundidad del pilote conforme a proyecto.

Tamaño, inclinación de las paredes y alineación del agrandamiento.

Limpieza superficial del fondo.

Presencia de agua en el fondo.

– Lodo:

Suministro y almacenamiento.

Nivel del lodo en la perforación.

Mantenimiento de las propiedades de los lodos: densidad, consistencia, alcalinidad, pérdida de fluido, contenido de arena.

Recuperación correcta de los lodos. Equipo.

Vertido controlado de residuo (dilución).

– Armaduras:

Tipos, longitudes, dimensiones, diámetros, etc.

Confección de las jaulas: dimensiones, distancias entre armaduras longitudinales y transversales, atados, empalmes, rigidez.

Separadores: material, tamaño, cantidad, distribución.

Colocación de las jaulas, tubos o perfiles de armado.

Empotramiento de tubos para ensayos sónicos y de dispositivos de control: posición, profundidad, conexiones con la jaula, protección durante la colocación y durante el hormigonado.

– Control del hormigón y del hormigonado:

Tipo de hormigón. Consistencia. Tamaño máximo. Agresividad.

Temperatura ambiente y temperatura de hormigonado.

Periodo de trabajabilidad.

Volumen de hormigón utilizado (pérdidas).

Hormigonado en seco o sumergido.

Condiciones del tubo Tremie: limpieza, estanquidad, compatibilidad con tamaño del árido, etc.

Hormigonado ininterrumpido: ausencia de juntas. Duración del hormigonado.

Incidencias en el hormigonado: subida de armaduras.

– Descabezado de pilotes:

Longitud de descabezado.

Control de daños en el pilote al demoler la cabeza del mismo.

Longitud suficiente de anclaje de armaduras en el encepado.

– Tolerancias. Aceptación:

Todo pilote en el que las armaduras suban apreciablemente durante el hormigonado, deberá ser considerado defectuoso, así como aquel en el que las armaduras desciendan hasta perderse dentro del hormigón ya vaciado.

Todo pilote en el que exista una diferencia apreciable en menos, o una gran diferencia en más, entre el volumen teórico del hormigonado y el realmente empleado se considerará defectuoso.

En el control de vertido de hormigón, al comienzo del hormigonado, el tubo Tremie no podrá descansar sobre el fondo, sino que se debe elevar unos 20 cm para permitir la salida del hormigón.

En los pilotes de barrena continua se consideran adecuados los controles indicados en la tabla 12 de la norma UNE-EN 1536:2000 sobre las condiciones y dimensiones de la hélice, la cabeza cortante y el obturador; el proceso de excavación; la profundidad de excavación, el estrato portante y el hormigonado. Cuando estos pilotes se ejecuten con instrumentación, se controlarán en tiempo real los parámetros de perforación y de hormigonado, permitiendo conocer y corregir instantáneamente las posibles anomalías detectadas.

– El constructor realizará un “parte de ejecución” por pilote. Este parte contendrá, al menos, los datos siguientes:

Fecha de ejecución. Localización en obra. Orden de perforación.

Datos del pilote: identificación, tipo, diámetro, punto de replanteo, profundidad, etc.

Longitud de entubación, en caso de ser entubado.

Valores de las cotas: del terreno, de la cabeza del pilote, de la armadura, de la entubación, etc.

Tipos de terreno atravesados: comprobación con el terreno considerado originalmente.

Nivel/es freático/s.

Armaduras: tipos, longitudes, dimensiones, etc.

Hormigones: tipo, características, consistencia, tamaño máximo, agresividad etc.

Tiempos: de perforación, de colocación de armaduras, de hormigonado.

Observaciones: cualquier incidencia durante las operaciones de perforación y hormigonado.

- Ensayos y pruebas

- Los ensayos de pilotes se pueden realizar para:

- estimar los parámetros de cálculo;
- estimar la capacidad portante;
- probar las características resistente-deformacionales en el rango de las acciones especificadas;
- comprobar el cumplimiento de las especificaciones;
- probar la integridad del pilote.

- Los ensayos de pilotes pueden ser:

- ensayos de carga estática (por escalones de carga, a velocidad de penetración constante);
- ensayos de carga dinámica o de alta deformación;
- ensayos de integridad para verificar la continuidad del fuste del pilote y la resistencia mecánica del hormigón (transparencia sónica, impedancia mecánica, sondeos mecánicos a lo largo del pilote);
- ensayos de control (perforación del hormigón para obtención de testigos, de inclinación para verificar la verticalidad del pilote).

En los pilotes de barrena continua se podrá realizar un registro continuo de parámetros.

El número de ensayos no debe ser inferior a 1 por cada 20 pilotes, salvo en el caso de pilotes aislados con diámetros entre 45 y 100 cm, que no debe ser inferior a 2 por cada 20 pilotes. En pilotes aislados de diámetro superior a 100 cm no debe ser inferior a 5 por cada 20 pilotes.

Conviene que los ensayos de carga estática y dinámica no se efectúen hasta después de un tiempo suficiente, que tenga en cuenta los aumentos de resistencia del material del pilote, así como la evolución de la resistencia de los suelos debida a las presiones intersticiales.

- Conservación y mantenimiento

Cuando se prevea, durante la ejecución de la obra, alguna modificación que pueda alterar las solicitaciones previstas en los grupos de pilotes, será necesario el dictamen de la dirección facultativa.

Asimismo, si durante la ejecución de la obra se observa alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, se estudiará por la dirección facultativa que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en el caso de ser imputable a la cimentación, los refuerzos o recalces que deban realizarse.

Con temperatura ambiente inferior a 3 °C y en disminución, será preciso proteger contra las heladas las cabezas de los pilotes recién hormigonados.

### 2.2.3.3. PILOTES PREFABRICADOS

#### Descripción

#### Descripción

Pilote prefabricado es el elemento resistente de forma alargada, generalmente cilíndrica o prismática, que se hincan en su totalidad en el terreno por desplazamiento del mismo, a profundidades iguales o mayores a ocho veces su diámetro equivalente, con el fin de transmitirle las cargas de la estructura que soporta.

Los pilotes hincados podrán estar constituidos por un único tramo, o por la unión de varios tramos, mediante las correspondientes juntas, debiéndose, en estos casos, considerar que la resistencia a flexión, compresión y tracción del pilote nunca será superior a la de las juntas que unan sus tramos.

En general pueden ser de hormigón prefabricado (armado o pretensado), acero (secciones tubulares o perfiles en doble U o en H con un azuche en la punta), madera (para pilotar zonas blandas amplias o como apoyo de estructuras con losa o terraplenes) y mixtos (acero tubular rodeado y relleno de mortero).

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro lineal de pilote prefabricado.

Pilote prefabricado de hormigón de resistencia especificada, con acero de la cuantía especificada, de diámetro equivalente especificado, para una carga especificada, incluso descabezado, limpieza y doblado de las armaduras, medida la longitud ejecutada hasta la cara superior después del descabezado.

– Unidad de pilote prefabricado.

De las características especificadas, incluyendo descabezado, limpieza y doblado de las armaduras.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Pilotes prefabricados de hormigón, acero, madera o mixtos y piezas especiales (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.2.2).

– Otros componentes: pinturas, revestimientos, etc.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Siendo determinante el terreno para la elección del pilotaje, la naturaleza de los estratos del terreno deberá ajustarse a la prevista según el proyecto.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se habrá elegido en la fabricación del pilote el tipo de cemento adecuado, en función de la agresividad del terreno o del agua freática, según el proyecto. Si fuese necesario, se utilizará un revestimiento o tratamiento adecuado para impedir los ataques de organismos vivos o de sustancias agresivas.

Salvo si está prevista una protección adecuada, los pilotes de madera sólo deben utilizarse para estructuras permanentes si van a permanecer completamente por debajo de los niveles más bajos conocidos de las aguas subterráneas o de las aguas libres durante la utilización prevista de la estructura.

Se elegirá un azuche especial cuando la punta de los pilotes del grupo se apoye en roca inclinada, siendo normal en el resto de los casos.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución



Según el CTE DB SE C, apartado 5.4.1.2, para la ejecución de los pilotes prefabricados se consideran adecuadas las especificaciones constructivas recogidas con relación a este tipo de pilotes en la norma UNE-EN 12699:2001.

Preparación e información previa:

Informe geotécnico del terreno.

Orden de ejecución de los pilotes.

Emplazamiento de la maquinaria y acotado del tajo de cada una, así como de los accesos y circulaciones interiores durante los trabajos.

Preparación y nivelación del terreno.

Replanteo general de pilotes, comprobando las cotas entre ejes de cimentación y la disposición de los pilotes de cada grupo, con las tolerancias indicadas en proyecto.

Fases de ejecución:

– Hinca de los pilotes:

Las formas de hincar pilotes varían en función del procedimiento utilizado: vibración o hinca mediante percusión con golpes de maza.

Se planificará el orden de hincado de los pilotes para que sean mínimos los efectos perjudiciales de los desplazamientos laterales o verticales de los pilotes, para que no se reduzca la capacidad portante de los pilotes hincados con anterioridad y para que el terreno que rodea a los pilotes no se compacte hasta el punto de impedir la colocación correcta de los pilotes posteriores.

Los pilotes prefabricados que se levanten por encima de los límites aceptables, se deben volver a hincar hasta que se alcancen los criterios previstos en el proyecto en un principio (cuando no sea posible se realizará un ensayo de carga para determinar sus características carga-penetración y establecer las prestaciones globales del grupo de pilotes).

No se debe interrumpir el proceso de hinca de un pilote hasta alcanzar el rechazo previsto que asegure la resistencia señalada en el proyecto. En suelos arcillosos y para edificios de categoría C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), debe comprobarse el rechazo alcanzado, transcurrido un periodo mínimo de 24 horas, en una muestra representativa de pilotes.

La lanza de agua, o inyección de agua a presión durante la hinca, podrá emplearse en los casos en que sea difícil o imposible alcanzar la profundidad de hinca prevista, por tener que atravesar capas de terreno firme. Se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos. El empleo de la lanza de agua se suspenderá antes de la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario, también se suspenderá si el pilote empieza a torcerse por producirse una perturbación excesiva del terreno.

– Protección de la cabeza del pilote:

La cabeza de los pilotes de madera no precisará protección especial durante la hinca, siempre que lleve un anillo de acero ajustado en caliente.

Los pilotes prefabricados de hormigón precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado o cualquier otro material análogo. El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo, para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.

Los pilotes metálicos, cuando se hinquen con mazas de doble efecto, no precisarán protección especial; cuando se hinquen con mazas de caída libre o de simple efecto necesitarán un sombrerete lo suficientemente resistente para no deformarse bajo el impacto, pero sin precisar almohadilla. La superficie de la cabeza del pilote se debe cortar perpendicularmente a su eje antes de la hinca.

– Rechazo:

El valor del rechazo para determinar la profundidad de hinca de los pilotes se definirá en función del tipo de terreno, el diámetro del pilote o del círculo de área igual a la sección transversal del pilote, el peso de la maza y su altura de caída.

Se indicará el rechazo obtenido en las últimas 2 ó 3 andanadas de 10 golpes cada una, con la altura de caída de la maza o el número de golpes por minuto, cuando la hinca se realice con mazas de doble efecto.

Si antes de llegar a la profundidad prevista, se alcanza el rechazo, se suspenderá la hinca del pilote, salvo lo que indique u ordene la dirección facultativa.

Cuando fuera necesario recrecer los pilotes, en caso de pilotes de hormigón después de su hinca parcial, el hormigonado de la sección recrecida se realizará con moldes que aseguren una alineación lo más correcta posible entre ésta y el fuste del pilote hincado. Las armaduras se empalmarán por solape o por soldadura a tope, siendo recomendable utilizar, siempre que sea posible este tipo de empalme. El período de curado de la sección recrecida no será inferior a 28 días.

Los resultados de la hinca se tomarán, por sí solos, como una prueba de la capacidad portante de los pilotes. La profundidad alcanzada deberá coincidir sensiblemente con la prevista, de lo contrario, se procederá a revisar mediante un estudio especial el proyecto del pilotaje previsto.

Las juntas de los pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hincen, estarán dispuestas de modo que aseguren una correcta alineación entre las diversas secciones.

Los pilotes que se rompan durante la hinca serán desechados, aunque la rotura tenga lugar en una zona del fuste no introducida en el terreno y se haya alcanzado el rechazo.

Cuando un pilote haya alcanzado el rechazo y súbitamente, al aplicarle una andanada de golpes, comience a dar un rechazo mucho mayor, se considerará sospechoso de haber sufrido una rotura y se desechará, salvo orden distinta de la dirección facultativa, teniendo en cuenta las condiciones particulares del terreno u otra que considere fundamentada para no rechazarlo.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Tolerancias admisibles**

Según el CTE DB SE C, apartado 5.4.3, las tolerancias se adoptarán siguiendo los siguientes criterios:

- Posición de los pilotes a nivel de la plataforma de trabajo:

En tierra:  $e < e_{max}$  = valor mayor entre el 15% del diámetro equivalente ó 5 cm;

En agua: de acuerdo con las especificaciones definidas en el proyecto;

Siendo  $e$  la desviación en planta del eje del pilote, medida a nivel de la plataforma de trabajo.

- Inclinación ( $\theta$  es el ángulo que forma, en proyecto, el eje del pilote con la vertical):

$i < i_{max} = 0,02$  m/m, para  $\theta \leq 4^\circ$ ;

$i < i_{max} = 0,04$  m/m, para  $\theta > 4^\circ$ .

Antes del comienzo de los trabajos se podrá establecer, si se estima necesario, tolerancias más estrictas que las anteriores.

Para medir las desviaciones de ejecución se considerará que el centro del pilote es el centro de gravedad de las armaduras longitudinales o, para los no armados, el centro del mayor círculo inscrito en la sección de la cabeza del pilote.

Si no se respetan, el constructor solicitará a la dirección facultativa las actuaciones pertinentes.

- **Condiciones de terminación**

Los pilotes se descabezarán para eliminar la parte superior, antes de la ejecución de los encepados. Una vez terminada la hinca, para sanear las cabezas de los pilotes de hormigón, se procederá a demolerlas en una longitud suficiente para garantizar que el hormigón no haya quedado dañado por el proceso de golpeo de la maza. Como mínimo, la longitud a demoler será de 50 cm. La demolición se realizará con el debido cuidado para no dañar el hormigón del pilote. La sección saneada del pilote tendrá una longitud tal que permita una entrega en su encepado de al menos 5 cm. La armadura longitudinal quedará descubierta al menos 50 cm.

Las cabezas de los pilotes de madera deben cortarse perpendicularmente a su eje por una zona sana, después de la hincada. Antes de que sean cubiertos se tratarán con productos que preserven la madera.

Al terminar se procederá a la retirada de equipos y limpieza de tajos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Los controles de todos los trabajos de realización de las diferentes etapas de ejecución de un pilote se ajustarán al método de trabajo y al plan de ejecución establecidos en el proyecto.

Se deben controlar los efectos de la hincada de pilotes en la proximidad de obras sensibles o de pendientes potencialmente inestables. Los métodos pueden incluir la medición de vibraciones, de presiones intersticiales, deformaciones y medición de la inclinación. Estas medidas se deben comparar con los criterios de prestaciones aceptables.

Unidad y frecuencia de inspección: 4 comprobaciones por cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

Puntos de observación:

– Replanteo de ejes:

Comprobación de cotas entre ejes de cimentación.

Disposición de los pilotes de cada grupo. Ejes de pilotes.

Orden de ejecución de los pilotes (empujes locales en pilotes de hincada).

– Maquinaria:

Estado. Implantación. Condiciones de seguridad.

– El constructor realizará un "parte de hincada" por pilote, que deberá incluir:

- Fecha de implantación. Localización en obra. Orden de hincada.

- Hora de comienzo y terminación de la hincada.

- Sección y longitud del pilote.

- Curva completa de hincada.

- Maza: tipo de maza utilizada.

- Peso de maza o energía de golpeo.

- Altura de caída del pistón (energía de hincada).

- Número de golpes por unidad de penetración.

- Utilización de sufridera y/o almohadilla.

- Verticalidad.

- Alineación juntas de unión de segmentos.

- Rechazo. Fórmula aplicada. Energía y avance.

- Profundidad alcanzada.

- Incidencias de la hincada.

- Longitud final no enterrada (descabezado).

- Sobre los pilotes hincados por vibración: potencia nominal, amplitud, frecuencia y velocidad de penetración.

- Sobre los pilotes hincados por presión: fuerza aplicada al pilote.

– Levantamientos o desplazamientos laterales perjudiciales para la integridad o la capacidad del pilote:

Medición respecto a una referencia estable, del nivel de la parte superior del pilote y su implantación, antes y después de la hincada de los pilotes próximos o después de excavaciones.

– Descabezado de pilotes:

Longitud de descabezado.

Control de daños en el pilote al demoler la cabeza del mismo.

Longitud suficiente de anclaje de armaduras en el encepado.

– Tolerancias. Aceptación:

No se aceptarán los pilotes que no cumplan las tolerancias admisibles especificadas, que presenten durante su hincado, disgregaciones en su fuste, roturas o fisuras o que no hayan alcanzado la profundidad prevista, cuando el rechazo aplicado fuera distinto al especificado.

• Ensayos y pruebas

Los ensayos de pilotes se pueden realizar para:

- estimar los parámetros de cálculo;
- estimar la capacidad portante;
- probar las características resistente-deformacionales en el rango de las acciones especificadas;
- comprobar el cumplimiento de las especificaciones;
- probar la integridad del pilote.

Los ensayos de pilotes pueden ser:

- ensayos de carga estática (por escalones de carga, a velocidad de penetración constante);
- ensayos de carga dinámica o de alta deformación;
- ensayos de integridad (ensayos de eco o sísmicos por reflexión y por impedancia, ensayos sísmicos por transparencia o cross-hole sísmicos, ensayos dinámicos de integridad a velocidad de deformación lenta);
- ensayos de control (perforación del hormigón para obtención de testigos, de inclinación para verificar la verticalidad del pilote).

Conviene que los ensayos de carga estática y dinámica no se efectúen hasta después de un tiempo suficiente, que tenga en cuenta los aumentos de resistencia del material del pilote, así como la evolución de la resistencia de los suelos debida a las presiones intersticiales.

Para edificios de categoría C-3 y C-4 (Según el CTE), en pilotes prefabricados se realizarán pruebas dinámicas de hincado contrastadas con pruebas de carga.

• Conservación y mantenimiento

Cuando se prevea, durante la ejecución de la obra, alguna modificación que pueda alterar las solicitaciones previstas en los grupos de pilotes, será necesario el dictamen de la dirección facultativa.

Asimismo, si durante la ejecución de la obra se observa alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, se estudiará por la dirección facultativa que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en el caso de ser imputable a la cimentación, los refuerzos o recalces que deban realizarse.

## 2.2.4. CIMENTACIONES DIRECTAS

### 2.2.4.1. LOSAS DE CIMENTACIÓN

#### Descripción

#### Descripción

Cimentaciones directas realizadas mediante losas horizontales de hormigón armado, cuyas dimensiones en planta son muy grandes comparadas con su espesor, bajo soportes y muros pertenecientes a estructuras de edificación.

Pueden ser continuas y uniformes, con refuerzos bajo pilares, con pedestales, con sección en cajón, nervada o aligerada.

#### Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cúbico de hormigón en masa o para armar.

Medido el volumen a excavación teórica llena, hormigón de resistencia o dosificación especificados, puesto en obra según la Instrucción EHE-08.

– Kilogramo de acero montado para losas.

Acero del tipo y diámetro especificados, montado en losas, incluyendo cortes, ferrallado y despuntes, y puesta en obra según la Instrucción EHE-08.

– Metro cúbico de hormigón armado en losas.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, fabricado en obra o en central, para losas de canto especificado, con una cuantía media del tipo de acero especificada, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según la Instrucción EHE-08.

– Metro cuadrado de capa de hormigón de limpieza.

De hormigón de resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido especificados, fabricado en obra o en central, del espesor determinado, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según la Instrucción EHE-08.

– Metro lineal de tubo drenante.

Realmente ejecutado, medido en el terreno, incluyendo el lecho de asiento. No se incluye la excavación.

– Metro cúbico de relleno de material drenante.

Realmente ejecutado, medido sobre los planos de perfiles transversales, no siendo de pago las demasías por exceso de excavación, delimitación de zona, mediciones incluidas en otras unidades de obra, etc.

– Metro cúbico de material filtrante.

Medido sobre los planos de perfiles transversales en zonas de relleno localizadas.

– Metro cuadrado de encachado.

Formado por una capa de material filtrante del espesor determinado sobre la que se asienta una capa de grava, ambas capas extendidas uniformemente, incluyendo compactación y apisonado.

– Unidad de arqueta.

Formada por solera de hormigón en masa, fábrica de ladrillo macizo y tapa con perfil metálico y retícula, formada con acero, hormigonado, incluso encofrado y desencofrado.

– Metro cuadrado de impermeabilización.

Incluidos los materiales utilizados, la preparación de la superficie y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.

– Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

– Mallas electrosoldadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

– Impermeabilización según tipo de impermeabilización requerido en el CTE DB HS 1, artículo 2.1:

Láminas flexibles para la impermeabilización de muros (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.1).

Productos líquidos: polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster.

– Drenaje, según tipo de impermeabilización requerido en el CTE DB HS 1, artículo 2.1:

Capa drenante: lámina drenante, grava, fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

Capa filtrante: geotextiles y productos relacionados (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.3) u otro material que produzca el mismo efecto.

Áridos de relleno: identificación. Tipo y granulometría. Ensayos (según normas UNE): friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de áridos.

El árido natural o de machaqueo utilizado como capa de material filtrante estará exento de arcillas, margas y de cualquier otro tipo de materiales extraños. Los acopios de las gravas se formarán y explotarán, de forma que se evite la segregación y compactación de las mismas. Se eliminarán de las gravas acopiadas, las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es la adecuada, se adoptarán las medidas necesarias para corregirla sin alterar la homogeneidad del material.

Pozo drenante.

Tubo drenante ranurado: identificación. Diámetros nominales y superficie total mínima de orificios por metro lineal.

Canaleta de recogida de agua (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.5). Diámetros.

Cámara de bombeo con dos bombas de achique.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará, según las indicaciones del capítulo 13 de la Instrucción EHE-08.

Todos los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando su entremezclado o segregación, protegiéndolos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente, evitando cualquier deterioro o alteración de sus características y garantizando el cumplimiento de lo prescrito en los artículos 26 a 30 (capítulo 6) de la Instrucción EHE-08.

Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán en un lugar ventilado y protegido, mientras que los que se suministren a granel se almacenarán en silos, igual que los aditivos (cenizas volantes o humos de sílice).

En el caso de los áridos se evitará que se contaminen por el ambiente y el terreno y que se mezclen entre sí las distintas fracciones granulométricas.

Las armaduras se conservarán clasificadas por tipos, calidades, diámetros y procedencias, evitando posibles deterioros o contaminaciones. En el momento de su uso estarán exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, etc.), no admitiéndose pérdidas de sección por oxidación superficial superiores al 1% respecto de la sección inicial de la muestra, comprobadas tras un cepillado con cepillo de alambres.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad según el proyecto, determinándose la profundidad mínima en función la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos



Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE-08.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-08 y el anejo 4 de la Instrucción EHE-08), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo 6 de la Instrucción EHE-08.

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

– Información previa:

Localización y trazado de las instalaciones de los servicios que existan y las previstas para el edificio en la zona de terreno donde se va a actuar.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.2, Se realizará la confirmación de las características del terreno establecidas en el proyecto. El resultado de tal inspección se incorporará a la documentación final de obra. En particular se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación, la estratigrafía, el nivel freático, las condiciones hidrogeológicas, la resistencia y humedad del terreno se ajustan a lo previsto y si se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc. o corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

– Excavación:

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función del tipo de terreno y de las distancias a las edificaciones colindantes.

El plano de apoyo de la losa se situará a la profundidad prevista por debajo del nivel de la rasante.

La excavación se realizará en función del terreno; si es predominantemente arenoso, hasta el plano de apoyo de la losa se realizará por bandas, hasta descubrir el plano de apoyo, que se regará con una lechada de cemento; una vez endurecida, se extenderá la capa de hormigón de limpieza y regularización para el apoyo.

Si el terreno es arcillo-limoso, la excavación se hará en dos fases, en la primera se excavará hasta una profundidad máxima de 30 cm, por encima del nivel de apoyo, para en una segunda fase terminar la excavación por bandas, limpiando la superficie descubierta y aplicando el hormigón de limpieza hasta la regulación del apoyo.

Si el terreno está constituido por arcilla, al menos la solera de asiento debe echarse inmediatamente después de terminada la excavación. Si esto no puede realizarse, la excavación debe dejarse de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

La excavación que se realiza para losas con cota de cimentación profunda trae aparejado un levantamiento del fondo de la excavación. Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.2.2, este se

determinará siguiendo las indicaciones del en función del tipo de terreno, situación del nivel freático, etc., y se tomarán las precauciones oportunas.

Si la profundidad de la excavación a cielo abierto para sótanos es importante, el fondo de la excavación puede resultar inestable y romper por levantamiento, cualesquiera que sean la resistencia y el tipo de entibación utilizado para las paredes laterales. En este caso debe comprobarse la estabilidad del fondo de la excavación.

Si las subpresiones de agua son muy fuertes puede ser necesario anclar la losa o disponer una instalación permanente de drenaje y bombeo. Si en el terreno se puede producir sifonamiento (limos, arenas finas, etc.), el agotamiento debe efectuarse desde pozos filtrantes y nunca desde sumideros, según el CTE DB SE C apartados 6.3.2.2.2 y 7.4.3. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.2, el sistema de drenaje y evacuación cumplirá asimismo las exigencias de dicho apartado.

– Hormigón de limpieza:

Sobre la superficie del terreno se dispondrá una capa de hormigón de limpieza o solera de asiento de 10 cm de espesor mínimo, sobre la que se colocarán las armaduras con los correspondientes separadores de mortero.

El curado del hormigón de limpieza se prolongará durante 72 horas.

– Colocación de las armaduras y hormigonado de la losa:

La puesta en obra, vertido, compactación y curado del hormigón, así como la colocación de las armaduras seguirán las indicaciones de la Instrucción EHE-08 y las indicadas a continuación.

Se cumplirán las dimensiones y disposición de armaduras que se especifican en el artículo 58.8 de la Instrucción EHE-08. La armadura longitudinal dispuesta en la cara superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm.

El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones del artículo 37.2.4 de la Instrucción EHE-08: si se ha preparado el terreno y se ha dispuesto una capa de hormigón de limpieza tal y como se ha indicado en este apartado, los recubrimientos mínimos serán los de las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c, en función de la resistencia característica del hormigón, del tipo de elemento, de la clase de exposición y de la vida útil de proyecto, de lo contrario, si se hormigona la losa directamente contra el terreno el recubrimiento será de 7 cm. Para garantizar dichos recubrimientos los emparrillados o armaduras que se coloquen en el fondo de la losa, se apoyarán sobre separadores de materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, según las indicaciones de los artículos 37.2.5 y 69.8.2 de la Instrucción EHE-08. No se apoyarán sobre camillas metálicas que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, por facilitar la oxidación de las armaduras. Las distancias máximas de los separadores serán de 50 diámetros ó 100 cm, para las armaduras del emparrillado inferior y de 50 diámetros ó 50 cm, para las armaduras del emparrillado superior.

– Puesta en obra del hormigón:

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado. Antes de hormigonar se comprobará que no existen elementos extraños, como barro, trozos de madera, etc. No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada. Se adoptarán las medias necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

– Compactación del hormigón:

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie. La compactación del hormigón se hará con vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado. Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por picado con barra (los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada), vibrado enérgico, (los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm) y vibrado normal en los

hormigones plásticos o blandos. El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la dirección de Obra.

– Hormigonado en temperaturas extremas:

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseeque.

– Curado del hormigón:

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar para hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la dirección de obra. La dirección facultativa comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos, el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado en la Instrucción EHE-08.

– Hormigones especiales:

Cuando se empleen hormigones reciclados u hormigones autocompactantes, el Autor del Proyecto o la dirección facultativa podrán disponer la obligatoriedad de cumplir las recomendaciones recogidas al efecto en los anejos nº 15 y 17 de la Instrucción EHE-08, respectivamente.

En la instrucción EHE-08, el anejo nº 14 recoge unas recomendaciones para el proyecto y la ejecución de estructuras de hormigón con fibras, mientras que el anejo nº 16 contempla las estructuras de hormigón con árido ligero. Además, cuando se requiera emplear hormigones en elementos no estructurales, se aplicará lo establecido en el anejo nº 18.

El hormigonado se realizará, a ser posible, sin interrupciones que puedan dar lugar a planos de debilidad. En caso necesario, las juntas de trabajo deben situarse en zonas lejanas a los pilares, donde menores sean los esfuerzos cortantes. Antes de reanudar el hormigonado, se limpiarán las juntas eliminando los áridos que hayan quedado sueltos, se retirará la capa superficial de mortero dejando los áridos al descubierto y se humedecerá la superficie. El vertido se realizará desde una altura no superior a 100 cm. La temperatura de hormigonado será la indicada en la Instrucción EHE-08.

En losas de gran canto se controlará el calor de hidratación del cemento, ya que puede dar lugar a fisuraciones y combado de la losa.

– Impermeabilización:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.2, los sótanos bajo el nivel freático se deben proteger de las filtraciones de agua para cada solución constructiva en función del grado de impermeabilidad requerido. Las condiciones de ejecución se describen en el apartado 5.1.2 de dicho documento.

- Tolerancias admisibles

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el Anejo 11 de la Instrucción EHE-08.

- Condiciones de terminación

Las superficies que vayan a quedar vistas deberán quedar sin imperfecciones, de lo contrario se utilizarán materiales específicos para la reparación de defectos y limpieza de las mismas.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo frío, será necesario proteger la cimentación para evitar que el hormigón fresco resulte dañado. Se cubrirá la superficie mediante placas de poliestireno expandido bien fijadas o mediante láminas calorifugadas. En casos extremos puede ser necesario utilizar técnicas para la calefacción del hormigón.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo caluroso, debe iniciarse el curado lo antes posible. En casos extremos puede ser necesario proteger la cimentación del sol y limitar la acción del viento mediante pantallas, o incluso, hormigonar de noche.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Unidad y frecuencia de inspección: 2 por cada 1000 m2 de planta.

Puntos de observación:

- Comprobación y control de materiales.
- Replanteo de ejes:

Comprobación de cotas entre ejes de soportes y muros.

- Excavación del terreno:

Comparación de los terrenos atravesados con lo previsto en el proyecto y en el estudio geotécnico.

Identificación del terreno del fondo de la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones. Alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Entibación. Se mantendrá un control permanente de las entibaciones y sostenimientos, reforzándolos y/o sustituyéndolos si fuera necesario.

Altura: grosor de la franja excavada.

- Operaciones previas a la ejecución:

Eliminación del agua de la excavación (en su caso).

Rasanteo del fondo de la excavación.

Compactación del plano de apoyo de la losa.

Colocación de encofrados laterales, en su caso.

Drenajes permanentes bajo el edificio, en su caso.

Hormigón de limpieza. Nivelación y espesor.

No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras. Pasatubos.

Juntas estructurales.

- Colocación de armaduras:

Separación de la armadura inferior del fondo.

Suspensión y atado de armaduras superiores (canto útil).

Recubrimientos exigidos en proyecto.

Disposición, número y diámetro de las barras, esperas y longitudes de anclaje.

- Agotamientos según especificaciones del proyecto para evitar sifonamientos o daños a edificios vecinos.

- Ejecución correcta de las impermeabilizaciones previstas.
- Puesta en obra y compactación del hormigón que asegure las resistencias de proyecto.
- Curado del hormigón.
- Juntas: distancia entre juntas de retracción no mayor de 16 m, en el hormigonado continuo de las losas.
- Comprobación final: tolerancias. Defectos superficiales.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el Anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la Dirección Facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

#### • Ensayos y pruebas

Se efectuarán todos los ensayos preceptivos para estructuras de hormigón, descritos en los capítulos 16 y 17 de la Instrucción EHE-08. Entre ellos:

- Ensayos de los componentes del hormigón, en su caso:

Cemento: físicos, mecánicos, químicos, etc. (según la Instrucción RC-08) y determinación del ion Cl<sup>-</sup> (artículo 26 Instrucción EHE-08).

Agua: análisis de su composición (sulfatos, sustancias disueltas, etc.; artículo 27 Instrucción EHE-08), salvo que se utilice agua potable.

Áridos: de identificación, de condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas (artículo 28 Instrucción EHE-08).

Aditivos: de identificación, análisis de su composición (artículo 29 Instrucción EHE-08).

- Ensayos de control del hormigón:

Ensayo de docilidad (artículo 86.3.1, Instrucción EHE-08).

Ensayo de durabilidad: ensayo para la determinación de la profundidad de penetración de agua (artículo 86.3.3, Instrucción EHE-08).

Ensayo de resistencia (previos, característicos o de control, artículo 86.3.2, Instrucción EHE-08).

- Ensayos de control del acero, junto con el del resto de la obra:

– Sección equivalente, características geométricas y mecánicas, doblado-desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento de rotura en armaduras pasivas (artículos 87 y 88, Instrucción EHE-08).

#### • Conservación y mantenimiento

Durante el período de ejecución deberán tomarse las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de las cimentaciones

Cuando la losa de cimentación tenga que ser sometida, durante la ejecución de la obra, a cargas no previstas en proyecto, como cargas dinámicas o cargas vibratorias, la Dirección Facultativa efectuará un estudio especial y se adoptarán las medidas que en su caso fuesen necesarias.

Se reparará cualquier fuga observada, durante la ejecución de la obra, en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua y se vigilará la presencia de aguas ácidas, salinas o de agresividad potencial.

No se almacenarán sobre la losa materiales que puedan ser dañinos para el hormigón.

Si se aprecia alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, será estudiado por la Dirección Facultativa que dictaminará su importancia y peligrosidad, proponiendo las medidas a adoptar así como las soluciones de refuerzo adecuadas, si fuera el caso.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.5, antes de la puesta en servicio del edificio se comprobará que la losa se comporta en la forma prevista en el proyecto y, si lo exige el proyecto o la Dirección Facultativa, si los asientos se ajustan a lo previsto. Se verificará, asimismo, que no se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Aunque es recomendable que se efectúe un control de asientos para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, de forma que el resultado final de las observaciones quede incorporado a la documentación de la obra. Este sistema se establecerá en las condiciones siguientes:

- Se protegerá el punto de referencia para poderlo considerar como inmóvil, durante todo el periodo de observación.
- Se nivelará como mínimo un 10% de los pilares del total de la edificación. Si la superestructura apoya sobre muros, se situará un punto de referencia como mínimo cada 20 m, siendo como mínimo 4 el número de puntos. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- Se recomienda tomar lecturas de movimientos, como mínimo, al completar el 50% de la estructura, al final de la misma y al terminar la tabiquería de cada dos plantas de la edificación.

#### **2.2.4.2. ZAPATAS (AISLADAS, CORRIDAS Y ELEMENTOS DE ATADO)**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Cimentaciones directas de hormigón en masa o armado destinados a transmitir al terreno, y repartir en un plano de apoyo horizontal, las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de los forjados y de los muros de carga, de sótano, de cerramiento o de arriostramiento, pertenecientes a estructuras de edificación.

Tipos de zapatas:

- Zapata aislada: como cimentación de un pilar aislado, interior, medianero o de esquina.
- Zapata combinada: como cimentación de dos o más pilares contiguos.
- Zapata corrida: como cimentación de alineaciones de tres o más pilares, muros o forjados.

Los elementos de atado entre zapatas aisladas son de dos tipos:

- Vigas de atado o soleras para evitar desplazamientos laterales, necesarios en los casos prescritos en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.
- Vigas centradoras entre zapatas fuertemente excéntricas (de medianería y esquina) y las contiguas, para resistir momentos aplicados por muros o pilares o para redistribuir cargas y presiones sobre el terreno

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Unidad de zapata aislada o metro lineal de zapata corrida de hormigón.

Completamente terminada, de las dimensiones especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificadas, de la cuantía de acero especificada, para un recubrimiento de la armadura principal y una tensión admisible del terreno determinadas, incluyendo elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, según la Instrucción EHE-08. No se incluye la excavación ni el encofrado, su colocación y retirada.

- Metro cúbico de hormigón en masa o para armar en zapatas, vigas de atado y centradoras.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados con una cuantía media del tipo de acero especificada, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón, según la Instrucción EHE-08, incluyendo o no encofrado.

- Kilogramo de acero montado en zapatas, vigas de atado y centradoras.



Acero del tipo y diámetro especificados, incluyendo corte, colocación y despuntes, según la Instrucción EHE-08.

– Kilogramo de acero de malla electrosoldada en cimentación.

Medido en peso nominal previa elaboración, para malla fabricada con alambre corrugado del tipo especificado, incluyendo corte, colocación y solapes, puesta en obra, según la Instrucción EHE-08.

– Metro cuadrado de capa de hormigón de limpieza.

De hormigón de resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido, especificados, del espesor determinado, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según la Instrucción EHE-08.

– Unidad de viga centradora o de atado.

Completamente terminada, incluyendo volumen de hormigón y su puesta en obra, vibrado y curado; y peso de acero en barras corrugadas, ferrallado y colocado.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Hormigón en masa (HM) o para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.

– Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

– Mallas electrosoldadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

– Si el hormigón se fabrica en obra: cemento, agua, áridos y aditivos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

• Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento de los cementos, áridos, aditivos y armaduras se efectuará, según las indicaciones del capítulo 13 de la Instrucción EHE-08.

Todos los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando su entremezclado o segregación, protegiéndolos de la intemperie, la humedad y la posible contaminación o agresión del ambiente, evitando cualquier deterioro o alteración de sus características y garantizando el cumplimiento de lo prescrito en los artículos 26 a 30 (capítulo 6) de la Instrucción EHE-08.

Así, los cementos suministrados en sacos se almacenarán en un lugar ventilado y protegido, mientras que los que se suministran a granel se almacenarán en silos, igual que los aditivos (cenizas volantes o humos de sílice).

En el caso de los áridos se evitará que se contaminen por el ambiente y el terreno y que se mezclen entre sí las distintas fracciones granulométricas.

Las armaduras se conservarán clasificadas por tipos, calidades, diámetros y procedencias, evitando posibles deterioros o contaminaciones. En el momento de su uso estarán exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, etc.), no admitiéndose pérdidas de sección por oxidación superficial superiores al 1% respecto de la sección inicial de la muestra, comprobadas tras un cepillado con cepillo de alambres.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

• Condiciones previas: soporte

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad en el proyecto. Para determinarlo, se considerará la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos, teniendo en cuenta las posibles alteraciones debidas a los agentes climáticos, como escorrentías y heladas, así como las oscilaciones del nivel freático, siendo recomendable que el plano quede siempre por debajo de la cota más baja previsible de éste, con el fin de evitar que el terreno por debajo del cimiento se vea afectado por posibles corrientes, lavados, variaciones de pesos específicos, etc. Aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 a 0,8 m por debajo de la rasante.

No es aconsejable apoyar directamente las vigas sobre terrenos expansivos o colapsables.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE-08.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-08 y el anejo 4 de la Instrucción EHE-08), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

Las incompatibilidades en cuanto a los componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo 6 de la Instrucción EHE-08.

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **Proceso de ejecución**

- **Ejecución**

– Información previa:

Localización y trazado de las instalaciones de los servicios que existan y las previstas para el edificio en la zona de terreno donde se va a actuar. Se estudiarán las soleras, arquetas de pie del pilar, saneamiento en general, etc., para que no se alteren las condiciones de trabajo o se generen, por posibles fugas, vías de agua que produzcan lavados del terreno con el posible descalce del cimiento.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.2, se realizará la confirmación de las características del terreno establecidas en el proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Si el suelo situado debajo de las zapatas difiere del encontrado durante el estudio geotécnico (contiene bolsas blandas no detectadas) o se altera su estructura durante la excavación, debe revisarse el cálculo de las zapatas.

– Excavación:

Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto y se realizarán según las indicaciones establecidas en el capítulo Zanjas y pozos.

La cota de profundidad de las excavaciones será la prefijada en los planos o las que la Dirección Facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Si los cimientos son muy largos es conveniente también disponer llaves o anclajes verticales más profundos, por lo menos cada 10 m.

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función de las distancias a las edificaciones colindantes y del tipo de terreno para evitar al máximo la alteración de sus características mecánicas.

Se acondicionará el terreno para que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas, eliminando rocas, restos de cimentaciones antiguas y lentejones de terreno más resistente, etc. Los elementos extraños de menor resistencia, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado convenientemente, de una compresibilidad sensiblemente equivalente a la del conjunto, o por hormigón en masa.

Las excavaciones para zapatas a diferente nivel, se realizarán de modo que se evite el deslizamiento de las tierras entre los dos niveles distintos. La inclinación de los taludes de separación entre estas zapatas se ajustará a las características del terreno. A efectos indicativos y salvo orden en contra, la línea de unión de los bordes inferiores entre dos zapatas situadas a diferente nivel no superará una inclinación 1H:1V en el caso de rocas y suelos duros, ni 2H:1V en suelos flojos a medios.

Para excavar en presencia de agua en suelos permeables, se precisará el agotamiento de ésta durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación, sin comprometer la estabilidad de taludes o de las obras vecinas.

En las excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos arcillosos y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento temporal del fondo de la zanja, por absorción capilar del agua del suelo con materiales secos permeables que permita la ejecución en seco del proceso de hormigonado.

En las excavaciones ejecutadas con agotamiento en los suelos cuyo fondo sea suficientemente impermeable como para que el contenido de humedad no disminuya sensiblemente con los agotamientos, se comprobará si es necesario proceder a un saneamiento previo de la capa inferior permeable, por agotamiento o por drenaje.

Si se estima necesario, se realizará un drenaje del terreno de cimentación. Éste se podrá realizar con drenes, con empedrados, con procedimientos mixtos de dren y empedrado o bien con otros materiales idóneos.

Los drenes se colocarán en el fondo de zanjas en perforaciones inclinadas con una pendiente mínima de 5 cm por metro. Los empedrados se rellenarán de cantos o grava gruesa, dispuestos en una zanja, cuyo fondo penetrará en la medida necesaria y tendrá una pendiente longitudinal mínima de 3 a 4 cm por metro. Con anterioridad a la colocación de la grava, en su caso se dispondrá un geotextil en la zanja que cumpla las condiciones de filtro necesarias para evitar la migración de materiales finos.

La terminación de la excavación en el fondo y paredes de la misma, debe tener lugar inmediatamente antes de ejecutar la capa de hormigón de limpieza, especialmente en terrenos arcillosos. Si no fuera posible, debe dejarse la excavación de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

El fondo de la excavación se nivelará bien para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

– Hormigón de limpieza:

Sobre la superficie de la excavación se dispondrá una capa de hormigón de regularización, de baja dosificación, con un espesor mínimo de 10 cm creando una superficie plana y horizontal de apoyo de la zapata y evitando, en el caso de suelos permeables, la penetración de la lechada de hormigón estructural en el terreno que dejaría mal recubiertos los áridos en la parte inferior. El nivel de enrase del hormigón de limpieza será el previsto en el proyecto para la base de las zapatas y las vigas riostras. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.

El hormigón de limpieza, en ningún caso servirá para nivelar cuando en el fondo de la excavación existan fuertes irregularidades.

– Colocación de las armaduras y hormigonado.

La puesta en obra, vertido, compactación y curado del hormigón, así como la colocación de las armaduras seguirán las indicaciones de la Instrucción EHE-08 y las indicadas a continuación.

Las armaduras verticales de pilares o muros deben enlazarse a la zapata como se indica en la norma NCSE-02.

Se cumplirán las especificaciones relativas a dimensiones mínimas de zapatas y disposición de armaduras del artículo 58.8 de la Instrucción EHE-08: el canto mínimo en el borde de las zapatas no será inferior a 35 cm, si son de hormigón en masa, ni a 25 cm, si son de hormigón armado. La armadura longitudinal dispuesta en la cara superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm.

El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones del artículo 37.2.4 de la Instrucción EHE-08: si se ha preparado el terreno y se ha dispuesto una capa de hormigón de limpieza tal y como se ha indicado en este apartado, los recubrimientos mínimos serán los de las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c, en función de la resistencia característica del hormigón, del tipo de elemento, de la clase de exposición y de la vida útil de proyecto, de lo contrario, si se hormigona la zapata directamente contra el terreno el recubrimiento será de 7 cm. Para garantizar dichos recubrimientos los emparrillados o armaduras que se coloquen en el fondo de las zapatas, se apoyarán sobre separadores de materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, según las indicaciones de los artículos 37.2.5 y 69.8.2 de la Instrucción EHE-08. No se apoyarán sobre camillas metálicas que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, por facilitar la oxidación de las armaduras. Las distancias máximas de los separadores serán de 50 diámetros ó 100 cm, para las armaduras del emparrillado inferior y de 50 diámetros ó 50 cm, para las armaduras del emparrillado superior. Es conveniente colocar también separadores en la parte vertical de ganchos o patillas para evitar el movimiento horizontal de la parrilla del fondo.

La puesta a tierra de las armaduras, se realizará antes del hormigonado, según la subsección Electricidad: baja tensión y puesta a tierra.

– Puesta en obra del hormigón:

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado. Antes de hormigonar se comprobará que no existen elementos extraños, como barro, trozos de madera, etc. No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada. Se adoptarán las medias necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

– Compactación del hormigón:

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie. La compactación del hormigón se hará con vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado. Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por picado con barra (los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada), vibrado enérgico, (los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm) y vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la dirección de Obra.

– Hormigonado en temperaturas extremas:

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C. El empleo de

aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseeque.

– Curado del hormigón:

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar para hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la dirección de obra. La dirección facultativa comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos, el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado en la Instrucción EHE-08.

– Hormigones especiales:

Cuando se empleen hormigones reciclados u hormigones autocompactantes, el Autor del Proyecto o la dirección facultativa podrán disponer la obligatoriedad de cumplir las recomendaciones recogidas al efecto en los anejos nº 15 y 17 de la Instrucción EHE-08, respectivamente.

En la instrucción EHE-08, el anejo nº 14 recoge unas recomendaciones para el proyecto y la ejecución de estructuras de hormigón con fibras, mientras que el anejo nº 16 contempla las estructuras de hormigón con árido ligero. Además, cuando se requiera emplear hormigones en elementos no estructurales, se aplicará lo establecido en el anejo nº 18.

El hormigón se verterá mediante conducciones apropiadas desde la profundidad del firme hasta la cota de la zapata, evitando su caída libre. La colocación directa no debe hacerse más que entre niveles de aprovisionamiento y de ejecución sensiblemente equivalentes. Si las paredes de la excavación no presentan una cohesión suficiente se encofrarán para evitar los desprendimientos.

Las zapatas aisladas se hormigonarán de una sola vez.

En zapatas continuas pueden realizarse juntas de hormigonado, en general en puntos alejados de zonas rígidas y muros de esquina, disponiéndolas en puntos situados en los tercios de la distancia entre pilares.

En muros con huecos de paso o perforaciones cuyas dimensiones sean menores que los valores límite establecidos, la zapata corrida será pasante, en caso contrario, se interrumpirá como si se tratara de dos muros independientes. Además las zapatas corridas se prolongarán, si es posible, una dimensión igual a su vuelo, en los extremos libres de los muros.

No se hormigonará cuando el fondo de la excavación esté inundado, helado o presente capas de agua transformadas en hielo. En ese caso, sólo se procederá a la construcción de la zapata cuando se haya producido el deshielo completo, o bien se haya excavado en mayor profundidad hasta retirar la capa de suelo helado.

– Precauciones:

Se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar la protección de las cimentaciones contra los aterramientos, durante y después de la ejecución de aquellas, así como para la evacuación de aguas caso de producirse inundaciones de las excavaciones durante la ejecución de la cimentación evitando así aterramientos, erosión, o puesta en carga imprevista de las obras, que puedan comprometer su estabilidad.

• Tolerancias admisibles

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el Anejo 11 de la Instrucción EHE-08.

• Condiciones de terminación

Las superficies acabadas deberán quedar sin imperfecciones, de lo contrario se utilizarán materiales específicos para la reparación de defectos y limpieza de las mismas.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo frío, será necesario proteger la cimentación para evitar que el hormigón fresco resulte dañado. Se cubrirá la superficie mediante placas de poliestireno expandido bien fijadas o mediante láminas calorifugadas. En casos extremos puede ser necesario utilizar técnicas para la calefacción del hormigón.

Si el hormigonado se ha efectuado en tiempo caluroso, debe iniciarse el curado lo antes posible. En casos extremos puede ser necesario proteger la cimentación del sol y limitar la acción del viento mediante pantallas, o incluso, hormigonar de noche.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Unidad y frecuencia de inspección: 4 por cada 1000 m2 de planta.

Puntos de observación:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.4, y capítulo 17 de la Instrucción EHE-08, se efectuarán los siguientes controles durante la ejecución:

- Comprobación y control de materiales.

- Replanteo de ejes:

Comprobación de cotas entre ejes de zapatas de zanjas.

Comprobación de las dimensiones en planta y orientaciones de zapatas.

Comprobación de las dimensiones de las vigas de atado y centradoras.

- Excavación del terreno:

Comparación terreno atravesado con estudio geotécnico y previsiones de proyecto.

Identificación del terreno del fondo de la excavación: compacidad, agresividad, resistencia, humedad, etc.

Comprobación de la cota de fondo.

Posición del nivel freático, agresividad del agua freática.

Defectos evidentes: cavernas, galerías, etc.

Presencia de corrientes subterráneas.

Precauciones en excavaciones colindantes a medianeras.

- Operaciones previas a la ejecución:

Eliminación del agua de la excavación (en su caso).

Rasanteo del fondo de la excavación.

Colocación de encofrados laterales, en su caso.

Drenajes permanentes bajo el edificio, en su caso.

Hormigón de limpieza. Nivelación y espesor.

No interferencia entre conducciones de saneamiento y otras. Pasatubos.

Comprobación del grado de compactación del terreno, en función del proyecto.

- Colocación de armaduras:

Disposición, tipo, número, diámetro y longitud fijados en el proyecto.

Recubrimientos exigidos en proyecto.

Separación de la armadura inferior del fondo.

Suspensión y atado de armaduras superiores en vigas (canto útil).

Disposición correcta de las armaduras de espera de pilares u otros elementos y comprobación de su longitud.

Dispositivos de anclaje de las armaduras.



- Impermeabilizaciones previstas.
- Puesta en obra y compactación del hormigón que asegure las resistencias de proyecto.
- Curado del hormigón.
- Juntas.
- Posibles alteraciones en el estado de zapatas contiguas, sean nuevas o existentes.
- Comprobación final. Tolerancias. Defectos superficiales.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el Anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la Dirección Facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

#### • Ensayos y pruebas

Se efectuarán todos los ensayos preceptivos para estructuras de hormigón, descritos en los capítulos 16 y 17 de la Instrucción EHE-08. Entre ellos:

- Ensayos de los componentes del hormigón, en su caso:

Cemento: físicos, mecánicos, químicos, etc. (según la Instrucción RC-08) y determinación del ion Cl- (artículo 26 Instrucción EHE-08).

Agua: análisis de su composición (sulfatos, sustancias disueltas, etc.; artículo 27 Instrucción EHE-08), salvo que se utilice agua potable.

Áridos: de identificación, de condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas (artículo 28 Instrucción EHE-08).

Aditivos: de identificación, análisis de su composición (artículo 29 Instrucción EHE-08).

- Ensayos de control del hormigón:

Ensayo de docilidad (artículo 86.3.1, Instrucción EHE-08).

Ensayo de durabilidad: ensayo para la determinación de la profundidad de penetración de agua (artículo 86.3.3, Instrucción EHE-08).

Ensayo de resistencia (previos, característicos o de control, artículo 86.3.2, Instrucción EHE-08).

- Ensayos de control del acero, junto con el del resto de la obra:

Sección equivalente, características geométricas y mecánicas, doblado-desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento de rotura en armaduras pasivas (artículos 87 y 88, Instrucción EHE-08).

#### • Conservación y mantenimiento

Durante el período de ejecución deberán tomarse las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de la cimentación. Para ello, entre otras cosas, se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar su protección contra los aterramientos y para garantizar la evacuación de aguas, caso de producirse inundaciones, ya que éstas podrían provocar la puesta en carga imprevista de las zapatas. Se impedirá la circulación sobre el hormigón fresco.

No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones, si no se han tenido en cuenta en el proyecto.

En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua, por el posible descarnamiento que puedan ocasionar bajo las cimentaciones, así como la presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial.

Cuando se prevea alguna modificación que pueda alterar las propiedades del terreno, motivada por construcciones próximas, excavaciones, servicios o instalaciones, será necesario el dictamen de la Dirección Facultativa, con el fin de adoptar las medidas oportunas.

Asimismo, cuando se aprecie alguna anomalía, asientos excesivos, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, deberá procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua

potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno, su importancia y peligrosidad. En el caso de ser imputable a la cimentación, la dirección facultativa propondrá los refuerzos o recalces que deban realizarse.

No se harán obras nuevas sobre la cimentación que puedan poner en peligro su seguridad, tales como perforaciones que reduzcan su capacidad resistente; pilares u otro tipo de cargaderos que transmitan cargas importantes y excavaciones importantes en sus proximidades u otras obras que pongan en peligro su estabilidad.

Las cargas que actúan sobre las zapatas no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Para ello los sótanos no deben dedicarse a otro uso que para el que fueran proyectados, ni se almacenarán en ellos materiales que puedan ser dañinos para los hormigones. Cualquier modificación debe ser autorizada por la dirección facultativa e incluida en la documentación de obra.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Según CTE DB SE C, apartado 4.6.5, antes de la puesta en servicio del edificio se comprobará que las zapatas se comportan en la forma establecida en el proyecto, que no se aprecia que se estén superando las presiones admisibles y, en aquellos casos en que lo exija el proyecto o la Dirección Facultativa, si los asientos se ajustan a lo previsto. Se verificará, asimismo, que no se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Aunque es recomendable que se efectúe un control de asientos para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas) será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, de forma que el resultado final de las observaciones quede incorporado a la documentación de la obra. Este sistema se establecerá en las condiciones siguientes:

- Se protegerá el punto de referencia para poderlo considerar como inmóvil, durante todo el periodo de observación.
- Se nivelará como mínimo un 10% de los pilares del total de la edificación. Si la superestructura apoya sobre muros, se situará un punto de referencia como mínimo cada 20 m, siendo como mínimo 4 el número de puntos. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- Se recomienda tomar lecturas de movimientos, como mínimo, al completar el 50% de la estructura, al final de la misma y al terminar la tabiquería de cada dos plantas de la edificación.

## **2.3. ESTRUCTURAS**

### **2.3.1. ESTRUCTURAS DE ACERO**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Elementos metálicos incluidos en pórticos planos de una o varias plantas, como vigas y soportes ortogonales con nudos articulados, semirrígidos o rígidos, formados por perfiles comerciales o piezas armadas, simples o compuestas, que pueden tener elementos de arriostramiento horizontal metálicos o no metálicos.

También incluyen:

- Estructuras porticadas de una planta usuales en construcciones industriales con soportes verticales y dinteles de luz mediana o grande, formados por vigas de alma llena o cerchas trianguladas que soportan una cubierta ligera horizontal o inclinada, con elementos de arriostramiento frente a acciones horizontales y pandeo.
- Las mallas espaciales metálicas de dos capas, formadas por barras que definen una retícula triangulada con rigidez a flexión cuyos nudos se comportan como articulaciones, con apoyos en los nudos perimetrales o interiores (de la capa superior o inferior; sobre elementos metálicos o no metálicos), con geometría regular formada por módulos básicos repetidos, que no soportan cargas puntuales de importancia, aptas para cubiertas ligeras de grandes luces.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Se especificarán las siguientes partidas, agrupando los elementos de características similares:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil.
- Kilogramo de acero en pieza soldada (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo soldadura.
- Kilogramo de acero en soporte compuesto (empresillado o en celosía) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo elementos de enlace y sus uniones.
- Unidad de nudo sin rigidizadores especificando soldado o atornillado y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de nudo con rigidizadores especificando soldado o atornillado y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de placa de anclaje en cimentación incluyendo anclajes y rigidizadores (si procede), y especificando tipo de placa (referencia a detalle).
- Metro cuadrado de pintura anticorrosiva especificando tipo de pintura (imprimación, manos intermedias y acabado), número de manos y espesor de cada una
- Metro cuadrado de protección contra fuego (pintura, mortero o aplacado) especificando tipo de protección y espesor; además, en pinturas igual que en punto anterior, y en aplacados sistema de fijación y tratamiento de juntas (si procede).
- En el caso de mallas espaciales:
  - Kilogramo de acero en perfil comercial (abierto o tubo) especificando clase de acero y tipo de perfil; incluyendo terminación de los extremos para unión con el nudo (referencia a detalle).
  - Unidad de nudo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos (si los hay).
  - Unidad de nudo de apoyo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos o placa de anclaje (si los hay) en montaje a pie de obra y elevación con grúas.
  - Unidad de acondicionamiento del terreno para montaje a nivel del suelo especificando características y número de los apoyos provisionales.
  - Unidad de elevación y montaje en posición acabada incluyendo elementos auxiliares para acceso a nudos de apoyo; especificando equipos de elevación y tiempo estimado en montaje “in situ”.
  - Unidad de montaje en posición acabada.
- En los precios unitarios anteriores, además de los conceptos expresados en cada caso, irá incluida la mano de obra directa e indirecta, obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares para acceso a la posición de trabajo y elevación del material, hasta su colocación completa en obra.
- La valoración que así resulta corresponde a la ejecución material de la unidad completa terminada.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aceros en chapas y perfiles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.1, 19.5.2)

Los elementos estructurales pueden estar constituidos por los aceros establecidos por las normas UNE EN 10025-2 (chapas y perfiles), UNE EN 10210-1:1994 (tubos acabados en caliente) y UNE EN 10219-1:1998 (tubos conformados en frío).

Los tipos de acero podrán ser S235, S275 y S355; para los productos de UNE EN 10025-2 se admite también el tipo S450; en el CTE DB SE A, tabla 4.1, se establecen sus características mecánicas. Estos aceros podrán ser de los grados JR, JO y J2; para el S355 se admite también el grado K2.

Si se emplean otros aceros en proyecto, para garantizar su ductilidad, deberá comprobarse:

- la relación entre la tensión de rotura y la de límite elástico no será inferior a 1,20.
- el alargamiento en rotura de una probeta de sección inicial  $S_0$  medido sobre una longitud  $5,65\sqrt{S_0}$  será superior al 15%.
- la deformación correspondiente a la tensión de rotura debe superar al menos un 20% la correspondiente al límite elástico.

Para comprobar la ductilidad en cualquier otro caso no incluido en los anteriores, deberá demostrarse que la temperatura de transición (la mínima a la que la resistencia a rotura dúctil supera a la frágil) es menor que la mínima de aquellas a las que va a estar sometida la estructura.

Todos los aceros relacionados son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.).

Si el material va a sufrir durante la fabricación algún proceso capaz de modificar su estructura metalográfica (deformación con llama, tratamiento térmico específico, etc.) se deben definir los requisitos adicionales pertinentes.

- Tornillos, tuercas, arandelas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3). Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO; en el CTE DB SE A, tabla 4.3, se establecen sus características mecánicas. En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados se controlará el apriete.
- Materiales de aportación. Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del metal base.

En aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, la resistencia a la corrosión del material de aportación debe ser equivalente a la del material base; cuando se suelden este tipo de aceros el valor del carbono equivalente no debe exceder de 0,54.

Los productos especificados por UNE EN 10025-2 deben suministrarse con inspección y ensayos, específicos (sobre los productos suministrados) o no específicos (no necesariamente sobre los productos suministrados), que garanticen su conformidad con el pedido y con la norma. El comprador debe especificar al fabricante el tipo de documento de inspección requerido conforme a UNE EN 10204:2006 (tabla A.1). Los productos deben marcarse de manera legible utilizando métodos tales como la pintura, el troquelado, el marcado con láser, el código de barras o mediante etiquetas adhesivas permanentes o etiquetas fijas con los siguientes datos: el tipo, la calidad y, si fuera aplicable, la condición de suministro mediante su designación abreviada (N, conformado de normalización; M, conformado termomecánico); el tipo de marcado puede especificarse en el momento de efectuar el pedido.

Los productos especificados por UNE EN 10210 y UNE EN 10219 deben ser suministrados después de haber superado los ensayos e inspecciones no específicos recogidos en EN 10021:1994 con una testificación de inspección conforme a la norma UNE EN 10204, salvo exigencias contrarias del comprador en el momento de hacer el pedido. Cada perfil hueco debe ser marcado por un procedimiento adecuado y duradero, como la aplicación de pintura, punzonado o una etiqueta adhesiva en la que se indique la designación abreviada (tipo y grado de acero) y el nombre del fabricante; cuando los productos se suministran en paquetes, el marcado puede ser indicado en una etiqueta fijada sólidamente al paquete.

Para todos los productos se verificarán las siguientes condiciones técnicas generales de suministro, según UNE EN 10021:

Si se suministran a través de un transformador o intermediario, se deberá remitir al comprador, sin ningún cambio, la documentación del fabricante como se indica en UNE EN 10204, acompañada

de los medios oportunos para identificar el producto, de forma que se pueda establecer la trazabilidad entre la documentación y los productos; si el transformador o intermediario ha modificado en cualquier forma las condiciones o las dimensiones del producto, debe facilitar un documento adicional de conformidad con las nuevas condiciones.

Al hacer el pedido, el comprador deberá establecer que tipo de documento solicita, si requiere alguno y, en consecuencia, indicar el tipo de inspección: específica o no específica; en base a una inspección no específica, el comprador puede solicitar al fabricante que le facilite una testificación de conformidad con el pedido o una testificación de inspección; si se solicita una testificación de inspección, deberá indicar las características del producto cuyos resultados de los ensayos deben recogerse en este tipo de documento, en el caso de que los detalles no estén recogidos en la norma del producto.

Si el comprador solicita que la conformidad de los productos se compruebe mediante una inspección específica, en el pedido se concretará cual es el tipo de documento requerido: un certificado de inspección tipo 3.1 ó 3.2 según la norma UNE EN 10204, y si no está definido en la norma del producto: la frecuencia de los ensayos, los requisitos para el muestreo y la preparación de las muestras y probetas, los métodos de ensayo y, si procede, la identificación de las unidades de inspección. El proceso de control de esta fase debe contemplar los siguientes aspectos:

En los materiales cubiertos por marcas, sellos o certificaciones de conformidad reconocidos por las Administraciones Públicas competentes, este control puede limitarse a un certificado expedido por el fabricante que establezca de forma inequívoca la traza que permita relacionar cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

Si no se incluye una declaración del suministrador de que los productos o materiales cumplen con lo anteriormente establecido en el presente Pliego, se tratarán como productos o materiales no conformes.

Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos.

Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una norma nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normas o recomendaciones de prestigio reconocido.

Cuando haya que verificar las tolerancias dimensionales de los perfiles comerciales se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- serie IPN: UNE EN 10024:1995
- series IPE y HE: UNE EN 10034:1994
- serie UPN: UNE 36522:2001
- series L y LD: UNE EN 10056-1:1999 (medidas) y UNE EN 10056-2:1994 (tolerancias)
- tubos: UNE EN 10219:1998 (parte 1: condiciones de suministro; parte 2: tolerancias)
- chapas: EN 10029:1991.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje. Se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por acumulaciones de agua, ni estén en contacto directo con el terreno, y se mantengan las condiciones de durabilidad; para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Los elementos no metálicos de la construcción (hormigón, fábricas, etc.) que hayan de actuar como soporte de elementos estructurales metálicos, deben cumplir las "tolerancias en las partes adyacentes" indicadas posteriormente dentro de las tolerancias admisibles.

Las bases de los pilares que apoyen sobre elementos no metálicos se calzarán mediante cuñas de acero separadas entre 4 y 8 cm, después de acuñadas se procederá a la colocación del número conveniente de vigas de la planta superior y entonces se alinearán y aplomarán.

Los espacios entre las bases de los pilares y el elemento de apoyo si es de hormigón o fábrica, se limpiarán y rellenarán, retacando, con mortero u hormigón de cemento pórtland y árido, cuya máxima dimensión no sea mayor que 1/5 del espesor del espacio que debe rellenarse, y de dosificación no menor que 1:2. La consistencia del mortero u hormigón de relleno será la conveniente para asegurar el llenado completo; en general, será fluida hasta espesores de 5 cm y más seca para espesores mayores.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones con tornillos pretensados de alta resistencia no se pintarán y recibirán una limpieza y el tratamiento especificado.

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni siquiera con la capa de imprimación en una zona de anchura mínima de 10 cm desde el borde de la soldadura; si se precisa una protección temporal se pintarán con pintura fácilmente eliminable, que se limpiará cuidadosamente antes del soldeo.

Para evitar posibles corrosiones es preciso que las bases de pilares y partes estructurales que puedan estar en contacto con el terreno queden embebidas en hormigón. No se pintarán estos elementos para evitar su oxidación; si han de permanecer algún tiempo a la intemperie se recomienda su protección con lechada de cemento.

Se evitará el contacto del acero con otros metales que tengan menos potencial electrovalente (por ejemplo, plomo, cobre) que le pueda originar corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

– Operaciones previas:

Corte: se realizará por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático y, solamente si este no es posible, oxicorte manual; se especificarán las zonas donde no es admisible material endurecido tras procesos de corte, como por ejemplo:

Cuando el cálculo se base en métodos plásticos.

A ambos lados de cada rótula plástica en una distancia igual al canto de la pieza.

Cuando predomine la fatiga, en chapas y llantas, perfiles laminados, y tubos sin costura.

Cuando el diseño para esfuerzos sísmicos o accidentales se base en la ductilidad de la estructura.

Conformado: el acero se puede doblar, prensar o forjar hasta que adopte la forma requerida, utilizando procesos de conformado en caliente o en frío, siempre que las características del



material no queden por debajo de los valores especificados; los radios de acuerdo mínimos para el conformado en frío serán los especificados en el apartado 10.2.2 de CTE DB SE A.

**Perforación:** los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente; se admite el punzonado en materiales de hasta 2,5 cm de espesor, siempre que su espesor nominal no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o su dimensión mínima si no es circular).

**Ángulos entrantes y entallas:** deben tener un acabado redondeado con un radio mínimo de 5 mm.

**Superficies para apoyo de contacto:** se deben especificar los requisitos de planeidad y grado de acabado; la falta de planeidad antes del armado de una superficie simple contrastada con un borde recto, no superará los 0,5 mm, en caso contrario, para reducirla, podrán utilizarse cuñas y forros de acero inoxidable, no debiendo utilizarse más de tres en cualquier punto que podrán fijarse mediante soldaduras en ángulo o a tope de penetración parcial.

**Empalmes:** sólo se permitirán los indicados en el proyecto o autorizados por la dirección facultativa, que se realizarán por el procedimiento establecido.

#### – Soldeo:

Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo, que como mínimo incluirá todos los detalles de la unión, las dimensiones y tipo de soldadura, la secuencia de soldeo, las especificaciones sobre el proceso y las medidas necesarias para evitar el desgarro laminar; todo ello según la documentación de taller especificada en el apartado 12.4.1 de CTE DB SE A.

Se consideran aceptables los procesos de soldadura recogidos por UNE EN ISO 4063:2010.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE EN 287-1:1992; cada tipo de soldadura requiere la cualificación específica del soldador que la realiza.

Las superficies y los bordes deben ser apropiados para el proceso de soldeo que se utilice; los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, y ser accesibles para el soldador; los dispositivos provisionales para el montaje deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza; se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir enfriamiento en la zona térmicamente afectada por el calor.

Para cualquier tipo de soldadura que no figure entre los considerados como habituales (por puntos, en ángulo, a tope, en tapón y ojal) se indicarán los requisitos de ejecución para alcanzar un nivel de calidad análogo a ellos; según el CTE DB SE A, apartado 10.7, durante la ejecución de los procedimientos habituales se cumplirán las especificaciones de dicho apartado especialmente en lo referente a limpieza y eliminación de defectos de cada pasada antes de la siguiente.

#### – Uniones atornilladas:

Las características de tornillos, tuercas y arandelas se ajustarán a las especificaciones de los apartados 10.4.1 a 10.4.3 de CTE DB SE A. En tornillos sin pretensar el “apretado a tope” es el que consigue un hombre con una llave normal sin brazo de prolongación; en uniones pretensadas el apriete se realizará progresivamente desde los tornillos centrales hasta los bordes; según el CTE DB SE A, apartado 10.4.5, el control del pretensado se realizará por alguno de los siguientes procedimientos:

Método de control del par torsor.

Método del giro de tuerca.

Método del indicador directo de tensión.

Método combinado.

Según el CTE DB SE A, apartado 10.5, podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados, hexagonales de inyección, o pernos de articulación, si se cumplen las especificaciones de dicho apartado.

**Montaje en blanco.** La estructura será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y su exacta configuración geométrica.

Recepción de elementos estructurales. Una vez comprobado que los distintos elementos estructurales metálicos fabricados en taller satisfacen todos los requisitos anteriores, se recepcionarán autorizándose su envío a la obra.

Transporte a obra. Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra, estudiando cuidadosamente los planos de taller para resolver los problemas de transporte y montaje que esto pueda ocasionar.

– Montaje en obra:

Si todos los elementos recibidos en obra han sido recepcionados previamente en taller como es aconsejable, los únicos problemas que se pueden plantear durante el montaje son los debidos a errores cometidos en la obra que debe sustentar la estructura metálica, como replanteo y nivelación en cimentaciones, que han de verificar los límites establecidos para las “tolerancias en las partes adyacentes” mencionados en el punto siguiente; las consecuencias de estos errores son evitables si se tiene la precaución de realizar los planos de taller sobre cotas de replanteo tomadas directamente de la obra.

Por tanto el control en esta fase se reduce a verificar que todas las partes de la estructura, en cualquiera de las etapas de construcción, tienen arriostramiento para garantizar su estabilidad, y controlar todas las uniones realizadas en obra visual y geométricamente; además, en las uniones atornilladas se comprobará el apriete con los mismos criterios indicados para la ejecución en taller, y en las soldaduras, si se especifica, se efectuarán los controles no destructivos indicados posteriormente en el “control de calidad de la fabricación”; todo ello siguiendo las especificaciones de la documentación de montaje recogida en el apartado 12.5.1 de CTE DB SE A.

- Tolerancias admisibles

Los valores máximos admisibles de las desviaciones geométricas, para situaciones normales, aplicables sin acuerdo especial, son las recogidas en el Capítulo 11 de CTE DB SE A, agrupadas para las dos etapas del proceso:

Apartado 11.1, tolerancias de fabricación

Apartado 11.2, tolerancias de ejecución.

- Condiciones de terminación

Previamente a la aplicación de los tratamientos de protección, se prepararán las superficies reparando todos los defectos detectados en ellas, tomando como referencia los principios generales de la norma UNE EN ISO 8504-1:2002, particularizados por UNE EN ISO 8504-2:2002 para limpieza con chorro abrasivo y por UNE EN ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas motorizadas y manuales.

En superficies de rozamiento se debe extremar el cuidado en lo referente a ejecución y montaje en taller, y se protegerán con cubiertas impermeables tras la preparación hasta su armado.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón sólo se limpiarán sin pintar, extendiendo este tratamiento al menos 30 cm de la zona correspondiente.

Para aplicar el recubrimiento se tendrá en cuenta:

Galvanización. Se realizará de acuerdo con UNE EN ISO 1460:1996 y UNE EN ISO 1461:1999, sellando las soldaduras antes de un decapado previo a la galvanización si se produce, y con agujeros de venteo o purga si hay espacios cerrados, donde indique el presente Pliego; las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

Pintura. Se seguirán las instrucciones del fabricante en la preparación de superficies, aplicación del producto y protección posterior durante un tiempo; si se aplica más de una capa se usará en cada una sombra de color diferente.

Tratamiento de los elementos de fijación. Para el tratamiento de estos elementos se considerará su material y el de los elementos a unir, junto con el tratamiento que estos lleven previamente, el método de apretado y su clasificación contra la corrosión.

- Control de ejecución, ensayos y pruebas

Se desarrollará según las dos etapas siguientes:

– Control de calidad de la fabricación:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.4.1, la documentación de fabricación será elaborada por el taller y deberá contener, al menos, una memoria de fabricación, los planos de taller y un plan de puntos de inspección. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación, y entre éstos y los materiales empleados. Se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento.

**Soldaduras:** se inspeccionará visualmente toda la longitud de todas las soldaduras comprobando su presencia y situación, tamaño y posición, superficies y formas, y detectando defectos de superficie y salpicaduras; se indicará si deben realizarse o no ensayos no destructivos, especificando, en su caso, la localización de las soldaduras a inspeccionar y los métodos a emplear, que según el CTE DB SE A apartado 10.8.4.2, podrán ser partículas magnéticas según UNE EN 1290/1M:2002, líquidos penetrantes según UNE EN 571-1:1997, ultrasonidos según UNE EN 1714:1998, ensayos radiográficos según UNE EN 1435:1998; el alcance de esta inspección se realizará de acuerdo con el artículo 10.8.4.1, teniendo en cuenta, además, que la corrección en distorsiones no conformes obliga a inspeccionar las soldaduras situadas en esa zona; se deben especificar los criterios de aceptación de las soldaduras, debiendo cumplir las soldaduras reparadas los mismos requisitos que las originales; para ello se puede tomar como referencia UNE EN ISO 5817:2009, que define tres niveles de calidad, B, C y D.

**Uniones mecánicas:** todas las uniones mecánicas, pretensadas o sin pretensar tras el apriete inicial, y las superficies de rozamiento se comprobarán visualmente; la unión debe rehacerse si se exceden los criterios de aceptación establecidos para los espesores de chapa, otras disconformidades podrán corregirse, debiendo volverse a inspeccionar tras el arreglo; en uniones con tornillos pretensados se realizarán las inspecciones adicionales indicadas en el apartado 10.8.5.1 de CTE DB SE A; si no es posible efectuar ensayos de los elementos de fijación tras completar la unión, se inspeccionarán los métodos de trabajo; se especificarán los requisitos para los ensayos de procedimiento sobre el pretensado de tornillos. Previamente a aplicar el tratamiento de protección en las uniones mecánicas, se realizará una inspección visual de la superficie para comprobar que se cumplen los requisitos del fabricante del recubrimiento; el espesor del recubrimiento se comprobará, al menos, en cuatro lugares del 10% de los componentes tratados, según uno de los métodos de UNE EN ISO 2808:2000, el espesor medio debe ser superior al requerido y no habrá más de una lectura por componente inferior al espesor normal y siempre superior al 80% del nominal; los componentes no conformes se tratarán y ensayarán de nuevo.

– Control de calidad del montaje:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.5.1, la documentación de montaje será elaborada por el montador y debe contener, al menos, una memoria de montaje, los planos de montaje y un plan de puntos de inspección según las especificaciones de dicho apartado. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, y que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias. Durante el proceso de montaje se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene un sistema de trazado que permite identificar el origen de cada incumplimiento.

• Ensayos y pruebas

Las actividades y ensayos de los aceros y productos incluidos en el control de materiales, pueden ser realizados por las entidades de control de calidad de la edificación y los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación previstos en el artículo 14 de la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación, que cumplan los requisitos exigibles para el desarrollo de su actividad recogidos en el Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo.

Previamente al inicio de las actividades de control de la obra, el laboratorio o la entidad de control de calidad deberán presentar a la dirección facultativa para su aprobación un plan de control o, en su caso, un plan de inspección de la obra que contemple, como mínimo, los siguientes aspectos:

Identificación de materiales y actividades objeto de control y relación de actuaciones a efectuar durante el mismo (tipo de ensayo, inspecciones, etc.).

Previsión de medios materiales y humanos destinados al control con indicación, en su caso, de actividades a subcontratar.

Programación inicial del control, en función del programa previsible para la ejecución de la obra.

Planificación del seguimiento del plan de autocontrol del constructor, en el caso de la entidad de control que efectúe el control externo de la ejecución.

Designación de la persona responsable por parte del organismo de control.

Sistemas de documentación del control a emplear durante la obra.

El plan de control deberá prever el establecimiento de los oportunos lotes, tanto a efectos del control de materiales como de los productos o de la ejecución, contemplando tanto el montaje en taller o en la propia obra.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Como última fase de todos los controles especificados anteriormente, se realizará una inspección visual del conjunto de la estructura y de cada elemento a medida que van entrando en carga, verificando que no se producen deformaciones o grietas inesperadas en alguna parte de ella.

En el caso de que se aprecie algún problema, o si especifica en el presente Pliego, se pueden realizar pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella; en estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 101.2 de la Instrucción EHE-08):

- Viabilidad y finalidad de la prueba.
- Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.
- Procedimientos de medida.
- Escalones de carga y descarga.
- Medidas de seguridad.
- Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.
- Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

## **2.3.2. FÁBRICA ESTRUCTURAL**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Muros resistentes y de arriostramiento realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, tomadas con mortero de cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos, pudiendo incorporar armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado. Los paramentos pueden quedar sin revestir, o revestidos.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

- Fábrica de ladrillo cerámico.

Metro cuadrado de fábrica de ladrillo de arcilla cocida, sentada con mortero de cemento y/o cal, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de los ladrillos y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1m<sup>2</sup>.

- Fábrica de bloques de hormigón o de arcilla cocida aligerada.

Metro cuadrado de muro de bloque de hormigón de áridos densos y ligeros o de arcilla aligerada, recibido con mortero de cemento, con encadenados o no de hormigón armado y relleno de senos con hormigón armado, incluso replanteo, aplomado y nivelado, corte, preparación y colocación de

las armaduras, vertido y compactado del hormigón y parte proporcional de mermas, despuntes, solapes, roturas, humedecido de las piezas y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1m<sup>2</sup>.

– Fábrica de piedra.

Metro cuadrado de fábrica de piedra, sentada con mortero de cemento y/o cal, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1m<sup>2</sup>.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los muros de fábrica pueden ser de una hoja, capuchinos, careados, doblados, de tendel hueco, de revestimiento y de armado de fábrica.

Los materiales que los constituyen son:

– Piezas.

Las piezas pueden ser:

De ladrillo de arcilla cocida (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1).

De bloques de hormigón de áridos densos y ligeros (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.3).

De bloques de arcilla cocida aligerada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1).

De piedra artificial o natural (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.5, 2.1.6).

Las designaciones de las piezas se referencian por sus medidas modulares (medida nominal más el ancho habitual de la junta).

Las piezas para la realización de fábricas pueden ser macizas, perforadas, aligeradas y huecas, según lo indique el proyecto.

La disposición de huecos será tal que evite riesgos de aparición de fisuras en tabiquillos y paredes de la pieza durante la fabricación, manejo o colocación.

La resistencia normalizada a compresión de las piezas,  $f_b$ , será superior a 5 N/mm<sup>2</sup>, (CTE DB-SE F, apartado 4.1).

Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.

Para bloques de piedra natural se confirmará la procedencia y las características especificadas en el proyecto, constatando que la piedra esta sana y no presenta fracturas.

Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. El fabricante aportará la documentación que acredita que el valor declarado de la resistencia a compresión se ha obtenido a partir de piezas muestreadas según UNE EN 771 y ensayadas según UNE EN 772-1:2002, y la existencia de un plan de control de producción en fábrica que garantiza el nivel de confianza citado.

Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor medio obtenido en ensayos con la norma antedicha, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

Cuando en proyecto se haya especificado directamente el valor de la resistencia normalizada con esfuerzo paralelo a la tabla, en el sentido longitudinal o en el transversal, se exigirá al fabricante, a través en su caso, del suministrador, el valor declarado obtenido mediante ensayos, procediéndose según los puntos anteriores.

Si no existe valor declarado por el fabricante para el valor de resistencia a compresión en la dirección de esfuerzo aplicado, se tomarán muestras en obra según UNE EN 771 y se ensayarán según EN 772-1:2002, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. El valor medio obtenido se multiplicará por el valor  $\gamma$  de la tabla 8.1 (CTE DB-SE F), no superior a 1,00 y se comprobará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.

Si la resistencia a compresión de un tipo de piezas con forma especial tiene influencia predominante en la resistencia de la fábrica, su resistencia se podrá determinar con la última norma citada.

Para garantizar la durabilidad en el CTE, en las tablas 3.1 y 3.2 del DB-SE F, están especificadas las clases de exposición consideradas. En este sentido, deben respetarse las restricciones que se establecen en la tabla 3.3 del DB-SE F, sobre restricciones de uso de los componentes de las fábricas.

Si ha de aplicarse la norma sismorresistente (NCSR-02), el espesor mínimo para muros exteriores de una sola hoja será de 14 cm y de 12 cm para los interiores. Además, para una aceleración de cálculo  $a_c \geq 0,12$  g, el espesor mínimo de los muros exteriores de una hoja será de 24 cm, si son de ladrillo de arcilla cocida, y de 18 cm si están contruidos de bloques. Si se trata de muros interiores el espesor mínimo será de 14 cm. Para el caso de muros exteriores de dos hojas (capuchinos) y si  $a_c \geq 0,12$  g, ambas hojas estarán contruidas con el mismo material, con un espesor mínimo de cada hoja de 14 cm y el intervalo entre armaduras de atado o anclajes será inferior a 35 cm, en todas las direcciones. Si únicamente es portante una de las dos hojas, su espesor cumplirá las condiciones señaladas anteriormente para los muros exteriores de una sola hoja. Para los valores de  $a_c \geq 0,08$  g, todos los elementos portantes de un mismo edificio se realizarán con la misma solución constructiva.

– Morteros y hormigones (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas permitan contruir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm<sup>2</sup>.

Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena). La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de  $f_m$  supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M4. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas (CTE DB-SE F, apartado 4.2).

El hormigón empleado para el relleno de huecos de la fábrica armada se caracteriza, por los valores de  $f_{ck}$  (resistencia característica a compresión de 20 ó 25 N/mm<sup>2</sup>).

En la recepción de las mezclas preparadas se comprobará que la dosificación y resistencia que figuran en el envase corresponden a las solicitadas.

Los morteros preparados y los secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante, que incluirán el tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua.

El mortero preparado, se empleará antes de que transcurra el plazo de uso definido por el fabricante. Si se ha evaporado agua, podrá añadirse ésta sólo durante el plazo de uso definido por el fabricante.

Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes (excepto los tipos CEM I y CEM II/A), con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

– Arenas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.17).



Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará una toma de muestras para la comprobación de características en laboratorio.

Se puede aceptar arena que no cumpla alguna condición, si se procede a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, y después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

– Armaduras.

Además de los aceros establecidos en EHE, se consideran aceptables los aceros inoxidables según UNE ENV 10080:1996, UNE EN 10088 y UNE EN 845-3:2006, y para pretensar los de EN 10138.

El galvanizado, o cualquier tipo de protección equivalente, debe ser compatible con las características del acero a proteger, no afectándolas desfavorablemente.

Para las clases IIa y IIb, deben utilizarse armaduras de acero al carbono protegidas mediante galvanizado fuerte o protección equivalente, a menos que la fábrica este terminada mediante un enfoscado de sus caras expuestas, el mortero de la fábrica sea no inferior a M5 y el recubrimiento lateral mínimo de la armadura no sea inferior a 30 mm, en cuyo caso podrán utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. Para las clases III, IV, H, F y Q, en todas las subclases las armaduras de tendel serán de acero inoxidable austenítico o equivalente.

– Barreras antihumedad.

Las barreras antihumedad serán eficaces respecto al paso del agua y a su ascenso capilar. Tendrán una durabilidad que indique el proyecto. Estarán formadas por materiales que no sean fácilmente perforables al utilizarlas, y serán capaces de resistir las tensiones, indicadas en proyecto, sin extrusionarse.

Las barreras antihumedad tendrán suficiente resistencia superficial de rozamiento como para evitar el movimiento de la fábrica que descansa sobre ellas.

– Llaves (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.2.1).

En los muros capuchinos, sometidos a acciones laterales, se dispondrán llaves que sean capaces de trasladar la acción horizontal de una hoja a otra y capaces de transmitirla a los extremos.

Deben respetarse las restricciones que se establecen en la tabla 3.3 del DB-SE F, sobre restricciones de uso de los componentes de las fábricas, según la clase de exposición definida en proyecto.

• Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la fábrica se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje.

– Piezas.

Las piezas se suministrarán a la obra sin que hayan sufrido daños en su transporte y manipulación que deterioren el aspecto de las fábricas o comprometan su durabilidad, y con la edad adecuada cuando ésta sea decisiva para que satisfagan las condiciones del pedido. Se suministrarán preferentemente paletizados y empaquetados. Los paquetes no serán totalmente herméticos para permitir el intercambio de humedad con el ambiente.

El acopio en obra se efectuará evitando el contacto con sustancias o ambientes que perjudiquen física o químicamente a la materia de las piezas. Las piezas se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno.

– Arenas.

Cada remesa de arena que llegue a obra se descargará en una zona de suelo seco, convenientemente preparada para este fin, en la que pueda conservarse limpia. Las arenas de distinto tipo se almacenarán por separado.

– Cementos y cales.

Se debe garantizar que el almacenamiento, la carga y el transporte desde la fábrica se realicen en buenas condiciones de estanquidad y limpieza.

El almacenamiento de los cementos a granel se efectuará en silos estancos y se evitará su contaminación con otros cementos de tipo y/o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

El almacenamiento de los cementos envasados deberá realizarse sobre palets, o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento en las que puedan dañarse éstos o la calidad del cemento.

Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

– Morteros secos preparados y hormigones preparados.

La recepción y el almacenaje se ajustarán a lo señalado para el tipo de material.

– Armaduras.

Las barras y las armaduras de tendel se almacenarán, se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños y con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura. Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### • Condiciones previas: soporte

Se tomarán medidas protectoras para las fábricas que puedan ser dañadas por efecto de la humedad en contacto con el terreno, si no están definidas en el proyecto. Por ejemplo, si el muro es de fachada, en la base debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto, según el apartado 2.3.3.2 (CTE DB-HS). La superficie en que se haya de disponer la imprimación deberá estar lisa y limpia. Sobre la barrera debe disponerse una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo, según el apartado 2.1.3.1 (CTE DB-HS).

Cuando sea previsible que el terreno contenga sustancias químicas agresivas para la fábrica, ésta se construirá con materiales resistentes a dichas sustancias o bien se protegerá de modo que quede aislada de las sustancias químicas agresivas.

La base de la zapata corrida de un muro será horizontal. Estará situada en un solo plano cuando sea posible económicamente; en caso contrario, se distribuirá en banqueos con uniformidad. En caso de cimentar con zapatas aisladas, las cabezas de éstas se enlazarán con una viga de hormigón armado. En caso de cimentación por pilotes, se enlazarán con una viga empotrada en ellos.

Los perfiles metálicos de los dinteles que conforman los huecos se protegerán con pintura antioxidante, antes de su colocación.

En las obras importantes con retrasos o paradas muy prolongadas, el director de obra debe tener en cuenta las acciones sísmicas que se puedan presentar y que, en caso de destrucción o daño por sismo, pudieran dar lugar a consecuencias graves. El director de obra comprobará que las prescripciones y los detalles estructurales mostrados en los planos satisfacen los niveles de ductilidad especificados y que se respetan durante la ejecución de la obra. En cualquier caso, una estructura de muros se considerará una solución “no dúctil”, incluso aunque se dispongan los refuerzos que se prescriben en la norma sismorresistente (NCSR-02).

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se evitará el contacto entre metales de diferente potencial electrovalente para impedir el inicio de posibles procesos de corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

### Proceso de ejecución

- Ejecución

El proyecto especifica la clase de categoría de ejecución: A, B y C, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 8.2.1 del CTE DB-SE-F. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

#### Categoría A:

Las piezas disponen de certificación de sus especificaciones en cuanto a tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.

El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.

La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001.

Se realiza una visita diaria de la obra. Control y supervisión continuados por el constructor.

#### Categoría B:

Las piezas disponen de certificación de sus especificaciones en cuanto a tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, y resistencia normalizada.

El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 28 días.

Se realiza una visita diaria de la obra. Control y supervisión continuados por el constructor.

#### Categoría C:

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos de la categoría B.

##### – Replanteo.

Será necesaria la verificación del replanteo por la dirección facultativa. Se replanteará en primer lugar la fábrica a realizar. Posteriormente para el alzado de la fábrica se colocarán en cada esquina de la planta una mira recta y aplomada, con la referencias precisas a las alturas de las hiladas, y se procederá al tendido de los cordeles entre las miras, apoyadas sobre sus marcas, que se elevarán con la altura de una o varias hiladas para asegurar la horizontalidad de éstas.

Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas, las distancias indicadas en la tabla 2.1 del documento CTE DB-SE F, apartado 2.2. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape.

##### – Humectación.

Las piezas, fundamentalmente las de arcilla cocida (exceptuando los ladrillos completamente hidrofugados y aquellos que tienen una succión inferior a 0,10 gr/cm<sup>2</sup> min), se humedecerán, antes de la ejecución de la fábrica, por aspersión o por inmersión. La cantidad de agua embebida en la pieza debe ser la necesaria para que al ponerla en contacto con el mortero no haga cambiar la consistencia de este, es decir, para que la pieza ni absorba agua, ni la aporte.

##### – Colocación.

Las piezas se colocarán generalmente a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará, retirando también el mortero.

Las piezas con machihembrado lateral no se colocarán a restregón, sino verticalmente sobre la junta horizontal de mortero, haciendo tope con los machihembrados, dando lugar a fábricas con llagas a hueso. No obstante, la colocación de las piezas dependerá de su tipología, debiendo seguirse en todo momento las recomendaciones del fabricante.

– Rellenos de juntas.

Si el proyecto especifica llaga llena el mortero debe macizar el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; se considera hueca en caso contrario. El mortero deberá llenar las juntas, tendel (salvo caso de tendel hueco) y llagas totalmente. Si después de restregar el ladrillo no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero. El espesor de los tendeles y de las llagas de mortero ordinario o ligero no será menor que 8 mm ni mayor que 15 mm, y el de tendeles y llagas de mortero de junta delgada no será menor que 1 mm ni mayor que 3 mm.

Cuando se especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme.

El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.

Sin autorización expresa, en muros de espesor menor que 200 mm, las juntas no se rehundirán en una profundidad mayor que 5 mm.

De procederse al rejuntado, el mortero tendrá las mismas propiedades que el de asentar las piezas. Antes del rejuntado, se cepillará el material suelto, y si es necesario, se humedecerá la fábrica. Cuando se rasque la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

Para bloques de arcilla cocida aligerada:

No se cortarán las piezas, sino que se utilizarán las debidas piezas complementarias de coordinación modular. Las juntas verticales no llevarán mortero al ser machihembradas. La separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas no será inferior a 7 cm.

Los muros deberán mantenerse limpios durante la construcción. Todo exceso de mortero deberá ser retirado, limpiando la zona a continuación.

– Enjarjes.

Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible y no dé lugar a situaciones intermedias inestables. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes, adarajas y salientes, endejas. En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán para que el muro se comporte como un elemento estructural único. El solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menor que 40 mm. En las esquinas o encuentros, el solapo de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

– Dinteles.

Las aberturas llevarán un dintel resistente, prefabricado o realizado in situ de acuerdo con la luz a salvar. En los extremos de los dinteles se dispondrá una armadura de continuidad sobre los apoyos, de una sección no inferior al 50% de la armadura en el centro del vano y se anclará de acuerdo con el apartado 7.5 del documento CTE DB SE F. La armadura del centro del vano se prolongará hasta los apoyos, al menos el 25% de su sección, y se anclará según el apartado citado.

– Enlaces.

Enlaces entre muros y forjados:

Cuando se considere que los muros están arriostrados por los forjados, se enlazarán a éstos de forma que se puedan transmitir las acciones laterales. Las acciones laterales se transmitirán a los elementos arriostrantes o a través de la propia estructura de los forjados (monolíticos) o mediante vigas perimetrales. Las acciones laterales se pueden transmitir mediante conectores o por rozamiento.

Cuando un forjado carga sobre un muro, la longitud de apoyo será la estructuralmente necesaria pero nunca menor de 65 mm (teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación y de montaje).

Las llaves de muros capuchinos se dispondrán de modo que queden suficientemente recibidas en ambas hojas (se considerará satisfecha esta prescripción si se cumple la norma UNE EN 845-1:2005), y su forma y disposición será tal que el agua no pueda pasar por las llaves de una hoja a otra.

La separación de los elementos de conexión entre muros y forjados no será mayor que 2 m, y en edificios de más de cuatro plantas de altura no será mayor que 1,25 m. Si el enlace es por rozamiento, no son necesarios amarres si el apoyo de los forjados de hormigón se prolonga hasta el centro del muro o un mínimo de 65 mm, siempre que no sea un apoyo deslizante.

Si es de aplicación la norma sismorresistente (NCSR-02), los forjados de viguetas sueltas, de madera o metálicas, deberán atarse en todo su perímetro a encadenados horizontales situados en su mismo nivel, para solidarizar la entrega y conexión de las viguetas con el muro. El atado de las viguetas que discurran paralelas a la pared se extenderá al menos a las tres viguetas más próximas.

Enlace entre muros:

Es recomendable que los muros que se vinculan se levanten de forma simultánea y debidamente trabados entre sí.

En el caso de muros capuchinos, el número de llaves que vinculan las dos hojas de un muro capuchino no será menor que 2 por m<sup>2</sup>. Si se emplean armaduras de tendel cada elemento de enlace se considerará como una llave.

Se colocarán llaves en cada borde libre y en las jambas de los huecos.

Al elegir las llaves se considerará cualquier posible movimiento diferencial entre las hojas del muro, o entre una hoja y un marco.

En el caso de muros doblados, las dos hojas de un muro doblado se enlazarán eficazmente mediante conectores capaces de transmitir las acciones laterales entre las dos hojas, con un área mínima de 300 mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de muro, con conectores de acero dispuestos uniformemente en número no menor que 2 conectores/m<sup>2</sup> de muro.

Algunas formas de armaduras de tendel pueden también actuar como llaves entre las dos hojas de un muro doblado, por ejemplo las mostradas en la norma UNE EN 845-3:2006.

En la elección del conector se tendrán en cuenta posibles movimientos diferenciales entre las hojas.

En caso de fábrica de bloque hormigón hueco: Los enlaces de los muros en esquina o en cruce se realizarán mediante encadenado vertical de hormigón armado, que irá anclada a cada forjado y en planta baja a la cimentación. El hormigón se verterá por tongadas de altura no superior a 1 m, al mismo tiempo que se levantan los muros. Se compactará el hormigón, llenando todo el hueco entre el encofrado y los bloques. Los bloques que forman las jambas de los huecos de paso o ventanas serán rellenados con mortero en un ancho del muro igual a la altura del dintel. La formación de dinteles será con bloques de fondo ciego colocados sobre una sopanda previamente preparada, dejando libre la canal de las piezas para la colocación de las armaduras y el vertido del hormigón.

En caso de fábrica de bloque de hormigón macizo: Los enlaces de los muros en esquina o en cruce se realizarán mediante armadura horizontal de anclaje en forma de horquilla, enlazando alternativamente en cada hilada dispuesta perpendicularmente a la anterior uno y otro muro.

– Armaduras.

Las barras y las armaduras de tendel se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños perjudiciales que puedan afectar al acero, al hormigón, al mortero o a la adherencia entre ellos.

Se evitarán los daños mecánicos, rotura en las soldaduras de las armaduras de tendel, y depósitos superficiales que afecten a la adherencia.

Se emplearán separadores y estribos para mantener las armaduras en su posición y si es necesario, se atará la armadura con alambre.

Para garantizar la durabilidad de las armaduras:

Recubrimientos de la armadura de tendel:

- a) el espesor mínimo del recubrimiento de mortero respecto al borde exterior, no será menor que 15 mm
- b) el recubrimiento de mortero, por encima y por debajo de la armadura de tendel, no sea menor que 2 mm, incluso para los morteros de junta delgada
- c) la armadura se dispondrá de modo que se garantice la constancia del recubrimiento.

Los extremos cortados de toda barra que constituya una armadura, excepto las de acero inoxidable, tendrán el recubrimiento que le corresponda en cada caso o la protección equivalente.

En el caso de cámaras rellenas o aparejos distintos de los habituales, el recubrimiento será no menor que 20 mm ni de su diámetro.

– Morteros y hormigones de relleno.

Se admite la mezcla manual únicamente en proyectos con categoría de ejecución C. El mortero no se ensuciará durante su manipulación posterior.

El mortero y el hormigón de relleno se emplearán antes de iniciarse el fraguado. El mortero u hormigón que haya iniciado el fraguado se desechará y no se reutilizará.

Al mortero no se le añadirán aglomerantes, áridos, aditivos ni agua después de su amasado.

Antes de rellenar de hormigón la cámara de un muro armado, se limpiará de restos de mortero y escombros. El relleno se realizará por tongadas, asegurando que se macizan todos los huecos y no se segrega el hormigón. La secuencia de las operaciones conseguirá que la fábrica tenga la resistencia precisa para soportar la presión del hormigón fresco.

En muros con pilastras armadas, la armadura principal se fijará con antelación suficiente para ejecutar la fábrica sin entorpecimiento. Los huecos de fábrica en que se incluye la armadura se irán rellenando con mortero u hormigón al levantarse la fábrica.

- Tolerancias admisibles

Cuando en el proyecto no defina tolerancias de ejecución de muros verticales, se emplearán los valores de la tabla 8.2 sobre tolerancias para elementos de fábrica del documento DB-SE-F del Código Técnico de la Edificación, apartado 8.2:

- Desplome en la altura del piso de 20 mm y en la altura total del edificio de 50 mm.
- Axialidad de 20 mm.
- Planeidad en 1 m de 5 mm y en 10 m de 20 mm.
- Espesor de la hoja del muro más menos 25 mm y del muro capuchino completo más 10 mm.

- Condiciones de terminación

Las fábricas quedarán planas y aplomadas, y tendrán una composición uniforme en toda su altura.

En muros de carga, para la ejecución de rozas y rebajes, se debe contar con las órdenes de la dirección facultativa, bien expresas o bien por referencia a detalles del proyecto. Las rozas no afectarán a elementos, como dinteles, anclajes entre piezas o armaduras. En muros de ejecución reciente, debe esperarse a que el mortero de unión entre piezas haya endurecido debidamente y a que se haya producido la correspondiente adherencia entre mortero y pieza.

En fábrica con piezas macizas o perforadas, las rozas que respetan las limitaciones de la tabla 4.8 (CTE DB F), no reducen el grueso de cálculo, a efectos de la evaluación de su capacidad. Si es de aplicación la norma sismorresistente (NCSR-02), en los muros de carga y de arriostramiento sólo se admitirán rozas verticales separadas entre sí por lo menos 2 m y cuya profundidad no excederá de la quinta parte de su espesor. En cualquier caso, el grueso reducido no será inferior a los valores especificados en el apartado de Prescripciones sobre los productos (piezas).

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Ladrillos cerámicos: Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 400 m<sup>2</sup> de muro.

Bloques de hormigón o cerámicos: Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 250 m<sup>2</sup> de muro.



– Replanteo:

Comprobación de ejes de muros y ángulos principales.

Verticalidad de las miras en las esquinas. Marcado de hiladas (cara vista).

Espesor y longitud de tramos principales. Dimensión de huecos de paso.

Juntas estructurales.

– Ejecución de todo tipo de fábricas:

Comprobación periódica de consistencia en cono de Abrams.

Mojado previo de las piezas unos minutos.

Aparejo y traba en enlaces de muros. Esquinas. Huecos.

Relleno de juntas de acuerdo especificaciones de proyecto.

Juntas estructurales (independencia total de partes del edificio).

Barrera antihumedad según especificaciones del proyecto.

Armadura libre de sustancias.

– Ejecución de fábricas de bloques de hormigón o de arcilla cocida aligerada:

Las anteriores.

Aplomado de paños.

Alturas parciales. Niveles de planta. Zunchos.

– Tolerancias en la ejecución según TABLA 8.2 del CTE DB SE F:

Desplomes.

Axialidad.

Planeidad.

Espesores de la hoja o de las hojas del muro.

– Protección de la fábrica:

Protección en tiempo caluroso de fábricas recién ejecutadas.

Protección en tiempo frío (heladas) de fábricas recientes.

Protección de la fábrica durante la ejecución, frente a la lluvia.

Arriostramiento durante la construcción mientras el elemento de fábrica no haya sido estabilizado (al terminar cada jornada de trabajo).

Control de la profundidad de las rozas y su verticalidad.

– Ejecución de cargaderos y refuerzos:

Entrega de cargaderos. Dimensiones.

Encadenados verticales y horizontales según especificaciones de cálculo (sísmico). Armado.

Macizado y armado en fábricas de bloques.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el Anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la Dirección Facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

• Ensayos y pruebas

Cuando se establezca la determinación mediante ensayos de la resistencia de la fábrica, podrá determinarse directamente a través de la UNE EN 1052-1: 1999. Así mismo, para la determinación mediante ensayos de la resistencia del mortero, se usará la UNE EN 1015-11: 2000.

• Conservación y mantenimiento

La coronación de los muros se cubrirá, con láminas de material plástico o similar, para impedir el lavado del mortero de las juntas por efecto de la lluvia y evitar eflorescencias, desconchados por caliches y daños en los materiales higroscópicos.

Se tomarán precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta el final del fraguado, especialmente en condiciones desfavorables, tales como baja humedad relativa, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.

Se tomarán precauciones para evitar daños a la fábrica recién construida por efecto de las heladas. Si ha helado antes de iniciar el trabajo, se revisará escrupulosamente lo ejecutado en las 48 horas anteriores, demoliéndose las zonas dañadas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá protegiendo lo recientemente construido

Si fuese necesario, aquellos muros que queden temporalmente sin arriostrar y sin carga estabilizante, se acodalarán provisionalmente, para mantener su estabilidad.

Se limitará la altura de la fábrica que se ejecute en un día para evitar inestabilidades e incidentes mientras el mortero está fresco.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En principio, las estructuras proyectadas, ejecutadas y controladas conforme a la normativa vigente, no será necesario someterlas a prueba alguna. No obstante, cuando se tenga dudas razonables sobre el comportamiento de la estructura del edificio ya terminado, para conceder el permiso de puesta en servicio o aceptación de la misma, se pueden realizar ensayos mediante pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella, en elementos sometidos a flexión. En estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 101.2 de la Instrucción EHE-08):

- viabilidad y finalidad de la prueba
- magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida
- procedimientos de medida
- escalones de carga y descarga
- medidas de seguridad
- condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

## **2.3.3. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN (ARMADO Y PRETENSADO)**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Como elementos de hormigón pueden considerarse:

- Forjados unidireccionales: constituidos por elementos superficiales planos con nervios, flectando esencialmente en una dirección. Se consideran dos tipos de forjados, los de viguetas o semiviguetas, ejecutadas en obra o pretensadas, y los de losas alveolares ejecutadas en obra o pretensadas.
- Placas (losas) sobre apoyos aislados: estructuras constituidas por placas macizas o aligeradas con nervios de hormigón armado en dos direcciones perpendiculares entre sí, que no poseen, en general, vigas para transmitir las cargas a los apoyos y descansan directamente sobre soportes con o sin capitel.
- Muros de sótanos y muros de carga.
- Pantallas: sistemas estructurales en ménsula empotrados en el terreno, de hormigón armado, de pequeño espesor, gran canto y muy elevada altura, especialmente aptas para resistir acciones horizontales.

– Muros resistentes o núcleos: un conjunto de pantallas enlazadas entre sí para formar una pieza de sección cerrada o eventualmente abierta por huecos de paso, que presenta una mayor eficacia que las pantallas para resistir esfuerzos horizontales.

– Estructuras aporticadas: formadas por soportes y vigas. Las vigas son elementos estructurales, planos o de canto, de directriz recta y sección rectangular que salvan una determinada luz, soportando cargas de flexión. Los soportes son elementos de directriz recta y sección rectangular, cuadrada, poligonal o circular, de hormigón armado, pertenecientes a la estructura del edificio, que transmiten las cargas al cimiento.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro cuadrado de forjado unidireccional: hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, con semivigüeta armada o nervios in situ, del canto e interje especificados, con piezas de entrevigado (como las bovedillas) del material especificado, incluso encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según Instrucción EHE-08.

– Metro cuadrado de placa o forjado reticular: hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, del canto e interje especificados, con piezas de entrevigado (como las bovedillas) del material especificado, incluso encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según Instrucción EHE-08.

– Metro cuadrado de forjado unidireccional con vigüeta, semivigüeta o losa pretensada, totalmente terminado, incluyendo las piezas de entrevigado para forjados con vigüetas o semivigüetas pretensadas, hormigón vertido en obra y armadura colocada en obra, incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según Instrucción EHE-08.

– Metro cuadrado de núcleos y pantallas de hormigón armado: completamente terminado, de espesor y altura especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificados, de la cuantía del tipo de acero especificada, incluyendo encofrado a una o dos caras del tipo especificado, elaboración desencofrado y curado, según Instrucción EHE-08.

– Metro lineal de soporte de hormigón armado: completamente terminado, de sección y altura especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificados, de la cuantía del tipo de acero especificada, incluyendo encofrado, elaboración, desencofrado y curado, según Instrucción EHE-08.

– Metro cúbico de hormigón armado para pilares, vigas y zunchos: hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, en soportes, vigas o zunchos de sección y altura determinadas, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según Instrucción EHE-08, incluyendo encofrado y desencofrado.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

– Hormigón para armar:

Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 de la Instrucción EHE-08, indicando:

- la composición elegida (artículo 31.1)
- las condiciones o características de calidad exigidas (artículo 31.2)
- las características mecánicas (artículo 39)
- valor mínimo de la resistencia (artículo 31.4)
- docilidad (artículo 31.5)

El hormigón puede ser:

- fabricado en central, de obra o preparado;
- no fabricado en central.

Materiales componentes, en el caso de que no se acopie directamente el hormigón para armar:

– Cemento:

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la Instrucción RC-08, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las limitaciones de uso establecidas en la tabla 26 de la Instrucción EHE-08. En el caso de cementos que contribuyan a la sostenibilidad, se estará a lo establecido en el anejo 13 de la Instrucción EHE-08.

– Agua:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas para comprobar las condiciones establecidas en el artículo 27 de la Instrucción EHE-08.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales.

Siempre que sea posible, dispondrá las instalaciones que permitan el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de los elementos de transporte del hormigón, en los términos que se indican en el artículo 27 de la instrucción EHE-08.

– Áridos:

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28 de la Instrucción EHE-08.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse gravas y arenas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica y se justifique debidamente. En el caso de áridos reciclados se seguirá lo establecido en el anejo 15 de la Instrucción EHE-08.

Sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

Los áridos se designarán por su tamaño máximo en mm, y en su caso, especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

La granulometría de los áridos debe cumplir los requisitos establecidos en el artículo 28.4 de la Instrucción EHE-08.

– Otros componentes:

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras (artículo 29 de la Instrucción EHE-08).

– Armaduras pasivas:

Los aceros cumplirán los requisitos técnicos establecidos en los artículos 32 y 33 de la Instrucción EHE-08.

Serán de acero soldable, no presentarán defectos superficiales ni grietas, y estarán constituidas por:

- Los diámetros nominales de las barras o rollos de acero corrugado se ajustarán a la serie: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm, y los tipos a utilizar serán: de baja ductilidad (AP400 T - AP500 T), de ductilidad normal (AP400 S - AP500 S), o de características especiales de ductilidad (AP400 SD - AP500 SD).

Las características mecánicas mínimas garantizadas por el Suministrador serán conformes con las prescripciones de la tabla 32.2.a. Además, deberán tener aptitud al doblado-desdoblado o doblado simple, manifestada por la ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo correspondiente.

- Los diámetros nominales de los alambres (corrugados o grafilados) empleados en mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie:

4-4,5-5- 5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5-10-11-12-14 y 16 mm, y los tipos a utilizar serán: ME 500 SD - ME 400 SD - ME 500 S - ME - 400 S - ME 500 T - ME 400 T en mallas electrosoldadas, y AB 500 SD - AB 400 SD - AB 500 S - AB 500 T - AB 400 T en armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros 4 y 4,5 m sólo pueden utilizarse en la armadura de reparto conforme al artículo 59.2.2 de la Instrucción EHE-08, así como en el caso de armaduras básicas electrosoldadas en celosías utilizadas para forjados unidireccionales de hormigón, en cuyo caso se podrán utilizar únicamente en los elementos transversales de conexión de la celosía .

- La ferralla armada, como resultado de aplicar a las armaduras elaboradas los procesos de armado, según el artículo 69 de la EHE-08.

- Piezas de entrevigado en forjados cumplirán las condiciones del artículo 36 de la Instrucción EHE-08.

Las piezas de entrevigado puede tener función aligerante o colaborante. Las colaborantes pueden ser de cerámica, hormigón u otro material resistente (resistencia a compresión no menor que la del hormigón vertido en el forjado). Las aligerantes pueden ser de cerámica, hormigón, poliestireno expandido u otros materiales suficientemente rígidos que cumplan con las exigencias especificadas en la EHE-08 sobre carga de rotura, expansión por humedad y reacción al fuego.

- Accesorios, fundamentalmente separadores, específicamente diseñados, con una resistencia a presión nominal de 2 N/mm<sup>2</sup>.

#### Recepción de los productos

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos, de este Pliego General de Condiciones. En el caso de productos que deban disponer del marcado CE se comprobará que los valores cumplen con los especificados en proyecto o, en su defecto, la Instrucción EHE-08. En otro caso, el control comprende el control de la documentación de los suministros; en su caso, el control mediante distintivos de calidad o procedimiento que garantice un nivel de garantía adicional equivalente; y, en su caso, el control experimental mediante ensayos.

Cada remesa o partida de los productos irá acompañada de una hoja de suministro cuyo contenido mínimo se indica en el anejo nº 21 de la Instrucción EHE-08. La documentación incluirá la información que se indica, dependiendo de si es previa al suministro, si acompaña durante al suministro o es posterior al suministro.

En el caso de que los productos tengan distintivo de calidad, de acuerdo con lo establecido en el artículo 81 de la Instrucción EHE-08, los suministradores lo entregarán al constructor para que la dirección facultativa valore si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

En el caso de efectuarse ensayos, Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la dirección facultativa.

Todas las actividades relacionadas con el control establecido por la Instrucción EHE-08 quedarán documentadas en los correspondientes registros.

– Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado:

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, mediante verificación del contenido de la documentación del hormigón, y en su caso, tras comprobar su consistencia.

– Control documental: en el caso de hormigones que no estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido según el anejo nº 19, el Suministrador deberá presentar una copia compulsada del certificado de dosificación al que hace referencia el anejo nº 22, así como del resto de los ensayos previos y de una hoja de suministro, cuyo contenido mínimo se establece en el anejo nº 21

– Ensayos de control del hormigón:

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su docilidad, resistencia, y durabilidad:

Salvo en los ensayos previos, la toma de muestras se realizará en el punto de vertido del hormigón (obra o instalación de prefabricación), a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga. El representante del laboratorio levantará un acta, según el anejo 21 de la Instrucción EHE-08, para cada toma de muestras, que deberá estar suscrita por todas las partes presentes, quedándose cada uno con una copia de la misma.

Control de la docilidad (artículo 86.3.1), se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE EN 12350-2. En el caso de hormigones autocompactantes, se estará a lo indicado en el anejo 17 de la Instrucción EHE-08. Los ensayos se realizarán siguiendo las consideraciones del artículo 86.5.2 de la Instrucción EHE-08.

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control indirecto de la resistencia o cuando lo ordene la dirección facultativa.

Control de la penetración del agua (artículo 86.3.3). Se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas.

Control de la resistencia (artículo 86.3.2), se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión efectuados sobre probetas fabricadas y curadas.

Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y Proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción EHE-08 establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 86.5.

Los ensayos de control de resistencia tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto y estará en función de si disponen de un distintivo de calidad y el nivel de garantía para el que se haya efectuado el reconocimiento. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

– Hormigón no fabricado en central:

– El hormigón no fabricado en central solo puede utilizarse para hormigones no estructurales, de acuerdo con lo indicado en el anejo nº 18 de la Instrucción EHE-08, como el hormigón de limpieza o el empleado para aceras, bordillos o rellenos.

– Cemento (artículos 26 y 85.1 de la Instrucción EHE-08, Instrucción RC-08.y ver Parte II, Marcado CE, 19.1).

Se establece la recepción del cemento conforme a la Instrucción RC-08.

El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

Control documental:

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricada y comercializada, de acuerdo con lo establecido la Instrucción RC-08.

Ensayos de control:



Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección facultativa, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-08 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según la Instrucción EHE-08.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección facultativa, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

Distintivo de calidad. Marca N de AENOR. Homologación MICT.

– Agua (artículos 27 y 85.5 de la Instrucción EHE-08):

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, no se utilice agua potable de red de suministro., o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos:

Ensayos (según normas UNE): exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatos. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

– Áridos (artículo 28, 85.2 de la Instrucción EHE-08 y ver Parte II, Marcado CE, 19.1.14, 19.1.15):

Control documental:

Salvo en el caso al de áridos de autoconsumo (en el que el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo conforme al artículo 85.2 de la Instrucción EHE-08), los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+.

Otros componentes (artículos 29 y 30 de la Instrucción EHE-08 y ver Parte II, Marcado CE, 19.1).

Control documental:

En el caso de aditivos que no dispongan de marcado CE, el suministrador deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a seis meses conforme al artículo 85.3 de la Instrucción EHE-08.

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física.

Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 30 de la Instrucción EHE-08.

Ensayos de control:

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29, 30, 85.3 y 85.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86 de la Instrucción EHE-08.

– Acero en armaduras pasivas:

En el caso de que el acero no esté en posesión del marcado CE o de un distintivo de calidad con un reconocimiento oficial en vigor, conforme se establece en el anejo 19 de la Instrucción EHE-08, la demostración de la conformidad del acero (características mecánicas, de adherencia, geométricas, y adicionales para el caso de procesos de elaboración con soldadura resistente) se realizará mediante ensayos tal y como se especifica en los artículos 87 y 88 de la Instrucción EHE-08.

El suministrador proporcionará un certificado en el que se exprese la conformidad con la Instrucción EHE-08, de la totalidad de las armaduras suministradas con expresión de las cantidades reales correspondientes a cada tipo, así como su trazabilidad hasta los fabricantes, de acuerdo con la información disponible en la documentación que establece la UNE EN 10080. Asimismo, cuando entre en vigor el marcado CE para los productos de acero, el Suministrador de la armadura facilitará al constructor copia del certificado de conformidad incluida en la documentación que acompaña al citado marcado CE. En el caso de instalaciones en obra, el constructor elaborará y entregará a la dirección facultativa un certificado equivalente al indicado para las instalaciones ajenas a la obra.

No deberá emplearse cualquier acero que presente picaduras o un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia (sección afectada superior al 1% de la sección inicial).

El suministro de armaduras elaboradas y ferralla armada se realizará quedando estas exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos.

– Acero en armaduras activas

Cuando el acero para armaduras activas disponga de marcado CE, su conformidad se comprobará mediante la verificación documental, en otro caso, el control se realizará según se especifica en el artículo 89 de la Instrucción EHE-08.

– Elementos resistentes de los forjados:

Viguetas prefabricadas de hormigón, u hormigón y arcilla cocida.

Losas alveolares pretensadas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.2.1).

Según la Instrucción EHE-08, para la recepción de elementos y sistemas de pretensado, se comprobará aquélla documentación que avale que los elementos de pretensado que se van a suministrar están legalmente comercializados y, en su caso, el certificado de conformidad del marcado CE, en su caso, certificado de que el sistema de aplicación del pretensado está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (lo que permitirá eximir la realización de las restantes comprobaciones); además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 79.3.1.

– Piezas de entrevigado en forjados:

Cuando dispongan de marcado CE, su conformidad podrá ser suficientemente comprobada, mediante la verificación de las categorías o valores declarados en la documentación. En este caso, está especialmente recomendado que se efectué una inspección de las instalaciones de prefabricación, a las que se refiere la Instrucción EHE-08.

El control de recepción debe efectuarse tanto sobre los elementos prefabricados en una instalación industrial ajena a la obra como sobre aquéllos prefabricados directamente por el constructor en la propia obra.

Las piezas irán acompañadas de la hoja de suministro a la que hace referencia el apartado 79.3.1 de la Instrucción EHE-08; se comprobará la conformidad con los coeficientes de seguridad de los materiales que hayan sido adoptados en el proyecto. La dirección facultativa comprobará que se ha controlado la conformidad de los productos directamente empleados para la prefabricación del elemento estructural y, en particular, la del hormigón, la de las armaduras elaboradas y la de los elementos de pretensado (mediante la revisión de los registros documentales, la comprobación de los procedimientos de recepción o, en el caso de elementos prefabricados que no estén en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, mediante la realización de ensayos sobre muestras tomadas en la propia instalación de prefabricación). Al menos una vez durante la obra, se realizará una comprobación experimental de los procesos de fabricación y de la geometría según se especifica en los apartados 91.5.3.3 y 91.5.3.4, respectivamente, de la Instrucción EHE-08.

Se comprobará que los elementos llevan un código o marca de identificación que, junto con la documentación de suministro, permite conocer el fabricante, el lote y la fecha de fabricación de forma que se pueda, en su caso, comprobar la trazabilidad de los materiales empleados para la prefabricación de cada elemento.

• Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

El constructor dispondrá de un sistema de gestión de materiales, productos y elementos que se vayan a colocar en la obra que asegure la trazabilidad de los mismos. Este sistema, especificado en el artículo 66.2 de la Instrucción EHE-08 dispondrá de un registro de los suministradores, un sistema de almacenamiento de los acopios y un sistema y seguimiento de las unidades ejecutadas de la obra.

Los materiales componentes del hormigón se almacenarán y transportarán evitando el entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa de sus características.

– Cemento:

Si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

Aún en el caso de que las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5. Si el período de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento continúan siendo adecuadas.

– Áridos:

Los áridos deberán almacenarse, sobre una base anticontaminante, de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas mediante tabiques separadores o con espaciamentos amplios entre ellos.

Deberán también adoptarse las precauciones necesarias para eliminar en lo posible la segregación de los áridos, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

En el caso de que existan instalaciones para almacenamiento de agua o aditivos, serán tales que eviten cualquier contaminación.

– Aditivos:

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos (heladas, altas temperaturas, etc.). Los aditivos líquidos o diluidos en agua deben almacenarse en depósitos protegidos de la helada y que dispongan de elementos agitadores para mantener los líquidos en suspensión. Los aditivos pulverulentos, se almacenarán con las mismas condiciones que los cementos.

– Adiciones:

Para las cenizas volantes o el humo de sílice suministrados a granel se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

– Armaduras pasivas:

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad de la atmósfera ambiente. Hasta el momento de su elaboración, armado o montaje se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas para garantizar la necesaria trazabilidad.

– Armaduras activas:

Las armaduras de pretensado se transportarán debidamente protegidas contra la humedad, deterioro contaminación, grasas, etc. asegurando que el medio de transporte tiene la caja limpia y el material está cubierto con lona.

Para eliminar los riesgos de oxidación o corrosión, el almacenamiento se realizará en locales ventilados y al abrigo de la humedad del suelo y paredes. En el almacén se adoptarán las precauciones precisas para evitar que pueda ensuciarse el material o producirse cualquier deterioro de los aceros debido a ataque químico, operaciones de soldadura realizadas en las proximidades, etc.

Antes de almacenar las armaduras se comprobará que están limpias, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

Las armaduras deben almacenarse cuidadosamente clasificadas según sus tipos, clases y los lotes de que procedan.

El estado de superficie de todos los aceros podrá ser objeto de examen en cualquier momento antes de su uso, especialmente después de un prolongado almacenamiento en obra o taller, para asegurar que no presentan alteraciones perjudiciales.

– Elementos prefabricados:

Para el transporte deberá tenerse en cuenta como mínimo que: el apoyo sobre las cajas del camión no introducirá esfuerzos no contemplados en el proyecto, la carga deberá estar atada, todas las piezas estarán separadas para evitar impactos entre ellas y, caso de transporte en edades muy tempranas del elemento, deberá evitarse su desecación.

Tanto la manipulación, a mano o con medios mecánicos como el izado y acopio de los elementos prefabricados en obra se realizará siguiendo las instrucciones indicadas por cada fabricante, almacenándose en su posición normal de trabajo, sobre apoyos que eviten el contacto con el terreno o con cualquier producto que las pueda deteriorar. Si alguna resultase dañada afectando a su capacidad portante deberá desecharse.

Los elementos deberán acopiarse sobre apoyos horizontales lo suficientemente rígidos en función del suelo, sus dimensiones y el peso. Las viguetas y losas alveolares pretensadas se apilarán limpias sobre durmientes, que coincidirán en la misma vertical, con vuelos, en su caso, no mayores que 0,50 m, ni alturas de pilas superiores a 1,50 m, salvo que el fabricante indique otro valor.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No se empleará aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón, salvo que una entidad de control elabore un certificado de que los paneles empleados han sido sometidos a un tratamiento que evita la reacción con los álcalis del cemento, y se facilite a la dirección facultativa.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En el caso de estructuras pretensadas, se prohíbe el uso de cualquier sustancia que catalice la absorción del hidrógeno por el acero.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Para armaduras activas: Se prohíbe la utilización de empalmes o sujeciones con otros metales distintos del acero, así como la protección catódica. Con carácter general, no se permitirá el uso de aceros protegidos por recubrimientos metálicos. La dirección facultativa podrá permitir su uso cuando exista un estudio experimental que avale su comportamiento como adecuado para el caso concreto de cada obra.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

– Condiciones generales:

Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada, según lo indicado en proyecto.

Se cumplirán las prescripciones constructivas indicadas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 que sean de aplicación, según lo indicado en proyecto, para cada uno de los elementos:

- Vigas de hormigón armado: disposiciones del armado superior, armado inferior, estribos, etc.

- Soportes de hormigón armado: armado longitudinal, cercos, armaduras de espera en nudos de arranque, armado de nudos intermedios y nudos superiores, etc.
- Forjados: disposiciones del armado superior, armado en nudos, armadura de reparto, etc.
- Pantallas de rigidización: disposiciones de la armadura base, cercos en la parte baja de los bordes, etc.
- Elementos prefabricados: tratamiento de los nudos.

Buenas prácticas medioambientales para la ejecución:

En el caso de que el hormigón se fabrique en central de obra, el constructor deberá efectuar un autocontrol equivalente al del hormigón preparado en central, definido en el artículo 71.2.4 de la EHE-08.

Especialmente en el caso de cercanía con núcleos urbanos, el constructor procurará planificar las actividades para minimizar los períodos en los que puedan generarse impactos de ruido y, en su caso, que sean conformes con las correspondientes ordenanzas locales.

Todos los agentes que intervienen en la ejecución (constructor, dirección facultativa, etc.) de la estructura deberán velar por la utilización de materiales y productos que sean ambientalmente adecuados.

Además de los criterios citados, se podrán seguir los establecidos en el artículo 77.3 de la Instrucción EHE-08 de buenas prácticas medioambientales para la ejecución.

– Replanteo:

El constructor velará para que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones de cada uno de elementos estructurales, sean conformes con lo establecido en el proyecto, teniendo para ello en cuenta las tolerancias establecidas en el mismo o, en su defecto, en el anejo nº 11 de la Instrucción EHE-08

– Ejecución de la ferralla:

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de barras, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes 20 mm (salvo en viguetas y losas alveolares pretensadas, donde se tomará 15 mm), el diámetro de la mayor ó 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Corte: se llevará a cabo de acuerdo con, utilizando procedimientos automáticos (cizallas, sierras, discos...) o maquinaria específica de corte automático.

Doblado: las barras corrugadas se doblarán en frío.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen las mismas limitaciones anteriores siempre que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura. No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Colocación de las armaduras: las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las barras durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueras.

Separadores: los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero, o plástico rígido o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera, cualquier material residual de obra aunque sea ladrillo u hormigón y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos. Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto. Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Empalmes: en los empalmes por solapo de armaduras pasivas, la separación entre las barras será de 4 diámetros como máximo. En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas. En armaduras activas, los empalmes se realizarán en las secciones indicadas en el proyecto, y se dispondrán en alojamientos especiales de longitud suficiente para poder moverse libremente durante el tesado.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

Se prohíbe el enderezamiento en obra de las armaduras activas.

Antes de autorizar el hormigonado, y una vez colocadas y, en su caso, tesas las armaduras, se comprobará si su posición, así como la de las vainas, anclajes y demás elementos, concuerdan con la indicada en los planos, y si las sujeciones son las adecuadas para garantizar su invariabilidad durante el hormigonado y vibrado. Si fuera preciso, se efectuarán las oportunas rectificaciones.

– Fabricación y transporte a obra del hormigón:

Criterios generales: las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento. La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará en peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a noventa segundos. Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca, con excepción de lo especificado en el artículo 71.4.2 de la instrucción EHE-08.

Transporte del hormigón preparado: el transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen. El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media, salvo uso de aditivos retardadores de fraguado o que el fabricante establezca un plazo inferior en la hoja de suministro. En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

– Cimbras y apuntalamientos:

El constructor, antes de su empleo en obra, deberá disponer de un proyecto de cimbra que al menos contemple los siguientes aspectos: justifique su seguridad, contenga planos que defina completamente la cimbra y sus elementos, y contenga un pliego de prescripciones que indique las características a cumplir de los elementos de la cimbra. Además, el constructor deberá disponer de un procedimiento escrito para el montaje o desmontaje de la cimbra o apuntalamiento y, si fuera preciso, un procedimiento escrito para la colocación del hormigón para limitar flechas y asentamientos.

Además, la dirección facultativa dispondrá de un certificado facilitado por el constructor y firmado por persona física, que garantice los elementos de la cimbra.

Las cimbras se realizarán según lo indicado en EN 1282. Se dispondrán durmientes de reparto para el apoyo de los puntales. Si los durmientes de reparto descansan directamente sobre el terreno, habrá que cerciorarse de que no puedan asentar en él. Los tableros llevarán marcada la altura a hormigonar. Las juntas de los tableros serán estancas, en función de la consistencia del hormigón y forma de compactación. Se unirá el encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado. Se fijarán las cuñas y, en su caso, se tensarán los tirantes. Los puntales se arriostrarán en las dos direcciones, para que el apuntalado sea capaz de resistir los esfuerzos horizontales que puedan producirse durante la ejecución de los forjados. En los forjados de viguetas armadas se colocarán los apuntalados nivelados con los apoyos y sobre ellos se colocarán las viguetas. En los forjados de viguetas pretensadas se colocarán las viguetas ajustando a continuación los apuntalados. Los puntales deberán poder transmitir la fuerza que reciban y, finalmente, permitir el desapuntalado con facilidad.

– Encofrados y moldes:

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares. Los encofrados pueden ser de madera, cartón, plástico o metálicos, evitándose el metálico en tiempos fríos y los de color negro en tiempo soleado. Se colocarán dando la forma requerida al soporte y cuidando la estanquidad de la junta. Los de madera se humedecerán ligeramente, para no deformarlos, antes de verter el hormigón.



Los productos desencofrantes o desmoldeantes aprobados se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, colocándose el hormigón durante el tiempo en que estos productos sean efectivos. Los encofrados y moldes de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

En la colocación de las placas metálicas de encofrado y posterior vertido de hormigón, se evitará la disgregación del mismo, picándose o vibrándose sobre las paredes del encofrado. Tendrán fácil desencofrado, no utilizándose gasoil, grasas o similares. El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros. No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

– Colocación de las viguetas y piezas de entrevigados:

Se izarán las viguetas desde el lugar de almacenamiento hasta su lugar de ubicación, cogidas de dos o más puntos, siguiendo las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación, a mano o con grúa. Se colocarán las viguetas en obra apoyadas sobre muros y/o encofrado, colocándose posteriormente las piezas de entrevigado, paralelas, desde la planta inferior, utilizándose bovedillas ciegas y apeándose, si así se especifica en proyecto, procediéndose a continuación al vertido y compactación del hormigón. Si alguna resultara dañada afectando a su capacidad portante será desechada. En los forjados reticulares, se colocarán los casetones en los recuadros formados entre los ejes del replanteo. En los forjados no reticulares, la vigueta quedará empotrada en la viga, antes de hormigonar. Finalizada esta fase, se ajustarán los puntales y se procederá a la colocación de las piezas de entrevigado, las cuales no invadirán las zonas de macizado o del cuerpo de vigas o soportes. Se dispondrán los pasatubos y se encofrarán los huecos para instalaciones. En los voladizos se realizarán los oportunos resaltes, molduras y goterones, que se detallen en el proyecto; así mismo se dejarán los huecos precisos para chimeneas, conductos de ventilación, pasos de canalizaciones, etc. Se encofrarán las partes macizas junto a los apoyos.

Además de lo anterior, se tendrá en cuenta lo establecido en el anejo 12 de la Instrucción EHE-08.

– Colocación de las armaduras:

Se colocarán las armaduras sobre el encofrado, con sus correspondientes separadores. La armadura de negativos se colocará preferentemente bajo la armadura de reparto. Podrá colocarse por encima de ella siempre que ambas cumplan las condiciones requeridas para los recubrimientos y esté debidamente asegurado el anclaje de la armadura de negativos sin contar con la armadura de reparto. En los forjados de losas alveolares pretensadas, las armaduras de continuidad y las de la losa superior hormigonada en obra, se mantendrán en su posición mediante los separadores necesarios. En muros y pantallas se anclarán las armaduras sobre las esperas, tanto longitudinal como transversalmente, encofrándose tanto el trasdós como el intradós, aplomados y separadas sus armaduras. Se utilizarán calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta de negativos en vigas.

Colocación y aplomado de la armadura del soporte; en caso de reducir su sección se grifará la parte correspondiente a la espera de la armadura, solapándose la siguiente y atándose ambas. Los cercos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados. Encofrada la viga, previo al hormigonado, se colocarán las armaduras longitudinales principales de tracción y compresión, y las transversales o cercos según la separación entre sí obtenida.

– Puesta en obra del hormigón:

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado. Antes de hormigonar se comprobará que no existen elementos extraños, como barro, trozos de madera, etc. y se regará abundantemente, en especial si se utilizan piezas de entrevigado de arcilla cocida. No se

colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. En general, se controlará que el hormigonado del elemento, se realice en una jornada. Se adoptarán las medias necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro. En el caso de vigas planas el hormigonado se realizará tras la colocación de las armaduras de negativos, siendo necesario el montaje del forjado. En el caso de vigas de canto con forjados apoyados o empotrados, el hormigonado de la viga será anterior a la colocación del forjado, en el caso de forjados apoyados y tras la colocación del forjado, en el caso de forjados semiempotrados. En el momento del hormigonado, las superficies de las piezas prefabricadas que van a quedar en contacto con el hormigón vertido en obra deben estar exentas de polvo y convenientemente humedecidas para garantizar la adherencia entre los dos hormigones.

El hormigonado de los nervios o juntas y la losa superior se realizará simultáneamente, compactando con medios adecuados a la consistencia del hormigón. En los forjados de losas alveolares pretensadas se asegurará que la junta quede totalmente rellena. En el caso de losas alveolares pretensadas, la compactación del hormigón de relleno de las juntas se realizará con un vibrador que pueda penetrar en el ancho de las juntas. Las juntas de hormigonado perpendiculares a las viguetas deberán disponerse a una distancia de apoyo no menor que 1/5 de la luz, más allá de la sección en que acaban las armaduras para momentos negativos. Las juntas de hormigonado paralelas a las mismas es aconsejable situarlas sobre el eje de las piezas de entrevigado y nunca sobre los nervios.

En losas/ forjados reticulares el hormigonado de los nervios y de la losa superior se realizará simultáneamente. Se hormigonará la zona maciza alrededor de los pilares. La placa apoyará sobre los pilares (ábaco).

– Compactación del hormigón:

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie. La compactación del hormigón se hará con vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado. No se rastrillará en forjados. Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por picado con barra (los hormigones de consistencia blanda o fluida, se picarán hasta la capa inferior ya compactada), vibrado enérgico, (los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm) y vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la dirección de Obra.

– Juntas de hormigonado:

Deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón. Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la dirección facultativa, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. Se evitarán juntas horizontales. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas por la dirección de obra. Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido suelto y se retirará la capa superficial de mortero utilizando para ello chorro de arena o cepillo de alambre. Se prohíbe a tal fin el uso de productos corrosivos. Para asegurar una buena adherencia entre el hormigón nuevo y el antiguo se eliminará toda lechada existente en el hormigón endurecido, y en el caso de que esté seco, se humedecerá antes de proceder al vertido del nuevo hormigón. Se autorizará el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas siempre que se justifiquen previamente mediante ensayos de suficiente garantía.

La forma de la junta será la adecuada para permitir el paso de hormigón de relleno, con el fin de crear un núcleo capaz de transmitir el esfuerzo cortante entre losas colaterales y para, en el caso de situar en ella armaduras, facilitar su colocación y asegurar una buena adherencia. La sección transversal de las juntas deberá cumplir con los requisitos siguientes: el ancho de la junta en la parte superior de la misma no será menor que 30 mm; el ancho de la junta en la parte inferior de la misma no será menor que 5 mm, ni al diámetro nominal máximo de árido.

– Hormigonado en temperaturas extremas:

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseeque.

– Curado del hormigón:

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar para hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la dirección de obra. La dirección facultativa comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos, el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado en la Instrucción EHE-08.

– Hormigones especiales:

Cuando se empleen hormigones reciclados u hormigones autocompactantes, el Autor del Proyecto o la dirección facultativa podrán disponer la obligatoriedad de cumplir las recomendaciones recogidas al efecto en los anejos nº 15 y 17 de la Instrucción EHE-08, respectivamente.

En la instrucción EHE-08, el anejo nº 14 recoge unas recomendaciones para el proyecto y la ejecución de estructuras de hormigón con fibras, mientras que el anejo nº 16 contempla las estructuras de hormigón con árido ligero. Además, cuando se requiera emplear hormigones en elementos no estructurales, se aplicará lo establecido en el anejo nº 18.

– Descimbrado, desencofrado y desmoldeo:

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria. Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase artículo 86 de la instrucción EHE-08) para estimar la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento de desencofrado, desmoldeo o descimbrado. El orden de retirada de los puntales en los forjados unidireccionales será desde el centro del vano hacia los extremos y en el caso de voladizos del vuelo hacia el arranque. No se entresacarán ni retirarán puntales sin la autorización previa de la Dirección Facultativa. No se desapuntalará de forma súbita y se adoptarán precauciones para impedir el impacto de las sopandas y puntales sobre el forjado. Se desencofrará transcurrido el tiempo definido en el proyecto y se retirarán los apeos según se haya previsto. El desmontaje de los moldes se realizará manualmente, tras el desencofrado y limpieza de la zona a desmontar. Se cuidará de no romper los cantos inferiores de los nervios de hormigón, al apalancar con la herramienta de desmoldeo. Terminado el desmontaje se procederá a la limpieza de los moldes y su almacenado.

• Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

En el caso de centrales de obra para la fabricación de hormigón, el agua procedente del lavado de sus instalaciones o de los elementos de transporte del hormigón, se verterá sobre zonas específicas, impermeables y adecuadamente señalizadas. Las aguas así almacenadas podrán

reutilizarse como agua de amasado para la fabricación del hormigón, siempre que se cumplan los requisitos establecidos al efecto en el artículo 27 de la Instrucción EHE-08.

Como criterio general, se procurará evitar la limpieza de los elementos de transporte del hormigón en la obra. En caso de que fuera inevitable dicha limpieza, se deberán seguir un procedimiento semejante al anteriormente indicado para las centrales de obra.

En el caso de producirse situaciones accidentales que provoquen afecciones medioambientales tanto al suelo como a acuíferos cercanos, el constructor deberá sanear el terreno afectado y solicitar la retirada de los correspondientes residuos por un gestor autorizado. En caso de producirse el vertido, se gestionará los residuos generados según lo indicado en el punto 77.1.1 de la Instrucción EHE-08.

- Tolerancias admisibles

Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el anejo 11 de la Instrucción EHE-08.

- Condiciones de terminación

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales el proyecto especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm.

El forjado acabado presentará una superficie uniforme, sin irregularidades, con las formas y texturas de acabado en función de la superficie encofrante. Si ha de quedar la losa vista tendrá además una coloración uniforme, sin goteos, manchas o elementos adheridos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

El constructor elaborará el Plan de obra y el procedimiento de autocontrol de la ejecución de la estructura, los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas y remesas recibidas en la obra, de acuerdo con el nivel de control establecido por el proyecto para la estructura.

Antes de iniciar las actividades de control en la obra, la dirección facultativa aprobará el programa de control, preparado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, y considerando el plan de obra del constructor. Este programa contendrá lo especificado en el artículo 79.1 de la Instrucción EHE-08.

Se seguirán las prescripciones del capítulo XVII de la Instrucción EHE-08 (artículo 92). Considerando los tres niveles siguientes para la realización del control de la ejecución: control de ejecución, a nivel normal y a nivel intenso, según lo exprese el proyecto de ejecución.

Las comprobaciones generales que deben efectuarse para todo tipo de obras durante la ejecución son:

Comprobaciones de replanteo:

Se comprobará que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones presentan unas posiciones y magnitudes dimensionales cuyas desviaciones respecto al proyecto son conformes con las tolerancias indicadas en el anejo 11 de la Instrucción EHE-08, para los coeficientes de seguridad de los materiales adoptados en el cálculo de la estructura.

– Cimbras y apuntalamientos:

Se comprobará la correspondencia con los planos de su proyecto, especialmente los elementos de arriostramiento y sistemas de apoyo, asimismo se revisará el montaje y desmontaje.

– Encofrados y moldes:

Previo vertido del hormigón, se comprobará la limpieza de las superficies interiores, la aplicación de producto desencofrante (si necesario), y que la geometría de las secciones es conforme a proyecto (teniendo en cuenta las tolerancias de proyecto o, en su defecto, las referidas en el anejo 11 de la Instrucción EHE-08), además de los aspectos indicados en el apartado 68.3. En el caso de encofrados y moldes en los que se dispongan elementos de vibración exterior, se comprobará su ubicación y funcionamiento.

– Armaduras pasivas:

Previo el montaje, se comprobará que el proceso de armado se ha efectuado conforme lo indicado en el artículo 69 de la Instrucción EHE-08, que las longitudes de anclaje y solapo se corresponden con las indicadas en proyecto y que la sección de acero no es menor de la prevista en proyecto.

Se comprobarán especialmente las soldaduras efectuadas en obra y la geometría real de la armadura montada, su correspondencia con los planos. Asimismo se comprobará que la disposición de separadores (distancia y dimensiones) y elementos auxiliares de montaje, garantiza el recubrimiento.

– Procesos de hormigonado y posteriores al hormigonado:

Se comprobará que no se forman juntas frías entre diferentes tongadas, que se evita la segregación durante la colocación del hormigón, la ausencia de defectos significativos en la superficie del hormigón (coqueras, nidos de grava y otros defectos), las características de aspecto y acabado del hormigón que hubieran podido ser exigidas en el proyecto, además se comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos el período de tiempo indicado en el proyecto o, en la Instrucción EHE-08.

– Montaje y uniones de elementos prefabricados:

Se prestará especial atención al mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de los apoyos, enlaces y uniones.

– Elemento terminado:

En el caso de que el proyecto adopte en el cálculo unos coeficientes de ponderación de los materiales reducidos, se deberá comprobar que se cumplen específicamente las tolerancias geométricas establecidas en el proyecto o, en su defecto, las indicadas al efecto en el anejo nº 11 de la Instrucción EHE-08.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

#### • Ensayos y pruebas

Según el artículo 101 de la Instrucción EHE-08, de las estructuras proyectadas y construidas con arreglo a dicha Instrucción, en las que los materiales y la ejecución hayan alcanzado la calidad prevista, comprobada mediante los controles preceptivos, sólo necesitan someterse a ensayos de información y en particular a pruebas de carga, las incluidas en los supuestos que se relacionan a continuación:

– Cuando así lo dispongan las Instrucciones, Reglamentos específicos de un tipo de estructura o el proyecto.

– Cuando debido al carácter particular de la estructura convenga comprobar que la misma reúne ciertas condiciones específicas. En este caso el proyecto establecerá los ensayos oportunos que se deben realizar, indicando con toda precisión la forma de realizarlos y el modo de interpretar los resultados.

– Cuando a juicio de la Dirección Facultativa existan dudas razonables sobre la seguridad, funcionalidad o durabilidad de la estructura.

Cuando se realicen pruebas de carga, estas no deberán realizarse antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia de proyecto. La evaluación de las pruebas de carga reglamentarias requiere la previa preparación de un proyecto de prueba de carga,



– Cuando la Propiedad haya establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel que el definido en el proyecto para el índice ICES.

- Conservación y mantenimiento

No es conveniente mantener más de tres plantas apeadas, ni tabicar sin haber desapuntalado previamente.

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

## 2.3.4. ESTRUCTURAS DE MADERA

### Descripción

#### Descripción

Sistema estructural diseñado con elementos de madera o productos derivados de este material, que unidos entre sí formarán un conjunto resistente a las solicitaciones que puedan incidir sobre la edificación.

Incluye:

- elementos verticales (pilares o muros entramados)
- elementos horizontales (vigas, viguetas de forjado y entrevigado de suelo)
- armadura de cubiertas de correas, de pares, de cerchas y de bóvedas y cúpulas.

Los pilares de madera maciza podrán tener sección cuadrada, rectangular o maciza, con alturas de 3 ó 4 metros.

Las vigas principales constituyen los sistemas de apoyo de los forjados.

Las viguetas de forjado comprenden aquellas piezas que se emplean para la construcción de forjados de pisos, pudiéndose diferenciar:

- sistemas ligeros de entramado formado por piezas de pequeña escuadría;
- sistemas tradicionales de piezas de gran escuadría con entrevigado relleno de mortero, empleado en las edificaciones antiguas.

El entramado de madera maciza se utiliza en construcciones sencillas, por lo general de carácter rural, pudiendo emplearse también en la construcción de puentes o pasarelas de madera, utilizando estos entablados como superficie de tránsito o de rodadura.

En los forjados llamados pesados, los revoltones son de bóvedas de ladrillo y relleno con escombros correspondiendo esta tipología a la edificación antigua, pudiendo resolverse también con bovedillas de yeso. En la construcción actual se emplea este sistema, aunque puede completarse el entrevigado con bovedillas de arcilla cocida y otros materiales como tableros de madera o cerámicos.

Los muros de entramados, muy empleados en la construcción ligera, consisten en montantes de madera de pequeña sección dispuestos a una separación de 40 cm, armados con tablero contrachapado. En la construcción tradicional el sistema de montantes se completa con relleno de fábrica de ladrillo, de piedra o de adobe. En esta solución los montantes suelen estar más separados.

Las armaduras de cubierta consisten en sistemas estructurales que pueden consistir en el empleo de pares apoyados en su extremo inferior directamente sobre muro o sobre estribos, y el extremo superior apoyados uno contra otro o bien contra la hilera que constituye la cumbrera. Los estribos pueden estar atados mediante tirantes, con lo que mejora su comportamiento estructural, y pueden tener nudillos, además de tirantes, o exclusivamente nudillos.

Las cerchas son sistemas triangulados que apoyan directamente sobre muros o sobre durmientes, estando separadas de 1 a 3 o más metros, relacionándose entre si mediante correas. La tipología de cerchas podrá variar entre la cercha de pares, tirante y pendón, cercha romana de pares, tornapuntas, tirante y pendolón, la cercha en W, cercha en abanico, tipo Polonceau, de tijera, viga



recta en celosía, sobre forjado creando espacio habitable, pórticos rígidos de madera aserrada y cartelas de tablero contrachapado clavado, entre otras.

Todas estas estructuras pueden ser de madera maciza o de madera laminada.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de forjado con vigueta de madera, especificando escuadría de la vigueta y tipo de madera, de bovedilla y de hormigón.

Unidad de cercha de madera especificando tipo de madera, luz y carga

Metro cuadrado de estructura de madera laminada en arcos especificando luz y tipo de arcos.

Metro cuadrado de estructura de madera laminada pórticos especificando luz y tipo de pórticos.

Metro cuadrado de entablado de cubierta especificando tipo de madera y sección.

Metro cuadrado de estructura de madera laminada para cubierta, especificando tipo de madera, luz y pendiente.

Metro lineal de elementos de postes, vigas, correas, y cabios, especificando escuadría y tipo de madera.

Metro cuadrado de tratamiento de la madera contra insectos xilófagos al exterior, mediante rociado a presión.

Metro cuadrado de tratamiento de la madera contra insectos xilófagos al exterior, mediante gasificado o humo.

Metro cuadrado de tratamiento interior de muros contra insectos xilófagos, mediante inyector de □12 mm.

Metro cuadrado de tratamiento interior de muros contra insectos xilófagos, hasta 1 m, mediante inyector de □18 mm.

Unidad de tapón para tratamiento de madera

Metro cuadrado de tratamiento de protección de la madera contra el fuego, especificando tipo de producto y procedimiento de aplicación.

Se considerarán incluidas en las mediciones las operaciones de nivelación, medios auxiliares empleados en el montaje, desperdicios por uniones, ensambladuras y diferentes pérdidas por acoples de los elementos para el montaje de la estructura, incluidos los herrajes necesarios para realizar las ensambladuras y uniones, es decir, todos los conceptos que intervienen para ultimar perfectamente la unidad de obra.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los materiales que se incorporan a las unidades de obra son las siguientes:

– Madera maciza:

Dentro de la madera maciza se incluye la madera aserrada y la madera de rollizo. Para la madera aserrada se realiza una asignación de clase resistente para diferentes clases arbóreas, (CTE DB-SE-M), permitiendo que especificada una clase resistente, se pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a la misma (véase tablas E.1 y E.2 del CTE DB-SE-M ).

Las clases resistentes son:

- a) para coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50;
- b) para frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

En la tabla C.1 del Anejo C del CTE DB-SE-M, se establece para la madera aserrada, con carácter informativo y no exhaustivo, la asignación de clase resistente, en función de la calidad según la

norma de clasificación la especie arbórea y la procedencia considerada. En la tabla C.2 Anejo C del CTE DB SE-M se incluye, con carácter informativo y operativo, una selección del contenido de la norma UNE 56.544 relativa a la asignación de clase resistente a la madera aserrada, y en la tabla C.3, CTE DB SE-M, se incluye la relación de las especies arbóreas, citadas en la Tabla C.1, indicando el nombre botánico, y su procedencia. Otras denominaciones posibles de las especies arbóreas, locales o comerciales, se identificarán por su nombre botánico.

La madera en rollo se suele utilizar para la formación de forjados en medios rurales, así como en la construcción de armaduras de correas o de pares, también en sistemas rústicos.

El contenido de humedad será el que corresponda a la humedad de utilización, siempre que el proceso de fabricación lo permita, a fin de reducir los movimientos del material a causa de la variación de humedad.

– Madera laminada encolada:

Los elementos de madera laminada encolada constituyen piezas estructurales formadas por encolado de láminas de madera con dirección de la fibra sensiblemente paralela. La madera laminada podrá estar fabricada con todas las maderas citadas en la norma UNE EN 386: "Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación". Las uniones dentadas para piezas enteras fabricadas de acuerdo con la norma UNE EN 387 no deben utilizarse en clase de servicio 3 cuando en la unión cambia la dirección de la fibra.

El contenido de humedad de cada lámina deberá estar comprendido entre el 8 y el 15%. La variación del contenido de humedad de las láminas de una misma pieza no excederá el 4%. La comprobación del contenido de humedad se hará mediante la norma EN 13183.

La madera laminada encolada, para su uso en estructuras, estará clasificada según a una clase resistente, de acuerdo con el CTE DB SE-M, basándose en una de las dos opciones siguientes:

Experimentalmente, con ensayos normalizados, según el apartado D.2 del CTE DB SE-M

deducida teóricamente a partir de las propiedades de las láminas de madera, que conforman el elemento estructural, según el apartado D.3, del CTE DB SE-M siendo que los valores de las propiedades, de la madera laminada encolada así clasificada, son mayores o iguales a los que corresponden para la clase resistente asignada, permitiendo al proyectista que, especificada una Clase Resistente, pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a la misma.

Las clases resistentes son las siguientes:

- a) para madera laminada encolada homogénea: GL24h, GL28h, GL32h y GL36h;
- b) para madera laminada encolada combinada: GL24c, GL28c, GL32c y GL36c;

En la tabla D.1 del CTE-DB-SE-M se expresa la asignación de clases resistentes de la madera laminada encolada, y en el apartado D.4, Tabla D.2 del mismo documento, se incluyen las correspondencias conocidas entre las clases resistentes de madera laminada encolada y de madera aserrada empleada en las láminas.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE EN 408 y UNE EN 1194. Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deben ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada mediante ensayos se obtiene mediante cálculo aplicando las expresiones matemáticas que figuran en la norma UNE EN 1194, para lo cual es preciso conocer, previamente, los valores característicos de las propiedades de la madera aserrada a emplear en las láminas, de acuerdo con lo establecido en el anejo E, CTE DB SE-M.

En madera laminada combinada las expresiones se aplican a las propiedades de las partes individuales de la sección transversal. El análisis de las tensiones puede realizarse basándose en la hipótesis de la deformación plana de la sección. La comprobación de la resistencia debe realizarse en todos los puntos relevantes de la sección transversal. Los valores de las propiedades obtenidos mediante las expresiones que figuran en la norma UNE EN 1194 deben ser superiores o iguales a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de la clase resistente, con respecto a los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas se hará de acuerdo con las indicaciones del CTE, DB-SE-M, Anejo E, Tabla E.3 para la madera laminada encolada homogénea y Tabla E.4 para la madera laminada encolada combinada.

Los requisitos mínimos de fabricación se indican en la norma UNE 386 “Madera laminada encolada. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación”, según la clase de servicio.

– Madera microlaminada:

Es un producto derivado de la madera para uso estructural fabricado con chapas de madera de pequeño espesor (del orden de 3 a 5 mm) encoladas con la misma dirección de la fibra, conocida con las siglas de su nombre en inglés, LVL. La madera microlaminada para uso estructural deberá suministrarse con una certificación de los valores de las propiedades mecánicas y del efecto del tamaño de acuerdo con los planteamientos generales del CTE DB SE-M.

– Tablero estructural:

El tablero es en general, una pieza en la que predominan la longitud y la anchura sobre el espesor, y en la que el elemento constitutivo principal es la madera. Se le conoce, también, como producto derivado de la madera.

Los tableros pueden ser:

- tablero contrachapado;
- tablero de fibras;
- tablero de partículas (tablero aglomerado y tablero de virutas).

El tablero contrachapado es el formado por capas de chapas de madera encoladas de modo que las direcciones de las fibras de dos capas consecutivas formen un cierto ángulo, generalmente de 90°. Los valores característicos de las propiedades mecánicas de los tableros contrachapados deben ser aportados por el fabricante de acuerdo con la normativa de ensayo UNE EN 789 y la UNE EN 1058.

El tablero de fibras es el formado por fibras lignocelulósicas mediante la aplicación de calor y/o presión. La cohesión se consigue por las propiedades adhesivas intrínsecas de las fibras o por adición de un aglomerante sintético. Podrán ser: Tablero de fibras de densidad media (tablero DM o MDF); Tablero de fibras duro (densidad mayor o igual a 900 kg/m<sup>3</sup>); Tablero de fibras semiduro (densidad comprendida entre 400 y 900 kg/m<sup>3</sup>).

El tablero de partículas es aquél formado por partículas de madera o de otro material leñoso, aglomeradas entre sí mediante un adhesivo y presión, a la temperatura adecuada. También llamado tablero aglomerado.

El tablero de virutas es un tablero de constitución similar al de partículas pero fabricado con virutas de mayores dimensiones. Sus propiedades mecánicas son mayores. Puede ser Tablero de virutas orientadas OSB (Oriented Strand Board), en cuyo caso las virutas de las capas externas están orientadas siguiendo la dirección longitudinal del tablero, por lo que las propiedades mecánicas del tablero se incrementan en esa dirección y disminuyen en la dirección perpendicular. Los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los tableros de fibras se incluyen en las tablas C9 y C10, del CTE, DB SE-M, y ambiente en el que se utilizan.

En las estructuras de madera, de los tableros anteriores, se utilizan solamente aquellos que, en las correspondientes normas UNE, se especifica para uso estructural o de alta prestación estructural (este último con propiedades de resistencia y de rigidez mayores que el análogo estructural).

El uso de los diferentes tipos de tableros debe limitarse a las clases de servicio contempladas para cada tipo en la tabla 2.1, del CTE DB SE-M. En el anejo E.3 del mismo DB, figuran los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a cada tipo de tablero estructural de los que allí se especifican. En los apartados E.3.1 a E.3.3 se establecen los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a los tipos de tableros y al ambiente en el que se utilizan.

En las tablas E.5 a E.8 del CTE DB SE-M, se indican los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a cada tipo de tablero de partículas y ambiente en el que se utilizan.

– Adhesivos:

La documentación técnica del adhesivo debe incluir las prescripciones de uso e incompatibilidades. El encolado de piezas de madera de especies diferentes o de productos derivados de la madera variados (sobre todo si los coeficientes de contracción son diferentes) requiere un conocimiento específico sobre su viabilidad.

En la tabla 4.1 del CTE DB SE-M, se describen los adhesivos utilizados en madera para uso estructural y su adecuación a la clase de servicio. Los adhesivos utilizados en la fabricación de elementos estructurales de madera se ajustarán a las normas UNE EN 301 y UNE EN 12436: 2002.

Los adhesivos que cumplan las especificaciones para el Tipo I, definidas en UNE EN 301, pueden utilizarse en todas las clases de servicio, y los que cumplan las especificaciones para el Tipo II únicamente en la clase de servicio 1 ó 2 y nunca expuestos de forma prolongada a temperaturas superiores a los 50 °C. En el producto se indicará de forma visible que el adhesivo es apto para uso estructural, así como para qué clases de servicio es apto.

– Uniones:

Las uniones de piezas estructurales de madera se realizarán mediante

Elementos mecánicos de fijación de tipo clavija (clavos, pernos, pasadores, tirafondos y grapas);

Elementos mecánicos de fijación de tipo conectores;

Uniones tradicionales.

Elementos mecánicos de fijación

Los elementos mecánicos de fijación contemplados en este DB para la realización de las uniones son:

De tipo clavija: clavos de fuste liso o con resaltos, grapas, tirafondos (tornillos rosca madera), pernos o pasadores.

Conectores: de anillo, de placa o dentados.

En el proyecto se especificará, para su utilización en estructuras de madera, y para cada tipo de elemento mecánico:

Resistencia característica a tracción del acero  $f_{u,k}$ .

Información geométrica que permita la correcta ejecución de los detalles.

Las uniones exteriores expuestas al agua estarán sujetas a las consideraciones de durabilidad. Todos los elementos metálicos que se empleen tendrá la misma resistencia al fuego que la propia estructura construida en madera o producto derivado de este material.

Para las uniones tipo clavijas, se estará a lo dispuesto en el CTE, DB SE-M, apartado 8.3; uniones con clavos, apartado 8.3.2., estableciéndose en la tabla 8.2 la separación y distancias mínimas; uniones con grapas, apartado 8.3.3, del DB SE-M., estableciéndose en la tabla 8.3, las separaciones y distancias mínimas en grapas; uniones con pernos, apartado 8.3.4 del DB SE-M., estableciéndose en la tabla 8.5, las separaciones y distancias mínimas; uniones con pasadores, apartado 8.3.5.; uniones con tirafondos, apartado 8.3.6., estableciéndose en la tabla 8.6, las separaciones y distancias mínimas al borde para tirafondos.

Para uniones con conectores se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE-M, apartado 8.4, estableciéndose en la tabla 8.8 las separaciones y distancias mínimas para conectores de anillo y de placa.

Uniones tradicionales

Las uniones tradicionales, también denominadas carpinteras o uniones por contacto, transmiten las fuerzas mediante tensiones de compresión localizada y de cortante entre las mismas piezas de madera mediante el corte y mecanización adecuados. El material aportado (generalmente herrajes en forma de pletinas y otros elementos de fijación) es muy reducido y su función es la de mantener en posición las uniones. En algunos casos pueden servir para refuerzo de la unión o para resistir una inversión de la sollicitación.

Condiciones de suministro y recepción

El control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características.

Debe comprobarse que los productos recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto
- disponen de la documentación exigida:
- están caracterizados por las propiedades exigidas;
- han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno de la dirección facultativa, con la frecuencia establecida.

#### Comprobaciones

Para la madera y los productos derivados de madera para uso estructural existe Marcado CE, que se irán actualizando según las resoluciones oficiales que se publiquen. Según Resolución de 13 de noviembre de 2006, de la Dirección General de Desarrollo Industrial (BOE 20 diciembre de 2006), las normas de marcado CE vigentes hasta esa fecha, referentes a estos productos son las siguientes:

- Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.7.1).
- Estructura de madera. Madera laminada encolada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1 5.1).
- Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2).
- Estructuras de madera. Elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1 5.3).
- Estructuras de madera. Madera microlaminada (LVL). Requisitos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.4).
- Elementos metálicos de unión: (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3). Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO, cuyas características mecánicas se recogen en la tabla 4.3 de DB SE-A.

Las últimas disposiciones esta materia están recogidas en el Real Decreto 110/2008 de 1 de febrero, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción (B.O.E. de 12-2-2008).

A la llegada de los productos a la obra, el director de la ejecución de la obra comprobará:

Con carácter general: aspecto y estado general del suministro y que el producto es identificable, y se ajusta a las especificaciones del proyecto.

Con carácter específico: se realizarán, también, las comprobaciones que en cada caso se consideren oportunas de las que a continuación se establecen salvo, en principio, las que estén avaladas por los procedimientos reconocidos en el CTE;

Para la madera aserrada:

- especie botánica: La identificación anatómica se realizará en laboratorio especializado;
- Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, rigidez y densidad, se especificarán según notación y ensayos del apartado 4.1.2 del CTE DB SE-M;
- tolerancias en las dimensiones: Se ajustarán a la norma UNE EN 336 para maderas de coníferas. Esta norma, en tanto no exista norma propia, se aplicará también para maderas de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma de la especie de frondosa utilizada;
- contenido de humedad: Salvo especificación en contra, debe ser  $\leq 20\%$ .

Para los tableros:

Propiedades de resistencia, rigidez y densidad: Se determinarán según notación y ensayos del apartado 4.4.2, del CTE DB SE-M;

tolerancias en las dimensiones: Según UNE EN 312-1 para tableros de partículas, EN 300 para tablero de virutas orientadas (OSB), UNE EN 622-1 para tableros de fibras y EN 315 para tableros contrachapados;

Para los elementos estructurales de madera laminada encolada:

Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, de rigidez y la densidad, se especificarán según notación del apartado 4.2.2 del CTE DB SE-M;

- tolerancias en las dimensiones: Según UNE EN 390.

Dimensiones de la muestra a ensayar: una rebanada de la sección transversal de la pieza con una anchura de 50 mm, tomada del extremo de la pieza

Determinación de la resistencia característica de las uniones dentadas de empalme de láminas. Norma de ensayo UNE EN 408 "Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Madera maciza y laminada encolada". Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas".

Para otros elementos estructurales realizados en taller.

Tipo, propiedades, tolerancias dimensionales, planeidad, contraflechas (en su caso): Comprobaciones según lo especificado en la documentación del proyecto.

Para madera y productos derivados de la madera, tratados con productos protectores: se comprobará la certificación del tratamiento.

Para los elementos mecánicos de fijación: Se comprobará la certificación del tipo de material utilizado y del tratamiento de protección.

Criterio general de no-aceptación del producto.

El incumplimiento de alguna de las especificaciones de un producto, salvo demostración de que no suponga riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad, será condición suficiente para la no-aceptación del producto y en su caso de la partida.

Control de la documentación de los suministros

Se debe comprobar que todos los productos vienen acompañados por los documentos de identificación exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.

El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

En el albarán de suministro o, en su caso, en documentos aparte, el suministrador facilitará, al menos, la siguiente información para la identificación de los materiales y de los elementos estructurales:

Con carácter general: nombre y dirección de la empresa suministradora; nombre y dirección de la fábrica o del aserradero, según corresponda; fecha del suministro; cantidad suministrada; certificado de origen, y distintivo de calidad del producto, en su caso.

Con carácter específico:

Madera aserrada: especie botánica y clase resistente, dimensiones nominales; contenido de humedad o indicación de acuerdo con la norma de clasificación correspondiente.

Tablero: tipo de tablero estructural según norma UNE (con declaración de los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas al tipo de tablero estructural); dimensiones nominales.



Elemento estructural de madera laminada encolada: tipo de elemento estructural y clase resistente (de la madera laminada encolada empleada); dimensiones nominales; marcado según UNE EN 386.

Otros elementos estructurales realizados en taller: tipo de elemento estructural y declaración de la capacidad portante del elemento con indicación de las condiciones de apoyo (o los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los materiales que lo conforman); dimensiones nominales.

Madera y productos derivados de la madera tratados con productos protectores:

- certificado del tratamiento en el que debe figurar: la identificación del aplicador;

la especie de madera tratada; el protector empleado y su número de registro (Ministerio de Sanidad y Consumo); el método de aplicación empleado; la categoría de riesgo que cubre; la fecha del tratamiento; precauciones a tomar ante mecanizaciones posteriores al tratamiento; informaciones complementarias, en su caso.

Elementos mecánicos de fijación: tipo (clavo sin o con resaltes, tirafondo, pasador, perno o grapa) y resistencia característica a tracción del acero y tipo de protección contra la corrosión; dimensiones nominales;

Declaración, cuando proceda, de los valores característicos de resistencia al aplastamiento y momento plástico para uniones madera-madera, madera-tablero y madera-acero.

Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica (garantías de calidad)

Se deberá comprobar que los productos de construcción incorporados a la unidad de obra, llevan el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

Control de recepción mediante ensayos

En determinados casos puede ser necesario realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o los indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE EN 408 y UNE EN 1194.

Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deben ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

Criterios de aceptación y rechazo

El criterio de aceptación en los casos en que no haya de realizar ensayos será:

Que la documentación de suministro aportada es suficiente y adecuada a la normativa y a las especificaciones del proyecto.

Que el producto está en posesión de un distintivo de calidad que exige de ensayos.

Que los resultados de los ensayos estén de acuerdo con los valores admisibles de la normativa, del proyecto o de la dirección facultativa.

Se verificará que la documentación anterior es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella. Si no es así, la dirección facultativa estimará si ha de rechazarse; o bien condicionará su aceptación a la realización de los oportunos ensayos o a la presentación de informes o actas de ensayos realizados por un laboratorio ajeno al fabricante.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Los elementos de madera para estructuras deberán almacenarse en condiciones favorables de contenido de humedad, no superiores a las de utilización final de los mismos incorporados a las obras. Se recomienda que estos productos no se almacenen a la intemperie para no modificar su contenido de humedad considerablemente, teniendo en cuenta que en los días de mayor temperatura y aire más seco se puede producir fendas y alabeos tras un secado brusco de la madera. También se tendrá en cuenta el efecto de la luz solar en la superficie, pudiendo ésta alterarse de manera desigual su color. Así mismo, se recomienda que la madera almacenada no esté asentada en contacto con el terreno o directamente sobre la superficie sobre la que se apoya, debiendo estar separada ésta, para permitir su aireación.

Se evitará, durante el almacenaje de los elementos de madera o productos derivados de este material, que estén sometidos a tensiones superiores a las previstas para las condiciones de servicio. Si se tratara de elementos de grandes dimensiones, especialmente en el caso de tratarse de piezas de madera laminada, se evitará que en su manipulación se produzcan distorsiones que dañen los de manera permanente.

En el caso de tratarse de madera laminada, ésta se mantendrá protegida de la acción de la humedad, atendiendo a las características de los adhesivos que unen las láminas.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Se realizarán tareas de replanteo teniendo en cuenta las tolerancias admisibles para las estructuras de madera, y las operaciones necesarias para su presentación en obra y montaje final.

Se recomienda que los soportes se fijen a las bases de hormigón o de fábrica de ladrillo previstas en proyecto, mediante elementos metálicos no envolventes, que permitan la aireación del extremo del mismo. Estas bases deberán estar perfectamente niveladas para permitir el fácil asiento de la estructura.

En el caso de tratarse de elementos horizontales que se incorporan a la estructura vertical pétreo, se preverá realizar un replanteo exacto de los mismos, más la holgura necesaria para su montaje y posterior aireación de las cabezas. Es conveniente nivelar perfectamente la zona de apoyo de los elementos horizontales mediante la preparación de una capa de mortero, sobre la que se podrá colocar previamente, una plancha metálica para garantizar un completo apoyo de los mismos.

Las uniones se replantearán con especial cuidado para que una vez unidas o ensambladas las distintas piezas, éstas encajen perfectamente.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se recomienda tener en cuenta las incompatibilidades químicas de ciertos materiales de construcción que estén en contacto entre sí. En todo caso se tendrá en cuenta la alteración que tanto la cal como el cemento producen en la madera, evitando así cualquier contacto entre estos materiales.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Antes de su utilización en la construcción, la madera debe secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico).

Si los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

Se evitará el contacto de la madera directamente con el terreno. Si el primer forjado sobre el terreno fuera de madera, éste se construirá elevado del mismo, debiendo quedar ventilada la cámara que se forme, con orificios protegidos con rejilla y situados a tal altura que evite la posible entrada de agua a la misma. La sección mínima de los mismos es de 1.500 cm<sup>3</sup>.

Los anclajes de los durmientes a la cimentación serán de barras o pletinas de acero con sección mínima de 5 mm<sup>2</sup> con una separación máxima de 180 cm entre sí y de 60 cm a las esquinas de la construcción. La longitud del anclaje embebido en obra gruesa será de 10 cm como mínimo.

Las piezas de solera se anclarán al durmiente con la misma cuantía anterior, y separación no superior a 100 cm. La solución del anclaje será capaz de resistir acciones de succión mediante pletinas de pequeño espesor que se clavan o atornillan a los montantes y se anclan en el hormigón de la cimentación.

Las viguetas tendrán una entrega sobre las vigas de al menos 10 cm de longitud (recomendado).

Para la construcción de juntas entre elementos, y para elementos formados con madera de conífera, se considerarán las siguientes variaciones dimensionales de origen higrotérmico:

Para tableros contrachapados y de OSB, y en su plano, serán como máximo de valor 0,02% por cada 1% de variación de contenido de humedad del mismo.

Para madera aserrada, laminada o microlaminada se podrá tomar, por cada 1% de variación de de contenido de humedad, un valor de 0,01% en dirección longitudinal y 0,2% en la transversal (esta última corresponde en realidad a la tangencial, y la radial se podrá tomar como 0,1%).

A continuación se enumeran una serie de buenas prácticas que mejoran notablemente la durabilidad de la estructura:

- evitar el contacto directo de la madera con el terreno, manteniendo una distancia mínima de 20 cm y disponiendo un material hidrófugo (barrera antihumedad);
- evitar que los arranques de soportes y arcos queden embebidos en el hormigón u otro material de fábrica. Para ello se protegerán de la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables;
- ventilar los encuentros de vigas en muros, manteniendo una separación mínima de 15 mm entre la superficie de la madera y el material del muro. El apoyo en su base debe realizarse a través de un material intermedio, separador, que no transmita la posible humedad del muro (véase CTE DB SE-M, figura 11.2.a);
- evitar uniones en las que se pueda acumular el agua;
- proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua. En el caso de utilizar una albardilla (normalmente de chapa metálica), esta albardilla debe permitir, además, la aireación de la madera que cubre (véase CTE DB SE-M figura 11.2.b);
- evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector (véase CTE DB SE-M, figura 11.2.c);
- facilitar, en general, al conjunto de la cubierta la rápida evacuación de las aguas de lluvia y disponer sistemas de desagüe de las condensaciones en los lugares pertinentes.

Los posibles cambios de dimensiones, producidos por la hinchazón o merma de la madera, no deben quedar restringidos por los elementos de unión:

- en general, en piezas de canto superior a 80 cm, no deben utilizarse empalmes ni nudos rígidos realizados con placas de acero que coarten el movimiento de la madera (véase CTE DB SE-M, figura 11.3.a);
- las soluciones con placas de acero y pernos quedan limitadas a situaciones en las que se esperan pequeños cambios de las condiciones higrotérmicas del ambiente y el canto de los elementos estructurales no supera los 80 cm. Igualmente acontece en uniones de tipo corona en los nudos de unión de pilar/dintel en pórticos de madera laminada, figura 11.3, del CTE DB SE-M.

Para el atornillado de los elementos metálicos de unión se practicarán pre-taladros, con un diámetro no mayor del 70% del diámetro del tornillo o elemento de sujeción, y en todo caso atendiendo a las especificaciones del DB SE-M para evitar la rotura de la pieza por hienda.

• Tolerancias admisibles

Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera aserrada, se ajustarán a los límites de tolerancia de la clase 1 definidos en la norma UNE EN 336 para coníferas y chopo. Esta norma se aplicará, también, para maderas de otras especies de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma correspondientes, en tanto no exista norma propia. Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera laminada encolada, se ajustarán a los límites de tolerancia definidos en la norma UNE EN 390.

La combadura de columnas y vigas medida en el punto medio del vano, en aquellos casos en los que puedan presentarse problemas de inestabilidad lateral, o en barras de pórticos, debe limitarse a 1/500 de la longitud del vano en piezas de madera laminada y microlaminada o a 1/300 en piezas de madera maciza.

Montaje de madera laminada:

El fabricante o montador de la estructura de madera deberá comprobar el replanteo de la obra en los puntos de apoyo de las piezas. El constructor deberá observar las siguientes tolerancias no acumulables admitidas generalmente:

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Sobre la luz                       | <input type="checkbox"/> 2 cm |
| Transversalmente                   | <input type="checkbox"/> 1 cm |
| De nivelación                      | <input type="checkbox"/> 2 cm |
| En las esquinas de la construcción | <input type="checkbox"/> 1 cm |

Las tolerancias se reducirán a la mitad en el caso de colocar las placas de anclaje en el momento del vertido del hormigón.

Celosías con uniones de placas dentadas

Después del montaje, se admite una combadura máxima de 10 mm en cualquier pieza de la cercha siempre que se afiance de manera segura en la cubierta terminada de forma que se evite el momento provocado por dicha distorsión. La desviación máxima de una cercha respecto a la vertical no debe exceder el valor de  $10 + 5 \cdot (H - 1)$  mm, con un valor máximo de 25 mm; donde H es la altura (diferencia de cota entre apoyos y punto más alto), expresada en metros.

• Condiciones de terminación

Durabilidad de las estructuras de madera

Debe garantizarse la durabilidad de las estructuras de madera tanto del material como de las fijaciones metálicas empleadas en las uniones. Se deberán tomar medidas, por lo tanto, para garantizar la durabilidad de la estructura al menos durante el tiempo que se considere periodo de servicio y en condiciones de uso adecuado. Se tendrá en cuenta tanto el diseño de la propia estructura así como la posibilidad de añadir un tratamiento

Tratamiento contra la humedad:

La madera ha de estar tratada contra la humedad, según la clase de riesgo. Las especificaciones del tratamiento deberá hacerse referencia a:

- tipo de producto a utilizar
- sistema de aplicación: pincelado, pulverizado, autoclave, inmersión
- retención y penetración del producto

Protección de la madera:

La protección de la madera ante los agentes bióticos y abióticos será preventiva. Se preverá la posibilidad de que la madera no sufra ataques debidos a este origen en un nivel aceptable. Los productos a aplicar deberán estar indicados por los fabricantes, quienes en el envase y en la documentación técnica del dicho producto, indicarán las instrucciones de uso y mantenimiento.

Protección preventiva frente a los agentes bióticos.

Según el grado de exposición al aumento del contenido de humedad de la madera durante el tiempo en el que estará en servicio, se establecen cuatro niveles de riesgo de los elementos estructurales (art. 3.2.1.2. del CTE SE M):

Tipos de protección frente a agentes bióticos y métodos de impregnación

Se establecen seis niveles de protección (NP) (UNE-EN 351-1)

NP1, para clases de riesgo 1 y 2, se recomienda protección superficial con producto insecticida para clase de riesgo 1, y con producto insecticida y fungicida para clase de riesgo 2: es aquella en la que la penetración es como mínimo de 1 mm en cualquier parte de la superficie tratada.

NP2, para clase de riesgo 3.1, es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza tratada.

NP3, para clase de riesgo 3.2, es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza tratada.

NP4, para clase de riesgo 4, es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de al menos 25 mm en todas las caras de la pieza tratada, siendo éstas de sección circular. En caso de emplearse maderas no durables, éstas han de ser impregnables.

NP5, para clase de riesgo 4, es aquella en la que la penetración es total en la albura y todas las caras tratadas.

NP6, para clase de riesgo 5, es aquella en la que la penetración es total en la albura y de al menos 6 mm en la madera de duramen expuesta. En caso de emplearse maderas no durables, éstas han de ser impregnables

La elección del tipo de protección frente a agentes bióticos se recoge la tabla 3.1 del DB SE-M, en la que se indica el tipo de protección exigido en función de la clase de riesgo.

Se ha de tener en cuenta que no todas las especies son igualmente impregnables. Entre las difícilmente impregnables se encuentran algunas especies coníferas: abetos, piceas, cedro rojo, en las que hay que emplear procedimientos especiales. El fabricante garantizará que se alcanza la protección para la clase de uso.

Además, cada especie, y en concreto las zonas de duramen y albura, pueden tener asociada lo que se llama durabilidad natural. La albura o el duramen de una especie no tienen por qué requerir protección para una determinada clase de riesgo a pesar de que así lo indicase la tabla 3.1. La durabilidad natural de cada especie se define en la norma UNE-EN 350.

Cada especie y zona tiene también asociada una impregnabilidad, es decir, una cierta capacidad de ser impregnada con mayor o menor profundidad. En caso de que se especifique la especie y zona, debe comprobarse que el tratamiento prescrito al elemento es compatible con su impregnabilidad.

Si el tratamiento alterara el contenido de humedad la madera, en obra debe constatarse que se entrega el producto conforme a los requisitos del proyecto.

El fabricante garantizará que la especie a tratar es compatible con el tratamiento en profundidad (y con las colas en el caso de usarse).

En obras de rehabilitación estructural, con detección de ataques previos por agentes xilófagos, se incrementarán los niveles de protección correspondientes a las clases de uso normales, en una categoría.

A los elementos nuevos que se integren en la obra, se aplicará como mínimo:

- Tratamiento superficial (NP 2) insecticida y fungicida, cuando no posean una durabilidad natural, según patologías observadas.

- Tratamiento en profundidad (NP5), donde se hayan detectado ataques previos por termitas, garantizándose en cabezas de vigas, en una longitud axial de 50 cm; si una vez tratada la madera se produjera un retestado de la pieza, deberá aplicarse in situ un tratamiento superficial en las testas (NP 2), con un producto protector al menos con carácter insecticida. Si el ataque fuera activo, se valorará la conveniencia de tratamientos de barrera adicionales destinados a proteger el conjunto del edificio, o de tratamientos mediante sistemas de cebos a fin de erradicar la colonia.

A los elementos estructurales existentes, se aplicarán tratamientos curativos:

- Tratamiento en profundidad, por inyección (mínimo NP 5) para ataques activos de hongos de pudrición y termitas, para poder impregnar la zona de duramen.

Para la protección de piezas de madera laminada encolada:

- a) Para la clase de uso 2, se realizará sobre la pieza terminada y después de las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros etc.).
- b) Para el caso de protección y clase de uso 3.1, el tratamiento protector podrá realizarse sobre la pieza terminada o sobre las láminas previamente a su encolado.
- c) Para clases de uso 3.2 ó 4, se realizará sobre las láminas previamente a su encolado. El fabricante deberá comprobar que el producto protector es compatible con el encolado, especialmente cuando se trate de protectores orgánicos.

Protección preventiva frente a agentes meteorológicos.

En este caso se tendrá especial cuidado en el diseño de los detalles constructivos dado que en ello está la clave para mantener alejada la humedad de los elementos de madera, evitando en todos los casos que el agua quede retenida en los elementos de madera. Para la clase de riesgo igual o superior a 3, los elementos estructurales deben estar protegidos frente a los agentes meteorológicos, debiéndose emplear en el exterior productos de poro abierto, como los lasures, ya que no forman película, permitiendo el flujo de humedad entre el ambiente y la madera. Si se emplearan productos que formen una película como las pinturas y los barnices, deberá establecerse y seguirse un programa de mantenimiento posterior.

Protección contra la corrosión de los elementos metálicos.

Se estará a lo dispuesto en el DB SE-M, para los valores mínimos del espesor del revestimiento de protección frente a la corrosión o el tipo de acero necesario según las diferentes clases de servicio, según se expresa en la Tabla 3.2.

Protección preventiva frente a la acción del fuego.

Se tendrán en cuenta las indicaciones a este respecto indicados en el CTE, DB SI vigente.

Consideraciones con respecto a las uniones

Las uniones expuestas al agua se diseñarán de tal forma que se evite la retención de agua. En las clases de servicio distintas a las 1 y 2, las uniones quedarán ventiladas y de tal forma que puedan evacuar rápidamente el agua, sin retenciones.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### **• Control de ejecución**

Para la realización del control de la ejecución de cualquier elemento será preceptiva la aceptación previa de todos los productos constituyentes o componentes de dicha unidad de inspección, cualquiera que haya sido el modo de control utilizado para la recepción del mismo.

El control de la ejecución de las obras se realizará en las diferentes fases, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por la dirección facultativa y las instrucciones del director de la ejecución de la obra.

Se comprobará el replanteo de ejes, así como la verticalidad de los soportes, se comprobarán las dimensiones y disposición de los elementos resistentes, así como las ensambladuras y uniones, tanto visualmente como de su geometría. Se atenderá especialmente a las condiciones de arriostramiento de la estructura y en el caso de uniones atornilladas, se comprobará el apriete de los tornillos.

En caso de disconformidad con la unidad de inspección la dirección facultativa dará la oportuna orden de reparación o demolición y nueva ejecución. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo a la inspección hasta que este satisfactoriamente ejecutado; pudiéndose en su caso ordenar una prueba de servicio de esa unidad de inspección antes de su aceptación.

Aceptadas las diferentes unidades de inspección, solo se dará por aceptado el elemento caso de no estar programada la prueba de servicio.

#### **• Ensayos y pruebas**



Los ensayos a realizar podrán ser, en caso de duda, de comprobación de las características mecánicas y de tratamientos de los elementos estructurales. Se procederá de acuerdo con la normativa de ensayos recogidas por las normas vigentes.

En caso de tener que efectuar pruebas de carga, conforme a la programación de control o bien por orden de la dirección facultativa, se procederá a su realización, y se comprobará si sus resultados están de acuerdo con los valores de la normativa, del proyecto o de las indicaciones de la dirección facultativa. En caso afirmativo se procederá a la aceptación final.

Si los resultados de la prueba de carga no son conformes, la dirección facultativa dará las órdenes oportunas de reparación o, en su caso, de demolición. Subsanada la deficiencia, se procederá de nuevo como en el caso general, hasta la aceptación final del elemento controlado.

- **Conservación y mantenimiento**

Deberá cuidarse especialmente que los elementos estructurales contruidos en madera natural, o bien con productos derivados de este material puedan mojarse debido a las filtraciones de agua de lluvia durante los trabajos impermeabilización de la cubierta, o por no existir sistemas de cerramiento en los vanos, y también debido a las aportaciones de agua en aquellos oficios que conlleven su empleo.

También se tendrá especial cuidado con las manchas superficiales que se puedan producir en la superficie del material, que difícilmente se podrán retirar al penetrar en su estructura porosa.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Se comprobará el aspecto final de la estructura y particularmente de las uniones y ensambladuras. La eficacia de la impermeabilidad de la cubierta, así como de los cerramientos verticales es de especial importancia debido a las alteraciones que un aumento en el contenido de humedad de la madera puede ocasionar.

Al entrar en carga la estructura se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, no produciéndose deformaciones o grietas en los elementos estructurales. En el caso de percibirse algún problema, por estar indicado en proyecto, con carácter voluntario, o bien en caso que la dirección facultativa lo requiera, se podrán realizar pruebas de carga, o bien otras comprobaciones sobre el producto terminado si el resultado no fuera satisfactorio. Se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 101.2 de la Instrucción EHE-08):

Viabilidad y finalidad de la prueba

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

Se comprobará, además, la efectividad de las uniones metálicas, así como la protección a fuego.

### **2.3.5. ESTRUCTURAS MIXTAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Elementos estructurales realizados mediante la colaboración de hormigón armado y acero estructural, aprovechando las ventajas de cada uno de ellos para que el hormigón armado absorba la mayor parte de los esfuerzos de compresión y el acero estructural los de tracción, sin existir limitación para la cuantía del acero estructural, y en los que la deformación conjunta de ambos materiales se confía a elementos conectadores.

Tipos de secciones mixtas en vigas y forjados:

- a. Vigas mixtas, formadas por perfiles de acero laminado o vigas metálicas armadas de un solo tipo de acero, y losa de hormigón armado, unidos mediante conectadores.
- b. Vigas mixtas híbridas en las que se combinan dos tipos de acero en la viga metálica armada, siendo el de la platabanda inferior acero de alta resistencia, y losa de hormigón armado, unidos mediante conectadores.
- c. Vigas mixtas en las que se elimina la cabeza superior de la viga metálica armada, con conectadores horizontales soldados al alma para su unión con la losa de hormigón armado. Presentan, en general, la necesidad de apuntalar la viga metálica.
- d. Vigas mixtas prefabricadas, con losa de hormigón armado prefabricada en la que se dejan huecos para los conectadores, que se rellenarán posteriormente con hormigón fresco. Se deberá prestar atención a las juntas de las placas.
- e. Forjados constituidos por una chapa metálica grecada colaborante con el hormigón que se vierte sobre ella, armado con malla electrosoldada, todo ello unido a un perfil o pieza metálica por medio de conectadores.

– Soportes mixtos.

Elementos estructurales realizados mediante la colaboración de hormigón armado y acero estructural, considerando la colaboración resistente entre ambos materiales o bien el uso del hormigón exclusivamente como protección del acero frente al fuego.

Tipos de soportes mixtos:

- a. Rellenos: el hormigón, con o sin armadura, se aloja dentro de una sección metálica cerrada.
- b. Recubiertos: el hormigón armado actúa como recubrimiento del perfil metálico.
- c. Parcialmente recubiertos.

Al no existir normativa nacional específica para estructuras mixtas se tendrán en cuenta las normas correspondientes a cada uno de los materiales (Instrucción EHE-08 para el hormigón y Documento Básico SE-A para el acero); para aspectos relativos al comportamiento conjunto de ambos materiales se considerará UNE ENV 1994 Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero (Eurocódigo 4).

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Kilogramo de acero en vigas, soportes, forjados.

De la clase de acero especificado en perfiles de tipología especificada, con soldadura, incluyendo pintura de imprimación, según el Documento Básico SE-A.

– Metro cúbico de hormigón para armar en vigas, soportes.

Hormigón de resistencia o dosificación especificadas, incluso encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según Instrucción EHE-08.

– Kilogramo de acero montado en vigas, soportes, forjados.

Acero del tipo y diámetro especificados, incluyendo corte, colocación y despuntes según Instrucción EHE-08.

– Kilogramo de acero de malla electrosoldada.

Medido en peso nominal previa elaboración, para malla fabricada con alambre corrugado del tipo especificado, incluyendo corte, colocación y solapes, puesta en obra según Instrucción EHE-08.

– Metro cuadrado de forjado.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, con chapa metálica como encofrado perdido, incluso vibrado, curado, según Instrucción EHE-08, incluyendo pintura de imprimación, según el Documento Básico SE-A.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación

de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Hormigón para armar, de resistencia o dosificación especificadas en proyecto.

En secciones de acero embebidas debe disponerse un recubrimiento mínimo de hormigón armado, para asegurar la adecuada transmisión de fuerzas por adherencia, la protección del acero contra la corrosión, que no se producirán desconchones en el hormigón, y una resistencia adecuada al fuego; para ello se recomienda que el recubrimiento de hormigón de un ala de acero no sea menor de 40 mm, ni menor que la sexta parte del ancho b del ala.

– Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

– Acero estructural:

– Para soportes recubiertos, generalmente se utilizan:

- perfiles metálicos de la serie I o H,

- secciones simétricas a base de chapas soldadas.

– Para soportes rellenos, generalmente se utilizan:

- perfiles huecos cilíndricos

- perfiles huecos de sección cuadrada

- perfiles huecos de sección rectangular

– Conectores:

Elementos de enlace entre el hormigón y el acero para asegurar su trabajo conjunto.

El acero del conector será de calidad soldable, apto para la técnica a emplear.

Desde el punto de vista constructivo se pueden distinguir los siguientes tipos:

– Pernos:

Elementos cilíndricos generalmente provistos de una cabeza que actúa como anclaje en el hormigón frente a los esfuerzos de tracción. Van soldados a la viga metálica. Pueden ir provistos de una espiral alrededor del vástago para mejorar las condiciones de anclaje.

– Tacos:

Formados por trozos cortos de perfiles metálicos, soldados al ala superior de la viga metálica. Preferentemente se emplean perfiles en U y T, debiendo prohibirse el empleo de piezas en L situadas en forma de cuña con respecto al hormigón.

Por no ofrecer ninguna resistencia al despegue entre acero y hormigón, se suelen combinar con otros tipos de conectores que proporcionen este efecto.

– Anclajes:

Formados por acero redondo (preferentemente corrugado) soldado al perfil estructural, generalmente inclinados de 30 a 50°, siguiendo la dirección de las tensiones de tracción en el hormigón.

Son adecuados para impedir el despegue entre acero y hormigón.

– Conectores mixtos:

Elementos que permiten soslayar el inconveniente de los conectores tipo taco, que necesitan ser combinados con elementos de anclaje para evitar el despegue entre acero y hormigón, agrupando el taco y el anclaje soldados entre sí, y a su vez soldando el taco al perfil estructural.

– Conectores por rozamiento:

Elementos que se pueden usar cuando la cabeza de hormigón está formada por una losa prefabricada y la adherencia entre el acero y el hormigón se consigue por la fuerza de rozamiento originada a través de la presión ejercida por tornillos de alta resistencia.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Para todos los elementos de acero estructural:

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje. Se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por acumulaciones de agua, ni estén en contacto directo con el terreno, y se mantengan las condiciones de durabilidad; para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

Para las armaduras pasivas y activas: se cumplirán las especificaciones de los artículos 31.6 y 32.7, respectivamente, de la EHE, especialmente ausencia de óxido y sustancias extrañas en la superficie.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Criterios de diseño y prescripciones de diseño en zonas sísmicas (artículos 4.5 y 4.6 de NCSE-02).

Condiciones de diseño para cada uno de los tipos de conectadores:

– Pernos:

La altura total del perno debe ser mayor o igual que  $3d$  ( $d$  diámetro del vástago).

Su diámetro debe ser mayor o igual que  $1,5d$  y su espesor de cabeza mayor o igual que  $0,4d$ , ó deben disponerse cercos para resistir las fuerzas de despegue.

Su separación en dirección del rasante debe ser mayor o igual que  $5d$ , y en dirección transversal a él mayor o igual que  $2,5d$  en losas macizas y  $4d$  en otros casos.

Excepto cuando se colocan directamente sobre el alma, el diámetro debe ser mayor o igual que 2,5 veces el espesor de la chapa a la que está unido.

Cuando se utilizan pernos con cabeza en losas con chapa nervada:

– Pueden soldarse a través de las chapas si se demuestra experimentalmente que se logra la calidad buscada; en caso contrario deben taladrarse las chapas para colocarlos.

– Es posible soldar a través de dos chapas solapadas; han de estar en contacto pleno, su espesor debe ser menor o igual que 1,25 mm si son galvanizadas y 1,5 mm si no lo son, y el espesor de galvanización debe ser menor o igual que 30 micras en cada cara (no se recomienda soldar a través de dos chapas galvanizadas).

– Deben sobresalir al menos  $2d$  por encima de la chapa.

– La anchura mínima de los nervios de hormigón será mayor o igual que 50 mm.

– Con nervios transversales, cada uno debe quedar anclado a la viga con pernos, pernos y puntos de soldadura, u otros dispositivos, que si no pueden centrarse en la acanaladura irán alternados a ambos lados en la longitud del vano.

– Tacos:

– En un cuadradillo, su altura será menor o igual que cuatro veces su espesor.

– En una T, la anchura del ala será menor o igual que 10 veces su espesor y la altura no excederá 10 veces el mismo espesor ni 150 mm.

– En una U, la anchura del alma no superará 25 veces su espesor y la altura será menor o igual que 15 veces el mismo espesor ó 150 mm.

– En una herradura, la altura será menor o igual que 20 veces su espesor ó 150 mm.

– Anclajes y asas:

Se orientarán de forma que resulten traccionados, o en las dos direcciones cuando sea previsible un cambio en la dirección del esfuerzo.

• Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para todos los elementos de acero estructural:

Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones con tornillos pretensados de alta resistencia no se pintarán y recibirán una limpieza y el tratamiento especificado.

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni siquiera con la capa de imprimación en una zona de anchura mínima de 10 cm desde el borde de la soldadura; si se precisa una protección temporal se pintarán con pintura fácilmente eliminable, que se limpiará cuidadosamente antes del soldeo.

Para evitar posibles corrosiones es preciso que las bases de pilares y partes estructurales que puedan estar en contacto con el terreno queden embebidas en hormigón. No se pintarán estos elementos para evitar su oxidación; si han de permanecer algún tiempo a la intemperie se recomienda su protección con lechada de cemento.

Se evitará el contacto del acero con otros metales que tengan menos potencial electrovalente (por ejemplo, plomo, cobre) que le pueda originar corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

En las armaduras de acero se evitará:

- el contacto con productos que limiten la adherencia al hormigón;

- el contacto de las barras con otros metales distintos al acero y con el suelo durante el almacenaje en obra.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **Proceso de ejecución**

– Disposiciones constructivas de los conectadores en las vigas.

La zona del conectador que resiste las fuerzas de despegue (la cabeza de un perno, la cara interior de un asa, etc.) quedará al menos 30 mm dentro de la zona comprimida. El hormigón sobre el conectador, que lo protege de la corrosión, tendrá al menos 20 mm de espesor.

Cuando la cabeza de hormigón sea nervada, el contorno del nervio quedará exterior a una línea de pendiente 45° que arranque de la base del conectador. El nervio llevará la suficiente armadura transversal para resistir el esfuerzo cortante en las secciones más peligrosas, y la zona del

conector que resista las fuerzas de despegue quedará al menos 40 mm sobre las armaduras del nervio.

Los conectores se colocarán de tal forma que el hormigón pueda compactarse correctamente alrededor de su base.

La separación entre conectores no será mayor de 800 mm o seis veces el espesor de la cabeza de hormigón. Alternativamente, podrán colocarse conectores agrupados, en grupos separados una distancia mayor que la de los conectores individuales, según cálculo. Si en el cálculo la colaboración entre el hormigón y el acero se asegura por su unión, la separación entre los conectores será lo suficientemente pequeña para que esta hipótesis sea válida.

La distancia entre el borde de un conector y el del ala de la viga a la que vaya soldado no será mayor que 20 mm.

– Soportes:

– Soporte mixto.

Según el cálculo será necesario o no la disposición de conectores en soportes.

En secciones de acero parcialmente recubiertas, para evitar el desprendimiento del hormigón, los estribos atravesarán o estarán soldados al alma del perfil, o estarán enlazados a los conectores en su caso.

– Unión de soportes.

Se dispondrán placas de acero laminado en la cabeza y base del soporte, que se soldarán en toda la longitud de contacto mediante cordón continuo de soldadura capaz de transmitir los esfuerzos que se producen en esa zona.

– Unión del soporte a la cimentación.

Se dispondrá una placa metálica en la base del soporte con rigidizadores si son necesarios. Se realizará soldadura entre el perfil, la placa y los rigidizadores en su caso, en toda la longitud de contacto mediante cordón continuo de soldadura capaz de transmitir los esfuerzos que se producen en esa zona.

Se dispondrán pernos de anclaje, roscados en su parte superior de espera para recibido, mediante tuercas, de la placa de unión de soporte con cimentación.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

Para todos los elementos de acero estructural, los valores máximos admisibles de las desviaciones geométricas, para situaciones normales, aplicables sin acuerdo especial, son las recogidas en el Capítulo 11 de CTE DB SE A, agrupadas para las dos etapas del proceso:

Apartado 11.1, tolerancias de fabricación

Apartado 11.2, tolerancias de ejecución.

Las desviaciones admisibles se adoptarán siguiendo los criterios del Anejo 11 de la EHE-08, definidos para los distintos tipos de elementos y fases de ejecución usuales en estructuras de edificación (corresponden a armaduras pasivas y activas, cimentaciones, elementos de estructuras in situ, piezas prefabricadas, pantallas, núcleos, muros de contención y de sótano). Para los elementos de hormigón conviene que las tolerancias adoptadas sean las más amplias compatibles con el funcionamiento adecuado de la construcción; no deben establecerse tolerancias cuya verificación no sea necesaria para dicho funcionamiento.

#### • Condiciones de terminación

– Vigas y forjados.

Se dará el acabado requerido al hormigón con los sistemas de encofrado.

El elemento metálico deberá protegerse contra el fuego y la corrosión:



Previamente a la aplicación de los tratamientos de protección, se prepararán las superficies reparando todos los defectos detectados en ellas, tomando como referencia los principios generales de la norma UNE EN ISO 8504-1:2002, particularizados por UNE EN ISO 8504-2:2002 para limpieza con chorro abrasivo y por UNE EN ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas motorizadas y manuales.

En superficies de rozamiento se debe extremar el cuidado en lo referente a ejecución y montaje en taller, y se protegerán con cubiertas impermeables tras la preparación hasta su armado.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón sólo se limpiarán sin pintar, extendiendo este tratamiento al menos 30 cm de la zona correspondiente.

Para aplicar el recubrimiento se tendrá en cuenta:

**Galvanización.** Se realizará de acuerdo con UNE EN ISO 1460:1996 y UNE EN ISO 1461:1999, sellando las soldaduras antes de un decapado previo a la galvanización si se produce, y con agujeros de venteo o purga si hay espacios cerrados, donde indique el presente Pliego; las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

**Pintura.** Se seguirán las instrucciones del fabricante en la preparación de superficies, aplicación del producto y protección posterior durante un tiempo; si se aplica más de una capa se usará en cada una una sombra de color diferente.

**Tratamiento de los elementos de fijación.** Para el tratamiento de estos elementos se considerará su material y el de los elementos a unir, junto con el tratamiento que estos lleven previamente, el método de apretado y su clasificación contra la corrosión.

– Soportes rellenos.

No se puede comprobar el acabado del hormigón ni la disposición de las armaduras, el elemento metálico deberá protegerse contra el fuego y la corrosión según se ha indicado para vigas y forjados.

– Soportes recubiertos.

Se consigue la protección del acero contra el fuego y la corrosión por el recubrimiento de hormigón.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### **• Control de ejecución**

Se realizarán las comprobaciones indicadas a continuación en función del elemento estructural a controlar.

Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

– Hormigón armado.

El constructor elaborará el Plan de obra y el procedimiento de autocontrol de la ejecución de la estructura, los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas y remesas recibidas en la obra, de acuerdo con el nivel de control establecido por el proyecto para la estructura.

Antes de iniciar las actividades de control en la obra, la dirección facultativa aprobará el programa de control, preparado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, y considerando el plan de obra del constructor. Este programa contendrá lo especificado en el artículo 79.1 de la Instrucción EHE-08.

Se seguirán las prescripciones del capítulo XVII de la Instrucción EHE-08 (artículo 92). Considerando los tres niveles siguientes para la realización del control de la ejecución: control de ejecución, a nivel normal y a nivel intenso, según lo exprese el proyecto de ejecución.

Las comprobaciones generales que deben efectuarse para todo tipo de obras durante la ejecución son:

Comprobaciones de replanteo:

Se comprobará que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones presentan unas posiciones y magnitudes dimensionales cuyas desviaciones respecto al proyecto son conformes con las tolerancias indicadas en el anejo 11 de la Instrucción EHE-08, para los coeficientes de seguridad de los materiales adoptados en el cálculo de la estructura.

– Cimbras y apuntalamientos:

Se comprobará la correspondencia con los planos de su proyecto, especialmente los elementos de arriostramiento y sistemas de apoyo, asimismo se revisará el montaje y desmontaje.

– Encofrados y moldes:

Previo vertido del hormigón, se comprobará la limpieza de las superficies interiores, la aplicación de producto desencofrante (si necesario), y que la geometría de las secciones es conforme a proyecto (teniendo en cuenta las tolerancias de proyecto o, en su defecto, las referidas en el anejo 11 de la Instrucción EHE-08), además de los aspectos indicados en el apartado 68.3. En el caso de encofrados y moldes en los que se dispongan elementos de vibración exterior, se comprobará su ubicación y funcionamiento.

– Armaduras pasivas:

Previo el montaje, se comprobará que el proceso de armado se ha efectuado conforme lo indicado en el artículo 69 de la Instrucción EHE-08, que las longitudes de anclaje y solapo se corresponden con las indicadas en proyecto y que la sección de acero no es menor de la prevista en proyecto.

Se comprobarán especialmente las soldaduras efectuadas en obra y la geometría real de la armadura montada, su correspondencia con los planos. Asimismo se comprobará que la disposición de separadores (distancia y dimensiones) y elementos auxiliares de montaje, garantiza el recubrimiento.

– Procesos de hormigonado y posteriores al hormigonado:

Se comprobará que no se forman juntas frías entre diferentes tongadas, que se evita la segregación durante la colocación del hormigón, la ausencia de defectos significativos en la superficie del hormigón (coqueras, nidos de grava y otros defectos), las características de aspecto y acabado del hormigón que hubieran podido ser exigidas en el proyecto, además se comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos el período de tiempo indicado en el proyecto o, en la Instrucción EHE-08.

– Montaje y uniones de elementos prefabricados:

Se prestará especial atención al mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de los apoyos, enlaces y uniones.

– Elemento terminado:

En el caso de que el proyecto adopte en el cálculo unos coeficientes de ponderación de los materiales reducidos, se deberá comprobar que se cumplen específicamente las tolerancias geométricas establecidas en el proyecto o, en su defecto, las indicadas al efecto en el anejo nº 11 de la Instrucción EHE-08.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

– Acero. Se desarrollará según las dos etapas siguientes:

– Control de calidad de la fabricación:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.4.1, la documentación de fabricación será elaborada por el taller y deberá contener, al menos, una memoria de fabricación, los planos de taller y un plan de puntos de inspección. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación, y entre éstos y los materiales empleados. Se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación

adecuada, y se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento.

**Soldaduras:** se inspeccionará visualmente toda la longitud de todas las soldaduras comprobando su presencia y situación, tamaño y posición, superficies y formas, y detectando defectos de superficie y salpicaduras; se indicará si deben realizarse o no ensayos no destructivos, especificando, en su caso, la localización de las soldaduras a inspeccionar y los métodos a emplear, que según el CTE DB SE A apartado 10.8.4.2, podrán ser partículas magnéticas según UNE EN 1290/1M:2002, líquidos penetrantes según UNE EN 571-1:1997, ultrasonidos según UNE EN 1714:1998, ensayos radiográficos según UNE EN 1435:1998; el alcance de esta inspección se realizará de acuerdo con el artículo 10.8.4.1, teniendo en cuenta, además, que la corrección en distorsiones no conformes obliga a inspeccionar las soldaduras situadas en esa zona; se deben especificar los criterios de aceptación de las soldaduras, debiendo cumplir las soldaduras reparadas los mismos requisitos que las originales; para ello se puede tomar como referencia UNE EN ISO 5817:2009, que define tres niveles de calidad, B, C y D.

**Uniones mecánicas:** todas las uniones mecánicas, pretensadas o sin pretensar tras el apriete inicial, y las superficies de rozamiento se comprobarán visualmente; la unión debe rehacerse si se exceden los criterios de aceptación establecidos para los espesores de chapa, otras disconformidades podrán corregirse, debiendo volverse a inspeccionar tras el arreglo; en uniones con tornillos pretensados se realizarán las inspecciones adicionales indicadas en el apartado 10.8.5.1 de CTE DB SE A; si no es posible efectuar ensayos de los elementos de fijación tras completar la unión, se inspeccionarán los métodos de trabajo; se especificarán los requisitos para los ensayos de procedimiento sobre el pretensado de tornillos. Previamente a aplicar el tratamiento de protección en las uniones mecánicas, se realizará una inspección visual de la superficie para comprobar que se cumplen los requisitos del fabricante del recubrimiento; el espesor del recubrimiento se comprobará, al menos, en cuatro lugares del 10% de los componentes tratados, según uno de los métodos de UNE EN ISO 2808:2000, el espesor medio debe ser superior al requerido y no habrá más de una lectura por componente inferior al espesor normal y siempre superior al 80% del nominal; los componentes no conformes se tratarán y ensayarán de nuevo.

– Control de calidad del montaje:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.5.1, la documentación de montaje será elaborada por el montador y debe contener, al menos, una memoria de montaje, los planos de montaje y un plan de puntos de inspección según las especificaciones de dicho apartado. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, y que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias. Durante el proceso de montaje se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene un sistema de trazado que permite identificar el origen de cada incumplimiento.

#### • Ensayos y pruebas

Tanto para los elementos, o partes, de acero estructural como para los de hormigón armado, son válidas las especificaciones recogidas a continuación:

Las actividades y ensayos de los aceros y productos incluidos en el control de materiales, pueden ser realizados por las entidades de control de calidad de la edificación y los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación previstos en el artículo 14 de la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación, que cumplan los requisitos exigibles para el desarrollo de su actividad recogidos en el Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo.

Previamente al inicio de las actividades de control de la obra, el laboratorio o la entidad de control de calidad deberán presentar a la dirección facultativa para su aprobación un plan de control o, en su caso, un plan de inspección de la obra que contemple, como mínimo, los siguientes aspectos:

Identificación de materiales y actividades objeto de control y relación de actuaciones a efectuar durante el mismo (tipo de ensayo, inspecciones, etc.).

Previsión de medios materiales y humanos destinados al control con indicación, en su caso, de actividades a subcontratar.

Programación inicial del control, en función del programa previsible para la ejecución de la obra.

Planificación del seguimiento del plan de autocontrol del constructor, en el caso de la entidad de control que efectúe el control externo de la ejecución.

Designación de la persona responsable por parte del organismo de control.

Sistemas de documentación del control a emplear durante la obra.

El plan de control deberá prever el establecimiento de los oportunos lotes, tanto a efectos del control de materiales como de los productos o de la ejecución, contemplando tanto el montaje en taller o en la propia obra.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Tanto para los elementos, o partes, de acero estructural como para los de hormigón armado, son válidas las siguientes especificaciones:

Como última fase de todos los controles especificados anteriormente, se realizará una inspección visual del conjunto de la estructura y de cada elemento a medida que van entrando en carga, verificando que no se producen deformaciones o grietas inesperadas en alguna parte de ella.

En el caso de que se aprecie algún problema, o si especifica en el presente Pliego, se pueden realizar pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella; en estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 101.2 de la Instrucción EHE-08):

Viabilidad y finalidad de la prueba.

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

## **2.4. CUBIERTAS**

### **2.4.1. CUBIERTAS INCLINADAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Dentro de las cubiertas inclinadas podemos encontrar los tipos siguientes:

- Cubierta inclinada no ventilada, invertida sobre forjado inclinado. Siendo sus subtipos más representativos:

Resuelto con tejas planas o mixtas con fijación sobre rastreles dispuestos normales a la línea de máxima pendiente y fijados al soporte resistente, entre los cuales se coloca el aislante térmico.

Tejas planas o mixtas fijadas sobre tablero aglomerado fenólico clavado sobre rastreles, fijados a su vez al soporte resistente, entre los que se ubica el aislante térmico.

En condiciones favorables para su estabilidad, con pendiente por debajo del 57%, también podrá recibirse la teja directamente sobre paneles de poliestireno extruido con la superficie acanalada fijados mecánicamente al soporte resistente, en cuyo caso, la función de los rastreles queda reducida a remates perimetrales y puntos singulares.

- Cubierta inclinada ventilada, con forjado inclinado. Siendo sus subtipos más representativos:

Resuelto con tejas planas o mixtas con tacones que permitan su enganche y fijación sobre listones dispuestos normales a la línea de máxima pendiente, clavados a su vez sobre rastreles fijados al soporte resistente en el sentido de la máxima pendiente; de manera que entre éstos últimos se

ubica el material aislante y queda establecida la aireación, que se producirá naturalmente de alero a cumbrera.

Tablero aglomerado fenólico como soporte de las tejas planas o mixtas y/o placas, clavado sobre rastreles dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente. A estos rastreles se encomienda la ubicación del material aislante y sobre el mismo la formación de la capa de aireación que se producirá naturalmente de alero a cumbrera.

Aireación de alero a cumbrera resuelta con la disposición de chapas onduladas en sus distintos formatos (que a su vez prestan condiciones de soporte y bajo teja) sobre rastreles fijados al soporte entre los que se ubica el material aislante.

- Cubierta inclinada ventilada con forjado horizontal. Siendo sus subtipos más representativos:

Sistema de formación de pendientes constituida por tablero a base de piezas aligeradas con capa de regularización, sobre tabiques palomeros que se asientan en forjado horizontal.

Sistema de formación de pendientes constituido por chapas onduladas en sus distintos formatos, bien sobre correas que se asientan en los muros piñón o muretes sobre forjado horizontal, o bien sobre estructura ligera.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro cuadrado de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen, forjados canalones ni sumideros.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

Las cubiertas inclinadas podrán disponer de los elementos siguientes:

- Sistema de formación de pendientes:

Será necesario cuando el soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de tejado y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

En cubierta sobre forjado horizontal el sistema de formación de pendientes podrá ser:

- Mediante apoyos a base de tabicones de ladrillo, tablero a base de piezas aligeradas machihembradas de arcilla cocida u hormigón recibidas con pasta de yeso y capa de regularización de espesor 30 mm con hormigón, tamaño máximo del árido 10 mm, acabado fratasado.

- Mediante estructura metálica ligera en función de la luz y de la pendiente.

- Mediante placas onduladas o nervadas de fibrocemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.3.1), fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.

- Aislante térmico/Absorbente acústico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3):

Generalmente se utilizarán mantas de lana mineral, paneles rígidos o paneles semirrígidos.

Según el CTE DB HE 1, el material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Según el CTE DB HR, los productos de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE EN 29053. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto.

En cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

En cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

En cubierta sobre forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

– Capa de impermeabilización (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4):

Los materiales que se pueden utilizar son los siguientes, o aquellos que tengan similares características:

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiásfalto o de betún modificado.
- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado.
- Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero.
- Impermeabilización con poliolefinas.
- Impermeabilización con un sistema de placas.

Para tejas clavadas se puede usar lámina monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-30, soldada completamente al soporte resistente, previamente imprimado con emulsión asfáltica.

Para tejas recibidas con mortero se puede usar lámina monocapa, constituida por una lámina de betún modificado LBM-40/G, soldada completamente al soporte resistente, previamente imprimado con emulsión asfáltica.

Lamina monocapa, constituida por una lámina autoadhesiva de betún modificado LBA-15, de masa 1,5 kg/m<sup>2</sup> (como tipo mínimo).

En el caso de que no haya tejado, se puede usar lámina monocapa sobre el aislante térmico, constituida por una lámina de betún modificado con autoprotección mineral LBM-50/G-FP y armadura de fieltro de poliéster.

Puede ser recomendable su utilización en cubiertas con baja pendiente o cuando el solapo de las tejas sea escaso, y en cubiertas expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Para esta función se utilizarán láminas asfálticas u otras láminas que no planteen dificultades de fijación al sistema de formación de pendientes, ni presenten problemas de adherencia para las tejas.

Resulta innecesaria su utilización cuando la capa bajo teja esté construida por chapas onduladas o nervadas solapadas, u otros elementos que presten similares condiciones de estanquidad.

La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina.

– Tejado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.3.1, 8.4.1):

- Para cubiertas sobre forjado inclinado, no ventiladas, el tejado podrá ser:



Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral; fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente y fijados a su vez al soporte resistente con tirafondos cada

50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral; fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste cada 30 cm a rastreles de madera, fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm.

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm; las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas con mortero mixto sobre paneles de poliestireno extruido de superficie acanalada.

- Para cubiertas sobre forjado inclinado, ventiladas, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas mixtas de hormigón con solape frontal y encaje lateral, fijadas con clavos sobre listones de madera, dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas con encajes frontal y lateral, fijadas con clavos sobre tablero aglomerado fenólico de espesor 20 mm; clavado éste, cada 30 cm, a rastreles de madera, dispuestos en el sentido de la máxima pendiente y fijados al soporte resistente con tirafondos cada 50 cm

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, recibidas sobre chapa ondulada de fibrocemento, fijada a rastreles de madera, dispuestos en el sentido normal a la máxima pendiente y fijados al soporte resistente según instrucciones del fabricante del sistema.

- Para cubiertas sobre forjado horizontal, el tejado podrá ser:

Tejado de tejas de arcilla cocida curvas, con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas recibidas, con mortero mixto al soporte o adhesivo.

Tejado de tejas de arcilla cocida planas o mixtas con encajes frontal y lateral, cogidas con clavos sobre listones de madera fijados mecánicamente al soporte con clavos de acero templado, cada 30 cm.

Tejado de tejas curvas con solape frontal, separación mínima entre cabezas de cobija 40 mm, las canales recibidas todas al soporte y las cobijas en la cresta de la onda, con pelladas de mortero mixto.

Para el recibido de las tejas sobre soportes continuos se podrá utilizar mortero de cal hidráulica, mortero mixto, adhesivo cementoso u otros másticos adhesivos, según especificaciones del fabricante del sistema.

Sobre paneles de poliestireno extruido, podrán recibirse con mortero mixto, adhesivo cementoso u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante, tejas curvas o mixtas.

– Sistema de evacuación de aguas:

Puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos. El dimensionado se realizará según el cálculo descrito en el CTE DB HS 5.

Puede ser recomendable su utilización en función del emplazamiento del faldón.

El sistema podrá ser visto u oculto.

– Materiales auxiliares: morteros, rastreles de madera o metálicos, fijaciones, etc.

– Accesorios prefabricados (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 5.3): pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

## **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

La superficie del forjado debe ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños para la correcta recepción de la impermeabilización.

El forjado garantizará la estabilidad, con flecha mínima. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No se utilizará el acero galvanizado en aquellas cubiertas en las que puedan existir contactos con productos ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos. Se evitará, por lo tanto, el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento); si el cobre se encuentra situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

Se evitará la recepción de tejas con morteros ricos en cemento.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpan los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales.

- Sistema de formación de pendientes:

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Además, según el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él. El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

En caso de realizar la pendiente con tabiques palomeros, el tablero de cerramiento superior de la cámara de aireación deberá asegurarse ante el riesgo de deslizamiento, en especial con pendientes pronunciadas; a la vez deberá quedar independiente de los elementos sobresalientes de la cubierta y con las juntas de dilatación necesarias a fin de evitar tensiones de contracción-dilatación, tanto por retracción como por oscilaciones de la temperatura. Para el sistema de formación de la pendiente y constitución de la cámara de aireación se contemplan dos sistemas distintos:

A base de tabiques palomeros rematados con tablero de piezas aligeradas (de arcilla cocida o de hormigón) acabadas con capa de regularización u hormigón.

Utilización de paneles o placas prefabricados no permeables al agua, fijados mecánicamente, bien sobre correas apoyadas en cîtaras de ladrillo, en vigas metálicas o de hormigón; o bien sobre entramado de madera o estructura metálica ligera. Las placas prefabricadas, onduladas o grecadas, que se utilicen para el cerramiento de la cámara de aireación, irán fijadas

mecánicamente a las correas con tornillos autorroscantes y solapadas entre sí, de manera tal que se permita el deslizamiento necesario para evitar las tensiones de origen térmico.

La capa de regularización del tablero, para fijación mecánica de las tejas, tendrá un acabado fratasado, plano y sin resaltos que dificulten la disposición correcta de los rastreles o listones. Para el recibido de las tejas con mortero, la capa de regularización del tablero tendrá un espesor de 2 cm e idénticas condiciones que la anterior.

Cuando el soporte del tejado esté constituido por placas onduladas o nervadas, se tendrá en cuenta lo siguiente. El solape frontal entre placas será de 15 cm y el solape lateral vendrá dado por la forma de la placa y será al menos de una onda. Los rastreles metálicos para el cuelgue de las tejas planas o mixtas se fijarán a la distancia adecuada que asegure el encaje perfecto, o en su caso el solape necesario de las tejas. Para tejas curvas o mixtas recibidas con mortero, la dimensión y modulación de la onda o greca de las placas será la más adecuada a la disposición canal-cobija de las tejas que hayan de utilizarse. Cuando las placas y tejas correspondan a un mismo sistema se seguirán las instrucciones del fabricante.

– Aislante térmico/Absorbente acústico:

Deberá colocarse de forma continua y estable.

- Cubierta de teja sobre forjado horizontal:

Podrán utilizarse mantas o paneles semirrígidos dispuestos sobre el forjado entre los apoyos de la cámara ventilada.

- Cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada:

En el caso de emplear rastreles, el espesor del aislante coincidirá con el de estos. Cuando se utilicen paneles rígidos o paneles semirrígidos para el aislamiento térmico, estarán dispuestos entre rastreles de madera o metálicos y adheridos al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II u otros compatibles. Si los paneles rígidos son de superficie acanalada, estarán dispuestos con los canales paralelos a la dirección del alero y fijados mecánicamente al soporte resistente.

- Cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada:

En el caso de emplear rastreles, se colocarán en el sentido de la pendiente albergando el material aislante, conformando la capa de aireación. La altura de los rastreles estará condicionada por los espesores del aislante térmico y de la capa de aireación. La distancia entre rastreles estará en función del ancho de los paneles, siempre que el mismo no exceda de 60 cm; en caso contrario, los paneles se cortarán a la medida apropiada para su máximo aprovechamiento. La altura mínima de la cámara de aireación será de 3 cm y siempre quedará comunicada con el exterior.

– Capa de impermeabilización:

No se utilizará la capa de impermeabilización de manera sistemática o indiscriminada. Excepcionalmente podrá utilizarse en cubiertas con baja pendiente o cuando el solapo de las tejas sea escaso, y en cubiertas especialmente expuestas al efecto combinado de lluvia y viento. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15% deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos, según el apartado 5.1.4.4, deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

Las láminas de impermeabilización se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas. Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes, ni problemas de adherencia para las tejas.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, según el material del que se trate tendremos distintas prescripciones:

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre el 5 y el 15%, deberán utilizarse sistemas adheridos. Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deberán utilizarse sistemas no adheridos.

- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: cuando la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

- Impermeabilización con poliolefinas: deberán utilizarse láminas de alta flexibilidad.

- Impermeabilización con un sistema de placas: cuando se utilice un sistema de placas como impermeabilización, el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

– Cámara de aire:

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

La altura mínima de la cámara de aireación será de 3 cm y quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbrera.

En cubierta de teja ventilada sobre forjado inclinado, la cámara de aireación se podrá conseguir con los rastreles únicamente o añadiendo a éstos un entablado de aglomerado fenólico o una chapa ondulada.

En cubierta de teja sobre forjado horizontal, la cámara debe permitir la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de manera que se garantice la ventilación cruzada. A tal efecto las salidas de aire se situarán por encima de las entradas a la máxima distancia que permita la inclinación de la cubierta; unas y otras, se dispondrán enfrentadas; preferentemente con aberturas en continuo. Las aberturas irán protegidas para evitar el acceso de insectos, aves y roedores. Cuando se trate de limitar el efecto de las condensaciones ante condiciones climáticas adversas, al margen del aislante que se sitúe sobre el forjado horizontal, la capa bajo teja aportará el aislante térmico necesario.

– Tejado:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

No se admite para uso de vivienda, la colocación a teja vana u otro sistema en que la estabilidad del tejado se fíe exclusivamente al propio peso de la teja.

En caso de tejas curvas, mixtas y planas recibidas con mortero, el recibido deberá realizarse de forma continua para evitar la rotura de piezas en los trabajos de mantenimiento o acceso a instalaciones. En el caso de piezas cobija, éstas se recibirán siempre en aleros, cumbreras y bordes laterales de faldón y demás puntos singulares. Con pendientes de cubierta mayores del 70% y zonas de máxima intensidad de viento, se fijarán la totalidad de las tejas. Cuando las condiciones lo permitan y si no se fijan la totalidad de las tejas, se alternarán fila e hilera. El solapo de las tejas o su encaje, a efectos de la estanquidad al agua, así como su sistema de adherencia o fijación, será el indicado por el fabricante. Las piezas canales se colocarán todas con torta de mortero o adhesivo sobre el soporte. Las piezas cobijas se recibirán en el porcentaje necesario para garantizar la estabilidad del tejado frente al efecto de deslizamiento y a las acciones del viento. Las cobijas dejarán una separación libre de paso de agua comprendido entre 3 y 5 cm.

En caso de tejas recibidas con mortero sobre paneles de poliestireno extruido acanalados, la pendiente no excederá del 49%; existirá la necesaria correspondencia morfológica y las tejas queden perfectamente encajadas sobre las placas. Se recibirán todas las tejas de aleros, cumbreras, bordes laterales de faldón, limahoyas y limatesas y demás puntos singulares. El mortero será bastardo de cal, cola u otros másticos adhesivos compatibles con el aislante y las tejas, según especificaciones del fabricante del sistema.

En caso de tejas curvas y mixtas recibidas sobre chapas onduladas en sus distintos formatos, el acoplamiento entre la teja y el soporte ondulado resulta imprescindible para la estabilidad del tejado, por lo que se estará a las especificaciones del fabricante del sistema sobre la idoneidad de cada chapa al subtipo de teja seleccionado. La adherencia de la teja al soporte se consiga con una pella de mortero mixto aplicada a la cresta de la onda en el caso de chapa ondulada con teja curva, o a la parte plana de la placa mixta con teja curva o mixta. Como adhesivo también puede aplicarse adhesivo cementoso.

Cuando la fijación sea sobre chapas onduladas mediante rastreles metálicos, éstos serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 0'60 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las fijaciones de las tejas a los rastreles metálicos se harán con tornillos rosca chapa y se realizarán del mismo modo que en el caso de rastreles de madera. Todo ello se realizará según especificaciones del fabricante del sistema.

En caso de tejas planas y mixtas fijadas mediante listones y rastreles de madera o entablados, los rastreles y listones de madera serán de la escuadría que se determine para cada caso, y se fijarán al soporte con la frecuencia necesaria tanto para asegurar su estabilidad como para evitar su alabeo. Podrán ser de madera de pino, estabilizadas sus tensiones para evitar alabeos, seca, y tratada contra el ataque de hongos e insectos. Los tramos de rastreles o listones se dispondrán con juntas de 1 cm, fijando ambos extremos a un lado y otro de la junta. Los rastreles se interrumpirán en las juntas de dilatación del edificio y de la cubierta. Cuando el tipo de soporte lo permita, los listones se fijarán con clavos de acero templado y los rastreles, previamente perforados, se fijarán con tirafondos. En caso de existir una capa de regularización de tableros, sobre las que hayan de fijarse listones o rastreles, tendrá un espesor mayor o igual que 3 cm. Los clavos penetrarán 2,5 cm en rastreles de al menos 5 cm. Los listones y rastreles de madera o entablados se fijarán al soporte tanto para asegurar su estabilidad como para evitar su alabeo. La distancia entre listones o rastreles de madera será tal que coincidan los encajes de las tejas o, en caso de no disponer estas de encaje, tal que el solapo garantice la estabilidad y estanquidad de la cubierta. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o acero zincado. La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se evitará la utilización de acero sin tratamiento anticorrosión.

Cuando la naturaleza del soporte no permita la fijación mecánica de los rastreles de madera, en las caras laterales, los rastreles llevarán puntas de 3 cm clavadas cada 20 cm, de forma que penetren en el rastrel 1,5 cm. A ambos lados del rastrel y a todo lo largo del mismo se extenderá mortero de cemento, de manera que las puntas clavadas en sus cantos queden recubiertas totalmente, rellenando también la holguras entre rastrel y soporte.

Disposición de los listones, rastreles y entablados:

Enlistonado sencillo sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los listones de madera se dispondrán con su cara mayor apoyada sobre el soporte en el sentido normal al de la máxima pendiente, a la distancia que exija la dimensión de la teja, y fijados mecánicamente al soporte cada 50 cm con clavos de acero templado.

Enlistonado doble sobre soporte continuo de albañilería (capa de compresión de forjados o capa de regularización de albañilería). Los rastreles de madera, que tienen como función la ubicación del aislante térmico, y en su caso, la formación de la capa de aireación, se dispondrán apoyados sobre el soporte, en el sentido de la pendiente y fijados mecánicamente al soporte cada 50 cm con tirafondos. La separación entre listones, dependerá del ancho de los paneles aislantes que hayan de ubicarse entre los mismos (los paneles se cortarán cuando su ancho exija una separación entre listones mayor de 60 cm). Para la determinación de la escuadría de estos rastreles, se tendrá en cuenta el espesor del aislante y, en su caso, el de la capa de aireación; la suma de ambos determinará la altura del rastrel; la otra dimensión será proporcionada y apta para el apoyo y fijación. Una vez colocados los paneles aislantes (fijados por puntos al soporte con adhesivo



compatible), se dispondrán listones paralelos al alero, con su cara mayor apoyada sobre los rastreles anteriores, a la distancia que exija la dimensión de la teja y fijados en cada cruce.

Entablado sobre rastreles. Entablado a base de tableros de aglomerado fenólico, de espesor mínimo 2 cm, fijados sobre los rastreles, como protección del aislante o, en su caso, cierre de la cámara de aireación. Los rastreles contarán con un canto capaz para albergar la capa de aislante y en su caso la de aireación, pero su ancho no será inferior a 7 cm, a fin de que los paneles de aglomerado fenólico apoyen al menos 3 cm con junta de 1 cm. Se dispondrán en el sentido de la máxima pendiente y a una distancia entre ejes tal que se acomode a la modulación de los tableros y de los paneles aislantes con el máximo aprovechamiento; la distancia entre ejes no deberá exceder de 68 cm para tableros de espesor

2 cm. Para las tejas planas o mixtas provistas de encaje vertical y lateral, los listones o rastreles se situarán a la distancia precisa que exija la dimensión de la teja, a fin de que los encajes coincidan debidamente. Los empalmes entre rastreles estarán separados 1 cm. Sobre los listones o rastreles las tejas pueden colocarse: simplemente apoyadas mediante los tetones de que las tejas planas están dotadas, adheridas por puntos o fijadas mecánicamente. Para este último supuesto las tejas presentarán las necesarias perforaciones. Los clavos y tornillos para la fijación de la teja a los rastreles o listones de madera serán preferentemente de cobre o de acero inoxidable, y los enganches y corchetes de acero inoxidable o de acero zincado (electrolítico). La utilización de fijaciones de acero galvanizado, se reserva para aplicaciones con escaso riesgo de corrosión. Se evitará la utilización de acero sin tratamiento anticorrosivo.

– Sistema de evacuación de aguas:

- Canalones:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior. Para la construcción de canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:

- a. Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.
- b. Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.
- c. Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo, la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo y el ala inferior del canalón debe ir por encima de las piezas del tejado.



Cada bajante servirá a un máximo de 20 m de canalón.

- Canaletas de recogida:

Según el CTE DB HS 1, apartado 3.2, el diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos debe ser 110 mm como mínimo. Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del grado de impermeabilidad exigido al muro deben ser los que se indican en la tabla 3.3.

- Puntos singulares, según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4:

- Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.

- Alero: las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero. Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

- Borde lateral: en el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

- Limahoyas: deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm como mínimo.

- Cumbreras y limatesas: deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse. Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

- Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

- Lucernarios (ver subsección Lucernarios): deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ. En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

- Anclaje de elementos: los anclajes no deben disponerse en las limahoyas. Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

- Juntas de dilatación: en el caso de faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la oportunidad de formar juntas de cubierta, en función del subtipo de tejado y de las condiciones climáticas del lugar.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

Los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

Motivos para la no aceptación:

– Chapa conformada:

Sentido de colocación de las chapas contrario al especificado.

Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbrera con errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud.

Vuelo del alero distinto al especificado con errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado con errores superiores a 2 mm.

– Pizarra:

Clavado de las piezas deficiente.

Paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 10$  mm/m comprobada con regla de 1 m y/o  $\pm 50$  mm/total.

Planeidad de la capa de yeso con errores superiores a  $\pm 3$  mm medida con regla de 1 m.

Colocación de las pizarras con solapes laterales inferiores a 10 cm; falta de paralelismo de hiladas respecto a la línea de alero con errores superiores a 10 mm/m o mayores que 50 mm/total.

– Teja:

Paso de agua entre cobijas mayor de 5 cm o menor de 3 cm.

Paralelismo entre dos hiladas consecutivas con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento).

Paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a  $\pm 100$  mm.

Alineación entre dos tejas consecutivas con errores superiores a  $\pm 10$  mm.

Alineación de la hilada con errores superiores a  $\pm 20$  mm (teja de arcilla cocida) o  $\pm 10$  mm (teja de mortero de cemento).

Solape con presente errores superiores a  $\pm 5$  mm.

• Condiciones de terminación

Para dar una mayor homogeneidad a la cubierta en todos los elementos singulares (caballetes, limatesas y limahoyas, aleros, remates laterales, encuentros con muros u otros elementos sobresalientes, ventilación, etc.), se utilizarán preferentemente piezas especialmente concebidas y fabricadas para este fin, o bien se detallarán soluciones constructivas de solapo y goterón, en el proyecto, evitando uniones rígidas o el empleo de productos elásticos sin garantía de la necesaria durabilidad.

**Control de ejecución, ensayos y pruebas**

• Control de ejecución

Puntos de observación:

– Formación de faldones:

Pendientes.

Forjados inclinados: controlar como estructura.

Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.

Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques. Tableros, independizados de los tabiquillos. Ventilación de las cámaras.

– Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.

– Limas, canalones y puntos singulares:

Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto.

Juntas para dilatación.

Comprobación en encuentros entre faldones y paramentos.

– Canalones:

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

– Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana.

– Base de la cobertura:

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas.

Comprobación de la planeidad con regla de 2 m.

– Piezas de cobertura:

Pendiente mínima, según el CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de tejado, cuando no haya capa de impermeabilización.

Tejas curvas:

Replanteo previo de líneas de máxima y mínima pendiente. Paso entre cobijas. Recibido de las tejas. Cumbre y limatesas: disposición y macizado de las tejas, solapes de 10 cm. Alero: vuelo, recalce y macizado de las tejas.

Otras tejas:

Replanteo previo de las pendientes. Fijación según instrucciones del fabricante para el tipo y modelo. Cumbres, limatesas y remates laterales: piezas especiales.

#### • Ensayos y pruebas

La prueba de servicio consistirá en un riego continuo de la cubierta. En determinados casos, el riego se hará sobre los elementos singulares de la unidad de inspección y sobre aquellos otros de mayor riesgo, a juicio de la dirección facultativa de la obra.

Las superficies de la unidad de inspección y/o los puntos singulares se probarán mediante riego continuo. Se emplearán para ello los dispositivos idóneos de riego, con los que se rociará homogénea e ininterrumpidamente la cubierta con agua durante el tiempo que deba durar la prueba, y no menos de 8 horas. La intensidad de riego mínima será 0,25 l/m<sup>2</sup>min. El riego debe actuar directa y simultáneamente sobre todas las superficies de la unidad de inspección objeto de la prueba.

#### • Conservación y mantenimiento

Si una vez realizados los trabajos se dan condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve o velocidad del viento superior a 50 km/h), se revisarán y asegurarán las partes realizadas.

No se recibirán sobre la cobertura elementos que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### • Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, se realizarán por laboratorios conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo.

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan

establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

## **2.4.2. LUCERNARIOS**

### **2.4.2.1. CLARABOYAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Elemento prefabricado de cerramiento de huecos, para la iluminación de locales, con posibilidad de ventilación regulable, en cubiertas de pendiente no superior al 5%.

La inclinación del lucernario será menor de 60° respecto a la horizontal.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Unidad de claraboya colocada con cúpula sobre zócalo. Completamente colocada según proyecto, incluso parte proporcional de mermas y solapes, enfoscado, maestreado y fratasado por ambas caras para zócalos de fábrica, elementos especiales, protección durante las obras y limpieza final.

#### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

– Cúpula: de material sintético termoestable: policarbonato, metacrilato, polimetacrilato, etc. El material de la cúpula debe ser impermeable e inalterable a los agentes atmosféricos.

– Sistemas de cubierta traslúcida autoportante, excepto los de cristal (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 5.1).

– Accesorios prefabricados para cubiertas: luces individuales para cubiertas de plástico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 5.3.3).

– Zócalo: podrá ser prefabricado con material y características iguales a la cúpula, o de fábrica realizados con ladrillo hueco y mortero de cemento de dosificación 1:6. Enfoscado, maestreado y fratasado por ambas caras de zócalo. La superficie interior del zócalo será lisa, clara y brillante para facilitar la reflexión de la luz.

– Sistema de fijación: será estanco a la lluvia.

– Lámina impermeabilizante (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.1): será de superficie autoprotegida.

Según el CTE DB HE 1, apartado 4, los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

La parte semitransparente del hueco, por la transmitancia térmica y el factor solar.

Los marcos de los huecos, por la transmitancia térmica y la absortividad.

#### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

Para poder colocar la claraboya, la cubierta estará en la fase de impermeabilización. El forjado garantizará la estabilidad, con flecha mínima.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No existirá ninguna incompatibilidad entre el impermeabilizante de la cubierta y el impermeabilizante de la claraboya. La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina impermeabilizante de la cubierta.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Se comprobará la situación y dimensiones (holguras necesarias) del elemento claraboya. Se comprobará que no coinciden con elementos estructurales ni con juntas de dilatación.

Según CTE DB HR la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los lucernarios debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas.

– Cúpula:

Cuando vaya sobre zócalo de fábrica irá fijada a los tacos dispuestos en el zócalo interponiendo arandelas de goma. En el caso de claraboyas con zócalo prefabricado, se fijará a la cubierta con clavos separados 30 cm. En caso de cúpulas practicables, se utilizará cerco rígido solidario a la cúpula con burlete de goma para cierre hermético con el zócalo. Cuando puedan producirse efectos de succión sobre la cubierta superiores a 50 kg/m<sup>2</sup> se solicitará un estudio especial de la fijación de la claraboya. Cuando sean previsibles temperaturas ambiente superiores a 40 °C, se emplearán exclusivamente claraboyas con zócalo prefabricado.

– Zócalo de fábrica:

Ambas caras del zócalo deberán ir enfoscadas maestreadas y fratasadas de 1 cm de espesor.

– Impermeabilización:

Se colocará bordeando el zócalo hasta la cara interior y solapará 30 cm sobre la impermeabilización de la cubierta. La lámina cubrirá los clavos de fijación (en el caso de zócalo prefabricado). Las láminas de impermeabilización se colocarán ya solapadas. Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.7, deberán impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario, mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

No se aceptará el replanteo de huecos y la altura del zócalo con una variación superior a 2 cm.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación:

Replanteo de huecos y altura del zócalo.

Ejecución del zócalo y la impermeabilización.

Ejecución de la cúpula.

- Conservación y mantenimiento

No se pisará por encima de las claraboyas ni se apoyarán elementos sobre ellas.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

La prueba de servicio de cubierta inundable o no inundable se realizará con el lucernario acabado (ver ensayos y pruebas del apartado Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra del capítulo de cubiertas correspondiente).

## **2.4.2.2. HORMIGÓN TRANSLÚCIDO**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Un lucernario es cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° respecto a la horizontal.

Los lucernarios de hormigón translúcido están formados por una o varias placas distribuidas de manera uniforme en la cubierta del local, capaces de soportar sobrecargas no superiores a 600 kg/m<sup>2</sup>.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de solera de moldeados pisables de vidrio prensado. Completamente terminada según proyecto, incluso parte proporcional de mermas y solapes, encofrado y desencofrado, parte proporcional de elementos de dilatación y sellado de juntas, protección durante las obras y limpieza final.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

– Baldosa de vidrio: moldeado de vidrio. Las características que deben cumplir las baldosas de vidrio son: módulo de elasticidad de 0,073 N/mm<sup>2</sup>, una transmitancia luminosa del 90%, de espesor mínimo de las paredes de 10 mm. Presentará dibujo antideslizante en su cara pisable y cavidad en la opuesta, la superficie lateral deberá asegurar su adherencia al hormigón.

– Nervios de hormigón armado con armadura de acero (ver Parte II, Relación de productos con

– marcado CE, 1.2.4, 19.1). El hormigón deberá tener una resistencia característica mayor o igual a 25 N/mm<sup>2</sup>.

– Junta entre placas: plancha de plomo de 2,50 mm de espesor, mástico de aplicación en caliente con base de alquitrán y fibra de vidrio y sellado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9). La junta entre placas deberá ser imputrescible e impermeable.



– Lámina separadora: lámina bituminosa (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.1.1).

Según el CTE DB HE 1, apartado 4, los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

La parte semitransparente del hueco, por la transmitancia térmica y el factor solar.

Los marcos de los huecos, por la transmitancia térmica y la absorptividad.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

El resto de la estructura garantizará la estabilidad, con flecha mínima.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No existirá ninguna incompatibilidad entre el material empleado entre las juntas de placa el vidrio y el mástico de relleno. La junta entre placas debe ser compatible con el vidrio y con el mástico de relleno.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas.

Las baldosas y el hormigón armado formarán entre sí una retícula ortogonal.

Baldosas de hormigón translúcido:

Se distribuirán de manera homogénea en la cubierta del local a iluminar, evitando la coincidencia con las juntas del edificio. Cada placa de hormigón translúcido estará sustentada, al menos en dos de sus lados opuestos, en elementos estructurales capaces de resistir del peso propio de la placa y las sobrecargas previsibles sobre la misma. La entrega mínima de las placas será de 8 cm en el apoyo y la separación entre los modelados de 5 cm. Se garantizará una flecha no superior al 1/400 de la luz en las dos direcciones.

– Hormigón armado:

El hormigón se extenderá entre los moldeados, se colocarán las armaduras, vertiéndose después hormigón hasta enrasar con la cara superior de las baldosas. Se compactará mediante picado.

– Junta entre placas:

La plancha de plomo se colocará en el momento del hormigonado de las placas. Los solapes entre planchas serán de 10 mm.

– Lámina separadora:

Garantizará la independencia de la placa a los esfuerzos originados por las deformaciones del resto de la obra.

– Impermeabilización:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.7, deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ. En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

No se permitirá en ningún caso la ejecución de perforaciones para el paso de instalaciones o cualquier otra finalidad.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

No se aceptará si el ancho de los nervios, incluso los bordes, tiene una variación superior a  $\pm 0,5$  cm.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación:

Ancho de los nervios, incluso los bordes.

Lámina bituminosa.

Tipo de acero, diámetro, longitud, colocación y recubrimiento de las armaduras.

Mástico.

Sellado.

- Ensayos y pruebas

Según el CTE DB HE 1, apartado 5.2.3, se comprobará que la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos de los lucernarios, se realiza de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire especificada según la zonificación climática que corresponda.

- Conservación y mantenimiento

No se permitirá en ningún caso la ejecución de perforaciones para el paso de instalaciones o cualquier otra finalidad.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

La prueba de servicio de cubierta inundable o no inundable se realizará con el lucernario acabado (ver ensayos y pruebas del apartado **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra** del capítulo de cubiertas correspondiente).

## **2.4.3. CUBIERTAS PLANAS**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Dentro de las cubiertas planas podemos encontrar los tipos siguientes:

- Cubierta transitable no ventilada, convencional o invertida según la disposición de sus componentes. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 15%, según el uso al que esté destinada, tránsito peatonal o tránsito de vehículos.
- Cubierta ajardinada, cuya protección pesada está formada por una capa de tierra de plantación y la propia vegetación, siendo no ventilada.

- Cubierta no transitable no ventilada, convencional o invertida, según la disposición de sus componentes, con protección de grava o de lámina autoprottegida. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 5%.

- Cubierta transitable, ventilada y con solado fijo. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 3%, recomendándose el 3% en cubiertas destinadas al tránsito peatonal.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Metro cuadrado de cubierta, totalmente terminada, medida en proyección horizontal, incluyendo sistema de formación de pendientes, barrera contra el vapor, aislante térmico, capas separadoras, capas de impermeabilización, capa de protección y puntos singulares (evacuación de aguas, juntas de dilatación), incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y limpieza final. En cubierta ajardinada también se incluye capa drenante, producto antirraíces, tierra de plantación y vegetación; no incluye sistema de riego.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

– Sistema de formación de pendientes:

Podrá realizarse con hormigones aligerados u hormigones de áridos ligeros con capa de regularización de espesor comprendido entre 2 y 3 cm. de mortero de cemento, con acabado fratasado; con arcilla expandida estabilizada superficialmente con lechada de cemento; con mortero de cemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

En cubierta transitable ventilada el sistema de formación de pendientes podrá realizarse a partir de tabiques constituidos por piezas prefabricadas o ladrillos (tabiques palomeros), superpuestos de placas de arcilla cocida machihembradas o de ladrillos huecos.

Debe tener una cohesión y estabilidad suficientes, y una constitución adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

La superficie será lisa, uniforme y sin irregularidades que puedan punzonar la lámina impermeabilizante.

Se comprobará la dosificación y densidad.

– Barrera contra el vapor, en su caso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.1.7, 4.1.8):

Pueden establecerse dos tipos:

- Las de bajas prestaciones: film de polietileno.

- Las de altas prestaciones: lámina de oxiasfalto o de betún modificado con armadura de aluminio, lámina de PVC, lámina de EPDM. También pueden emplearse otras recomendadas por el fabricante de la lámina impermeable.

El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

– Aislante térmico/Absorbente acústico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3):

Puede ser de lanas minerales como fibra de vidrio y lana de roca, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, perlita de celulosa, corcho aglomerado, etc. El aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a solicitaciones mecánicas. Las principales condiciones que se le exigen son: estabilidad dimensional, resistencia al aplastamiento, imputrescibilidad, baja higroscopicidad.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Su espesor se determinará según las exigencias del CTE DB HE 1.

Según el CTE DB HR, los productos de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa•s/m<sup>2</sup>. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto.

– Capa de impermeabilización (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4):

La impermeabilización puede ser de material bituminoso y bituminosos modificados; de poli (cloruro de vinilo) plastificado; de etileno propileno dieno monómero, etc.

Deberá soportar temperaturas extremas, no será alterable por la acción de microorganismos y prestará la resistencia al punzonamiento exigible.

– Capa separadora:

Deberán utilizarse cuando existan incompatibilidades entre el aislamiento y las láminas impermeabilizantes o alteraciones de los primeros al instalar los segundos. Podrán ser fieltros de fibra de vidrio o de poliéster, o films de polietileno.

Capa separadora antiadherente: puede ser de fieltro de fibra de vidrio, o de fieltro orgánico saturado. Cuando exista riesgo de especial punzonamiento estático o dinámico, ésta deberá ser también antipunzonante. Cuando tenga función antiadherente y antipunzante podrá ser de geotextil de poliéster, de geotextil de polipropileno, etc.

Cuando se pretendan las dos funciones (desolidarización y resistencia a punzonamiento) se utilizarán fieltros antipunzonantes no permeables, o bien dos capas superpuestas, la superior de desolidarización y la inferior antipunzonante (fieltro de poliéster o polipropileno tratado con impregnación impermeable).

– Capa de protección (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8):

- Cubiertas ajardinadas:

Producto antirraíces: constituidos por alquitrán de hulla, derivados del alquitrán como breas o productos químicos con efectos repelentes de las raíces.

Capa drenante: grava y arena de río. La grava estará exenta de sustancias extrañas y arena de río con granulometría continua, seca y limpia y tamaño máximo del grano 5 mm.

Tierra de plantación: mezcla formada por partes iguales en volumen de tierra franca de jardín, mantillo, arena de río, brezo y turba pudiendo adicionarse para reducir peso hasta un 10% de aligerantes como poliestireno expandido en bolas o vermiculita.

- Cubiertas con protección de grava:

La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero. Se podrán utilizar gravas procedentes de machaqueo. La capa de grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas, y su tamaño, comprendido entre 16 y 32 mm. En pasillos y zonas de trabajo, se colocarán losas mixtas prefabricadas compuestas por una capa superficial de mortero, terrazo, árido lavado u otros, con trasdosado de poliestireno extrusionado.

- Cubiertas sin capa de protección: la lámina impermeable será autoprottegida.

- Cubiertas con solado fijo:

Baldosas recibidas con mortero, capa de mortero, piedra natural recibida con mortero, hormigón, adoquín sobre lecho de arena, mortero filtrante, aglomerado asfáltico u otros materiales de características análogas.

- Cubiertas con solado flotante:

Piezas apoyadas sobre soportes, baldosas sueltas con aislante térmico incorporado u otros materiales de características análogas. Puede realizarse con baldosas autoportantes sobre soportes telescópicos concebidos y fabricados expresamente para este fin. Los soportes dispondrán de una plataforma de apoyo que reparta la carga y sobrecarga sobre la lámina impermeable sin riesgo de punzonamiento.

- Cubiertas con capa de rodadura:

Aglomerado asfáltico, capa de hormigón, adoquinado u otros materiales de características análogas. El material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas.

– Sistema de evacuación de aguas: canalones, sumideros, bajantes, rebosaderos, etc.

El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior. Deben estar provistos de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante.

– Otros elementos: morteros, ladrillos, piezas especiales de remate, etc.

Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas.

El forjado garantizará la estabilidad con flecha mínima, compatibilidad física con los movimientos del sistema y química con los componentes de la cubierta.

Los paramentos verticales estarán terminados.

Ambos soportes serán uniformes, estarán limpios y no tendrán cuerpos extraños.

#### • Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

– Barrera contra el vapor:

El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

– Incompatibilidades de las capas de impermeabilización:

Se evitará el contacto de las láminas impermeabilizantes bituminosas, de plástico o de caucho, con petróleos, aceites, grasas, disolventes en general y especialmente con sus disolventes específicos.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

No se utilizarán en la misma lámina materiales a base de betunes asfálticos y másticos de alquitrán modificado.

No se utilizará en la misma lámina oxiasfalto con láminas de betún plastómero (APP) que no sean específicamente compatibles con ellas.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y betunes asfálticos, salvo que el PVC esté especialmente formulado para ser compatible con el asfalto.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliestireno o las espumas rígidas de poliuretano.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, el sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice.

– Capa separadora:

Para la función de desolidarización se utilizarán productos no permeables a la lechada de morteros y hormigones.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, las cubiertas deben disponer de capa separadora en las siguientes situaciones: bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles; bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

– En general:

Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas. Con temperaturas inferiores a 5 °C se comprobará si pueden llevarse a cabo los trabajos de acuerdo con el material a aplicar. Se protegerán los materiales de cubierta en la interrupción en los trabajos. Las bajantes se protegerán con paragravillas para impedir su obstrucción durante la ejecución del sistema de pendientes.

– Sistema de formación de pendientes:

La pendiente de la cubierta se ajustará a la establecida en proyecto (CTE DB HS 1, apartado 2.4.2).

En el caso de cubiertas con pavimento flotante, la inclinación de la formación de pendientes quedará condicionada a la capacidad de regulación de los apoyos de las baldosas (resistencia y estabilidad); se rebajará alrededor de los sumideros.

El espesor de la capa de formación de pendientes estará comprendido entre 30 cm y 2 cm; en caso de exceder el máximo, se recurrirá a una capa de difusión de vapor y a chimeneas de ventilación. Este espesor se rebajará alrededor de los sumideros.

En el caso de cubiertas transitables ventiladas el espesor del sistema de formación de pendientes será como mínimo de 2 cm. La cámara de aire permitirá la difusión del vapor de agua a través de las aberturas al exterior, dispuestas de forma que se garantice la ventilación cruzada. Para ello se situarán las salidas de aire 30 cm por encima de las entradas, disponiéndose unas y otras enfrentadas.

El sistema de formación de pendientes quedará interrumpido por las juntas estructurales del edificio y por las juntas de dilatación.

– Barrera contra el vapor:

En caso de que se contemple en proyecto, la barrera de vapor se colocará inmediatamente encima del sistema de formación de pendientes, ascenderá por los laterales y se adherirá mediante soldadura a la lámina impermeabilizante.

Cuando se empleen láminas de bajas prestaciones, no será necesaria soldadura de solapos entre piezas ni con la lámina impermeable. Si se emplean láminas de altas prestaciones, será necesaria soldadura entre piezas y con la lámina impermeable.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, la barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.



Se aplicará en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

– Capa separadora:

Deberá intercalarse una capa separadora para evitar el riesgo de punzonamiento de la lámina impermeable.

En cubiertas invertidas, cuando se emplee fieltro de fibra de vidrio o de poliéster, se dispondrán piezas simplemente solapadas sobre la lámina impermeabilizante.

Cuando se emplee fieltro de poliéster o polipropileno para la función antiadherente y antipunzonante, este irá tratado con impregnación impermeable.

En el caso en que se emplee la capa separadora para aireación, ésta quedará abierta al exterior en el perímetro de la cubierta, de tal manera que se asegure la ventilación cruzada (con aberturas en el peto o por interrupción del propio pavimento fijo y de la capa de aireación).

– Aislante térmico/Absorbente acústico:

Se colocará de forma continua y estable, según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.3.

– Capa de impermeabilización:

Antes de recibir la capa de impermeabilización, el soporte cumplirá las siguientes condiciones: estabilidad dimensional, compatibilidad con los elementos que se van a colocar sobre él, superficie lisa y de formas suaves, pendiente adecuada y humedad limitada (seco en superficie y masa). Los paramentos a los que ha de entregarse la impermeabilización deben prepararse con enfoscado maestreado y fratasado para asegurar la adherencia y estanquidad de la junta.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, las láminas se colocarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

Se interrumpirá la ejecución de la capa de impermeabilización en cubiertas mojadas o con viento fuerte.

La impermeabilización se colocará en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Las distintas capas de impermeabilización se colocarán en la misma dirección y a cubrejuntas. Los solapos quedarán a favor de la corriente de agua y no quedarán alineados con los de las hileras contiguas.

Cuando la impermeabilización sea de material bituminoso o bituminoso modificado y la pendiente sea mayor de 15%, se utilizarán sistemas fijados mecánicamente. Si la pendiente está comprendida entre el 5 y el 15%, se usarán sistemas adheridos.

Si se quiere independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte, se usarán sistemas no adheridos. Cuando se utilicen sistemas no adheridos se empleará una capa de protección pesada.

Cuando la impermeabilización sea con poli (cloruro de vinilo) plastificado, si la cubierta no tiene protección, se usarán sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Se reforzará la impermeabilización siempre que se rompa la continuidad del recubrimiento. Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas.

La capa de impermeabilización quedará desolidarizada del soporte y de la capa de protección, sólo en el perímetro y en los puntos singulares.

La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina impermeabilizante.

– Capa de protección:

- Cubiertas ajardinadas:

Producto antirraíces: se colocará llegando hasta la parte superior de la capa de tierra.

Capa drenante: la grava tendrá un espesor mínimo de 5 cm, servirá como primera base de la capa filtrante; ésta será a base de arena de río, tendrá un espesor mínimo de 3 cm y se extenderá uniformemente sobre la capa de grava. Las instalaciones que deban discurrir por la azotea (líneas fijas de suministro de agua para riego, etc.) deberán tenderse preferentemente por las zonas

perimetrales, evitando su paso por los faldones. En los riegos por aspersión las conducciones hasta los rociadores se tenderán por la capa drenante.

Tierra de plantación: la profundidad de tierra vegetal estará comprendida entre 20 y 50 cm. Las especies vegetales que precisen mayor profundidad se situarán en zonas de superficie aproximadamente igual a la ocupada por la proyección de su copa y próximas a los ejes de los soportes de la estructura. Se elegirán preferentemente especies de crecimiento lento y con portes que no excedan los 6 m. Los caminos peatonales dispuestos en las superficies ajardinadas pueden realizarse con arena en una profundidad igual a la de la tierra vegetal separándola de ésta por elementos como muretes de piedra ladrillo o lajas de pizarra.

- Cubiertas con protección de grava:

La capa de grava será en cualquier punto de la cubierta de un espesor tal que garantice la protección permanente del sistema de impermeabilización frente a la insolación y demás agentes climáticos y ambientales. Los espesores no podrán ser menores de 5 cm y estarán en función del tipo de cubierta y la altura del edificio, teniendo en cuenta que las esquinas irán más lastradas que las zonas de borde y éstas más que la zona central. Cuando la lámina vaya fijada en su perímetro y en sus zonas centrales de ventilaciones, antepechos, rincones, etc., se podrá admitir que el lastrado perimetral sea igual que el central. En cuanto a las condiciones como lastre, peso de la grava y en consecuencia su espesor, estarán en función de la forma de la cubierta y de las instalaciones en ella ubicadas. Se dispondrán pasillos y zonas de trabajo que permitan el tránsito sin alteraciones del sistema.

- Cubiertas con solado fijo:

Se establecerán las juntas de dilatación necesarias para prevenir las tensiones de origen térmico. Según el

CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán disponerse coincidiendo con las juntas de la cubierta; en el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes; en cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas, y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.

Las piezas irán colocadas sobre solera de 2,5 cm, como mínimo, extendida sobre la capa separadora. Para la realización de las juntas entre piezas se empleará material de agarre, evitando la colocación a hueso.

- Cubiertas con solado flotante:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.5.3, las piezas apoyadas sobre soportes en solado flotante deberán disponerse horizontalmente. Las piezas o baldosas deberán colocarse con junta abierta.

Las baldosas permitirán, mediante una estructura porosa o por las juntas abiertas, el flujo de agua de lluvia hacia el plano inclinado de escorrentía, de manera que no se produzcan encharcamientos. Entre el zócalo de protección de la lámina en los petos perimetrales u otros paramentos verticales, y las baldosas se dejará un hueco de al menos 15 mm.

- Cubiertas con capa de rodadura:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.5.4, cuando el aglomerado asfáltico se vierta en caliente directamente sobre la impermeabilización, el espesor mínimo de la capa de aglomerado deberá ser 8 cm. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, deberá interponerse una capa separadora para evitar la adherencia de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración.

- Sistema de evacuación de aguas:

Los sumideros se situarán preferentemente centrados entre las vertientes o faldones para evitar pendientes excesivas; en todo caso, separados al menos 50 cm de los elementos sobresalientes y 1 m de los rincones o esquinas.

El encuentro entre la lámina impermeabilizante y la bajante se resolverá con pieza especialmente concebida y fabricada para este uso, y compatible con el tipo de impermeabilización de que se trate. Los sumideros estarán dotados de un dispositivo de retención de los sólidos y tendrán elementos que sobresalgan del nivel de la capa de formación de pendientes a fin de aminorar el riesgo de obturación.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.4, el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización deberá rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones. La impermeabilización deberá prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas del sumidero. La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón deberá ser estanca. El borde superior del sumidero deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta. Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, deberá tener sección rectangular. Cuando se disponga un canalón su borde superior deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

Se realizarán pozos de registro para facilitar la limpieza y mantenimiento de los desagües.

- Elementos singulares de la cubierta.

- Accesos y aberturas:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.9, los que estén situados en un paramento vertical deberán realizarse de una de las formas siguientes:

Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel.

Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo.

Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deberán realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho impermeabilizado de una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

- Juntas de dilatación:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas deberán ser romos, con un ángulo de 45° y la anchura de la junta será mayor que 3 cm.

La distancia entre las juntas de cubierta deberá ser como máximo 15 m.

La disposición y el ancho de las juntas estará en función de la zona climática; el ancho será mayor de 15 mm.

La junta se establecerá también alrededor de los elementos sobresalientes.

Las juntas de dilatación del pavimento se sellarán con un mástico plástico no contaminante, habiéndose realizado previamente la limpieza o lijado si fuera preciso de los cantos de las baldosas.

En las juntas deberá colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado deberá quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

- Encuentro de la cubierta con un paramento vertical y puntos singulares emergentes:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2, la impermeabilización deberá prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta. El encuentro debe realizarse redondeándose o achaflanándose. Los elementos pasantes deberán separarse 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Para que el agua de las precipitaciones no se filtre por el remate superior de la impermeabilización debe realizarse de alguna de las formas siguientes:

Mediante roza de 3 x 3 cm como mínimo, en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel.

Mediante un retranqueo con una profundidad mayor que 5 cm, y cuya altura por encima de la protección de la cubierta sea mayor que 20 cm.

Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior.

Cuando se trate de cubiertas transitables, además de lo dicho anteriormente, la lámina quedará protegida de la intemperie en su entrega a los paramentos o puntos singulares, (con banda de terminación autoprottegida), y del tránsito por un zócalo.

- Encuentro de la cubierta con el borde lateral:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.3, deberá realizarse prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento o disponiendo un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm.

- Rebosaderos:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.5, en las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, se dispondrán rebosaderos cuando exista una sola bajante en la cubierta, cuando se prevea que si se obtura una bajante, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes o cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad.

El rebosadero deberá disponerse a una altura intermedia entre el punto mas bajo y el más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical. El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

- Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.6, el anclaje de elementos deberá realizarse de una de las formas siguientes:

Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización.

Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

- Rincones y esquinas:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.8, deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de cubierta.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Puntos de observación:

– Sistema de formación de pendientes: adecuación a proyecto.

Juntas de dilatación, respetan las del edificio.

Juntas de cubierta, distanciadas menos de 15 m.

Preparación del encuentro de la impermeabilización con paramento vertical, según proyecto (roza, retranqueo, etc.), con el mismo tratamiento que el faldón.

Soporte de la capa de impermeabilización y su preparación.

Colocación de cazoletas y preparación de juntas de dilatación.

– Barrera de vapor, en su caso: continuidad.

– Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones del proyecto. Espesor. Continuidad.

– Ventilación de la cámara, en su caso.

– Impermeabilización:

Replanteo, según el número de capas y la forma de colocación de las láminas.

Elementos singulares: solapes y entregas de la lámina impermeabilizante.

– Protección de grava:

Espesor de la capa. Tipo de grava. Exenta de finos. Tamaño, entre 16 y 32 mm.

– Protección de baldosas:

Baldosas recibidas con mortero, comprobación de la humedad del soporte y de la baldosa y dosificación del mortero.

Baldosas cerámicas recibidas con adhesivos, comprobación de que estén secos el soporte y la baldosa e idoneidad del adhesivo.

Anchura de juntas entre baldosas según material de agarre. Cejas. Nivelación. Planeidad con regla de 2 m. Rejuntado. Junta perimetral.

• Ensayos y pruebas

La prueba de servicio para comprobar su estanquidad, consistirá en una inundación de la cubierta hasta alcanzar, al menos, un nivel de dos centímetros por encima de cualquier punto de la superficie de ésta en la unidad de inspección a probar.

Cuando la unidad de inspección a probar no es completamente inundable, pero sí en más de un 80% de su superficie, se utilizará el riego como complemento. También será aplicable cuando la unidad de inspección incluya puntos singulares no sumergidos durante las pruebas efectuadas mediante inundación parcial o completa. El área no sumergida de la cubierta y/o los puntos singulares no sumergidos se probarán mediante riego continuo.

• Conservación y mantenimiento

Una vez acabada la cubierta, no se recibirán sobre ella elementos que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

**Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

• Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo.

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

## **2.5. FACHADAS Y PARTICIONES**

### **2.5.1. FACHADAS DE FÁBRICA**

#### **2.5.1.1. FACHADAS DE PIEZAS DE ARCILLA COCIDA Y DE HORMIGÓN**

**Descripción**

**Descripción**

Cerramiento de ladrillo de arcilla cocida o bloque de arcilla aligerada o de hormigón, tomado con mortero compuesto por cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos, que constituye fachadas compuestas de varias hojas, con/sin cámara de aire, pudiendo ser sin revestir (cara vista) o con revestimiento, de tipo continuo o aplacado.

Remates de alféizares de ventana, antepechos de azoteas, etc., formados por piezas de material pétreo, arcilla cocida, hormigón o metálico, recibidos con mortero u otros sistemas de fijación.

Será de aplicación todo lo que afecte de la subsección Fábrica estructural de acuerdo con su comportamiento mecánico previsible.

**Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de cerramiento de ladrillo de arcilla cocida o bloque de arcilla aligerada o de hormigón, tomado con mortero de cemento y/o cal, de una o varias hojas, con o sin cámara de

aire, con o sin enfoscado de la cara interior de la hoja exterior con mortero de cemento, incluyendo o no aislamiento térmico/absorbente acústico, con o sin revestimiento interior y exterior, con o sin trasdosado interior, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de los ladrillos o bloques y limpieza, incluso ejecución de encuentros y elementos especiales, medida deduciendo huecos superiores a 1 m<sup>2</sup>.

Metro lineal de elemento de remate de alféizar o antepecho colocado, incluso rejuntado o sellado de juntas, eliminación de restos y limpieza.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– En general:

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

– Revestimiento exterior (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos):

Si el aislante se coloca en la parte exterior de la hoja principal de ladrillo, el revestimiento podrá ser de adhesivo cementoso mejorado armado con malla de fibra de vidrio acabado con revestimiento plástico delgado, etc.

Mortero para revoco y enlucido (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.12): según CTE DB SI 2, apartado 1, la clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior será B-s3,d2, hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque. Según CTE DB SE F, apartado 3. Si se utiliza un acabado exterior impermeable al agua de lluvia, éste debe ser permeable al vapor, para evitar condensaciones en la masa del muro, en los términos establecidos en el DB HE.

– Hoja principal:

Podrá ser un cerramiento de ladrillo de arcilla cocida, silicocalcáreo o bloque de arcilla aligerada o de hormigón, tomado con mortero compuesto por cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos.

Ladrillos de arcilla cocida (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1). Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en caso de exigirse en proyecto que el ladrillo sea de baja higroscopicidad, se comprobará que la succión es menor o igual que 4,5 kg/m<sup>2</sup>•min, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006.

Bloque de arcilla aligerada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1).

Piezas silicocalcáreas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.2).

Bloque de hormigón (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.3, 2.1.4).

Mortero de albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Clases especificadas de morteros para albañilería para las siguientes propiedades: resistencia al hielo y contenido en sales solubles en las condiciones de servicio. Para elegir el tipo de mortero apropiado se debe considerar el grado de exposición, incluyendo la protección prevista contra la saturación de agua. Según CTE DB SE F, apartado 4.2. El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los



morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M4. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas. Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

– Sellantes para juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9):

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.1, los materiales de relleno y sellantes tendrán una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y serán impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos.

– Armaduras de tendel (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.2.3):

Según CTE DB SE F, apartado 3.3. En la clase de exposición I, pueden utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. En las clases IIa y IIb, se utilizarán armaduras de acero al carbono protegidas mediante galvanizado fuerte o protección equivalente, a menos que la fábrica esté terminada mediante un enfoscado de sus caras expuestas, el mortero de la fábrica sea superior a M5 y el recubrimiento lateral mínimo de la armadura sea superior a 30 mm, en cuyo caso podrán utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. Para las clases III, IV, H, F y Q, en todas las subclases las armaduras de tendel serán de acero inoxidable austenítico o equivalente.

– Revestimiento intermedio (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.12):

Podrá ser enfoscado de mortero mixto, mortero de cemento con aditivos hidrofugantes, etc. El revestimiento intermedio será siempre necesario cuando la hoja exterior sea cara vista.

Según CTE DB HS 1 apartado 2.3.2. En caso de exigirse en proyecto que sea de resistencia alta a la filtración, el mortero tendrá aditivos hidrofugantes.

– Cámara de aire:

En su caso, tendrá un espesor mínimo de 3 cm y contará con separadores de la longitud y material adecuados (plástico, acero galvanizado, etc.), siendo recomendable que dispongan de goterón. Podrá ser ventilada (en grados muy ventilada o ligeramente ventilada) o sin ventilar. En caso de revestimiento con aplacado, la ventilación se producirá a través de los elementos del mismo. Según CTE DB SI 2, apartado 1. La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de las superficies interiores de las cámaras ventiladas será B-s3,d2, hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

– Aislante térmico/Absorbente acústico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3):

Podrán ser paneles de lana mineral (MW), de poliestireno expandido (EPS), de poliestireno extruido (XPS), de poliuretano (PUR), etc.

Según CTE DB HS 1 Apéndice A, en caso de exigirse en proyecto que el aislante sea no hidrófilo, se comprobará que tiene una succión o absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial menor que 1kg/m<sup>2</sup> según ensayo

UNE-EN 1609:1997 o una absorción de agua a largo plazo por inmersión total menor que el 5% según ensayo

UNE-EN 12087:1997.

Según DB HR, apartado 4.1, si se utiliza en el relleno de las cámaras para aplicaciones acústicas, se caracterizarán por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa\*s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE EN 29053. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto.

– Hoja interior:

Podrá ser de hoja de ladrillo arcilla cocida, placa de yeso laminado sobre estructura portante de perfiles de acero galvanizado, panel de yeso laminado con aislamiento térmico incluido, fijado con mortero, etc.

Ladrillos de arcilla cocida (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1).

Mortero de albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Ver mortero de albañilería de la hoja principal en cuanto a lo indicado en el RC-08.

Placas de yeso laminado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.1).

Perfiles de acero galvanizado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.3).

– Según DB HR, apartado 4.1, si se utilizan bandas elásticas estarán caracterizadas por la rigidez dinámica,  $s'$  en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE. Se consideran materiales adecuados para las bandas aquellos que tengan una rigidez dinámica,  $s'$ , menor que 100 MN/m<sup>3</sup> tales como el poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.

– Revestimiento interior (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos):

Podrá ser guarnecido y enlucido de yeso y cumplirá lo especificado en el capítulo Guarnecidos y enlucidos.

Yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.5).

– Remates (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, según el material):

Podrán ser de material pétreo natural o artificial, arcilla cocida o de hormigón, o metálico, en cuyo caso estará protegido contra la corrosión. Las piezas no se presentarán piezas agrietadas, rotas, desportilladas ni manchadas, tendrán un color y una textura uniformes.

Los ladrillos y bloques se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno. Si se reciben empaquetados, el envoltorio no será totalmente hermético.

Los cementos envasados y la arena se almacenarán sobre palets, o plataforma similar, en un lugar cubierto, seco, ventilado y protegido de la humedad y la exposición directa al sol un máximo de tres meses. El cemento recibido a granel se almacenará en silos.

El mortero se utilizará a continuación de su amasado, hasta un máximo de 2 horas. Antes de realizar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.

Los sacos de yeso se almacenarán a cubierto y protegidos de la humedad. Si el yeso se recibe a granel se almacenará en silos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Hoja principal, fábrica de piezas de arcilla cocida o de hormigón:

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, riostra, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado, y limpio de cualquier resto de obra. Comprobado el nivel del forjado terminado, si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero. En caso de utilizar dinteles metálicos, serán resistentes a la corrosión o estarán protegidos contra ella antes de su colocación.

Revestimiento intermedio: (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos).

Aislante térmico/Absorbente acústico:

En caso de colocar paneles rígidos se comprobará que la hoja principal no tenga desplomes ni falta de planeidad. Si existen defectos considerables en la superficie del revestimiento se corregirán, por ejemplo aplicando una capa de mortero de regularización, para facilitar la colocación y el ajuste de los paneles.

Hoja interior: fábrica de piezas arcilla cocidas o de hormigón: se comprobará la limpieza del soporte (forjado, losa, etc.), así como la correcta colocación del aislante.

Hoja interior: trasdosado autoportante de placas de yeso laminado con perfilera metálica:

(Ver capítulo Particiones / trasdosados de placa de yeso).

Revestimiento exterior: enfoscado de mortero. (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos).

En caso de pilares, vigas y viguetas de acero, se forrarán previamente con piezas de arcilla cocida o de cemento.

Remate:

Previamente a la colocación de los remates, los antepechos estarán saneados, limpios y terminados al menos tres días antes de ejecutar el elemento de remate.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

Hoja principal:

Se replanteará la situación de la fachada, comprobando las desviaciones entre forjados. Será necesaria la verificación del replanteo por la dirección facultativa.

Se colocarán miras rectas y aplomadas en la cara interior de la fachada en todas las esquinas, huecos, quiebros, juntas de movimiento, y en tramos ciegos a distancias no mayores que 4 m. Se marcará un nivel general de planta en los pilares con un nivel de agua. Se realizará el replanteo horizontal de la fábrica señalando en el forjado la situación de los huecos, juntas de dilatación y otros puntos de inicio de la fábrica, según el plano de replanteo del proyecto, de forma que se evite colocar piezas menores de medio ladrillo.

Las juntas de dilatación de la fábrica sustentada se dispondrán de forma que cada junta estructural coincida con una de ellas.

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.1. Se cumplirán las distancias máximas entre juntas de dilatación, en función del material componente: 12 m en caso de piezas de arcilla cocida, y 6 m en caso de bloques de hormigón.

El replanteo vertical se realizará de forjado a forjado, marcando en las reglas las alturas de las hiladas, del alféizar y del dintel. Se ajustará el número de hiladas para no tener que cortar las piezas. En el caso de bloques, se calculará el espesor del tendel (1 cm + 2 mm, generalmente) para encajar un número entero de bloques (considerando la dimensión nominal de altura del bloque), entre referencias de nivel sucesivas según las alturas libres entre forjados que se hayan establecido en proyecto es conveniente.

Se dispondrán los precercos en obra.

La primera hilada en cada planta se recibirá sobre capa de mortero de 1 cm de espesor, extendida en toda la superficie de asiento de la fábrica. Las hiladas se ejecutarán niveladas, guiándose de las lienzas que marcan su altura. Se comprobará que la hilada que se está ejecutando no se desploma sobre la anterior. Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales enteras, salvo cuando dos partes tengan que levantarse en distintas épocas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dispondrán enjarjes. Los encuentros de esquinas o con otras fábricas, se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas.

En el caso de fábrica armada, ver capítulo de Fábrica estructural.

En caso de ladrillos de arcilla cocida:

Los ladrillos se humedecerán (exceptuando los ladrillos completamente hidrofugados y aquellos que tienen una succión inferior a 0,10 gr/cm<sup>2</sup> min) antes de su colocación para que no absorban el agua del mortero. Los ladrillos se colocarán a restregón, utilizando suficiente mortero para que penetre en los huecos del ladrillo y las juntas queden rellenas. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante en cada hilada. En el caso de fábricas cara vista, a medida que se vaya levantando la fábrica se irá limpiando y realizando las llagas (primero las llagas verticales para obtener las horizontales más limpias). Asimismo, se comprobará mediante el uso de plomadas la verticalidad de todo el muro y también el plomo de las juntas verticales correspondientes a hiladas alternas. Dichas juntas seguirán la ley de traba empleada según el tipo de aparejo.

En caso de bloques de arcilla aligerada:

Los bloques se humedecerán antes de su colocación. Las juntas de mortero de asiento se realizarán de 1 cm de espesor como mínimo en una banda única. Las piezas con machihembrado lateral no se colocarán a restregón, sino verticalmente sobre la junta horizontal de mortero, y golpeando con una maza de goma para que el mortero penetre en las perforaciones hasta hacer tope con los machihembrados, dando lugar a fábricas con llagas a hueso. No obstante, la colocación de las piezas dependerá de su tipología, debiendo seguirse en todo momento las recomendaciones del fabricante. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. Se comprobará que el espesor del tendel una vez asentados los bloques esté comprendido entre 1 y 1,5 cm. La separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas deberá ser igual o mayor a 7 cm. Para ajustar la modulación vertical se podrán variar los espesores de las juntas de mortero (entre 1 y 1,5 cm), o se utilizarán piezas especiales de ajuste vertical o piezas cortadas en obra con cortadora de mesa.

En caso de bloques de hormigón:

Debido a la conicidad de los alvéolos de los bloques huecos, la cara que tiene más superficie de hormigón se colocará en la parte superior para ofrecer una superficie de apoyo mayor al mortero de la junta. Los bloques se colocarán secos, humedeciendo únicamente la superficie del bloque en contacto con el mortero, si el fabricante lo recomienda. Para la formación de la junta horizontal, en los bloques ciegos el mortero se extenderá sobre la cara superior de manera completa; en los bloques huecos, se colocará sobre las paredes y tabiquillos, salvo cuando se pretenda interrumpir el puente térmico y la transmisión de agua a través de la junta, en cuyo caso sólo se colocará sobre las paredes, quedando el mortero en dos bandas separadas. Para la formación de la junta vertical, se aplicará mortero sobre los salientes de la testa del bloque, presionándolo. Los bloques se llevarán a su posición mientras el mortero esté aún blando y plástico. Se quitará el mortero sobrante evitando caídas de mortero, tanto en el interior de los bloques como en la cámara de trasdosado, y sin ensuciar ni rayar el bloque. No se utilizarán piezas menores de medio bloque. Cuando se precise cortar los bloques se realizará el corte con maquinaria adecuada. Mientras se ejecute la fábrica, se conservarán los plomos y niveles de forma que el paramento resulte con todas las llagas alineadas y los tendeles a nivel. Las hiladas intermedias se colocarán con sus juntas verticales alternadas. Si se realiza el llagueado de las juntas, previamente se rellenarán con mortero fresco los agujeros o pequeñas zonas que no hayan quedado completamente ocupadas, comprobando que el mortero esté todavía fresco y plástico. El llagueado no se realizará inmediatamente después de la colocación, sino después del inicio del fraguado del mortero, pero antes de su endurecimiento. Si hay que reparar una junta después de que el mortero haya endurecido se eliminará el mortero de la junta en una profundidad al menos de 15 mm y no mayor del 15% del espesor del mismo, se mojará con agua y se repasará con mortero fresco. No se realizarán juntas matadas inferiormente, porque favorecen la entrada de agua en la fábrica. Los enfoscados interiores o exteriores se realizarán transcurridos 45 días después de terminar la fábrica para evitar fisuración por retracción del mortero de las juntas.

En general:

Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.

Las fábricas se trabajarán siempre a una temperatura ambiente que oscile entre 5 y 40 °C. Si se sobrepasan estos límites, 48 horas después, se revisará la obra ejecutada. Durante la ejecución de las fábricas, se adoptarán las siguientes protecciones:

Contra la lluvia: las partes recientemente ejecutadas se protegerán con plásticos para evitar el lavado de los morteros, la erosión de las juntas y la acumulación de agua en el interior del muro. Se procurará colocar lo antes posible elementos de protección, como alfeizares, albardillas, etc.

Contra el calor y los efectos de secado por el viento: se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, para evitar una evaporación del agua del mortero demasiado rápida, hasta que alcance la resistencia adecuada.

Contra heladas: si ha helado antes de iniciar el trabajo, se inspeccionarán las fábricas ejecutadas, debiendo demoler las zonas afectadas que no garanticen la resistencia y durabilidad establecidas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá, protegiendo lo construido con mantas de aislante térmico o plásticos.

Frente a posibles daños mecánicos debidos a otros trabajos a desarrollar en obra (vertido de hormigón, andamiajes, tráfico de obra, etc.), se protegerán los elementos vulnerables de las fábricas (aristas, huecos, zócalos, etc.). Las fábricas deberán ser estables durante su

construcción, por lo que se elevarán a la vez que sus correspondientes arriostramientos. En los casos donde no se pueda garantizar su estabilidad frente a acciones horizontales, se arriostrarán a elementos suficientemente sólidos. Cuando el viento sea superior a 50 km/h, se suspenderán los trabajos y se asegurarán las fábricas realizadas.

Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.

Elementos singulares:

Juntas de dilatación:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.1. Se colocará un sellante sobre un relleno introducido en la junta. La profundidad del sellante será mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura estará comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas el sellante quedará enrasado con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, se dispondrán de forma que cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa se fijará mecánicamente en dicha banda y se sellará su extremo correspondiente.

Arranque de la fábrica desde cimentación:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.2. En el arranque de la fábrica desde cimentación se dispondrá una barrera impermeable a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior que cubra todo el espesor de la fachada. Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, se dispondrá un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, u otra solución que proteja la fachada de salpicaduras hasta una altura mínima de 30 cm, y que cubra la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada. La unión del zócalo con la fachada en su parte superior deberá sellarse o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Encuentros de la fachada con los forjados:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados, se dispondrá de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos, dejando una holgura de 2 cm, disponer refuerzos locales (ver CTE). Esta holgura se rellenará después de la retracción de la hoja principal, con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado, y se protegerá de la filtración con un goterón.

Encuentros de la fachada con los pilares:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, se dispondrá una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles, en su caso:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.5. Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, se dispondrá un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma. Como sistema de recogida de agua se utilizará un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación. Cuando se disponga una lámina, ésta se introducirá en la hoja interior en todo su espesor. Para la evacuación se dispondrá el sistema indicado en proyecto: tubos de material estanco, llagas de la primera hilada desprovistas de mortero en caso de fábrica cara vista, etc., que, en cualquier caso, estarán separados 1,5 m como máximo. Para poder comprobar la limpieza del fondo de la cámara tras la construcción del paño completo, se dejarán sin colocar uno de cada 4 ladrillos de la primera hilada.

Encuentro de la fachada con la carpintería:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.6. La junta entre el cerco y el muro se sellará con un cordón que se introducirá en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos. Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, se rematará el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia y se dispondrá un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior



del dintel hacia la carpintería o se adoptarán soluciones que produzcan los mismos efectos. Cuando el grado de impermeabilidad exigido sea igual a 5, si las carpinterías están retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada, se dispondrá precerco y una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro. El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior, será impermeable o se dispondrá sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas. El vierteaguas dispondrá de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba será de 2 cm como mínimo. La junta de las piezas con goterón tendrá la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

Encuentro de la fachada con los elementos de separación vertical:

Según CTE DB HR, apartado 3.1.4.1.1.1, en los encuentros de los elementos de separación vertical con fachadas de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la fachada, ya sea ésta de fábrica o de entramado y en ningún caso, la hoja interior debe cerrar la cámara del elemento de separación vertical o conectar sus dos hojas. Si el elemento de separación vertical es tipo 2 (es decir, es de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en su perímetro) cuando acometa a una fachada deben disponerse las bandas elásticas en:

- los encuentros con la hoja principal de las fachadas de una hoja, ventiladas o con el de fachadas con el aislamiento por el exterior;
- el encuentro con la hoja exterior de una fachada de dos hojas.

Antepechos y remates superiores de las fachadas:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.7. Los antepechos se rematarán con la solución indicada en proyecto para evacuar el agua de lluvia. Las albardillas y vierteaguas tendrán una inclinación, dispondrán de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y serán impermeables o se dispondrán sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente. Se dispondrán juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean de arcilla cocida. Las juntas entre las piezas se realizarán de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado. Se replantearán las piezas de remate. Los paramentos de aplicación estarán saneados, limpios y húmedos. Si es preciso se repicarán previamente. En caso de recibirse los vierteaguas o albardillas con mortero, se humedecerá la superficie del soporte para que no absorba el agua del mismo; no se apoyarán elementos sobre ellos, al menos hasta tres días después de su ejecución.

Anclajes a la fachada:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.8. Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada se realizará de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella, mediante el sistema indicado en proyecto: sellado, elemento de goma, pieza metálica, etc.

Aleros y cornisas:

Según CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.9. Los aleros y las cornisas de constitución continua tendrán una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada cumplirán las siguientes condiciones: serán impermeables o tendrán la cara superior protegida por una barrera impermeable; dispondrán en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma que evite que el agua se filtre en el encuentro y en el remate; dispondrán de un goterón en el borde exterior de la cara inferior. La junta de las piezas con goterón tendrá la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

Dinteles:

Se adoptará la solución de proyecto (armado de los tendeles, viguetas pretensadas, perfiles metálicos, cargadero de piezas de arcilla cocida / hormigón y hormigón armado, etc.). Se consultará a la dirección facultativa el correspondiente apoyo de los cargaderos, los anclajes de perfiles al forjado, etc.

Revestimiento intermedio: (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos)



#### Aislante térmico:

Según CTE DB HE 1, apartado 5.2.1. Se controlará que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares. En caso de colocación de paneles por fijación mecánica, el número de fijaciones dependerá de la rigidez de los paneles, y deberá ser el recomendado por el fabricante, aumentándose el número en los puntos singulares. En caso de fijación por adhesión, se colocarán los paneles de abajo hacia arriba. Si la adherencia de los paneles a la hoja principal se realiza mediante un adhesivo interpuesto, no se sobrepasará el tiempo de utilización del adhesivo; si la adherencia se realiza mediante el revestimiento intermedio, los paneles se colocarán recién aplicado el revestimiento, cuando esté todavía fresco. Los paneles deberán quedar estables en posición vertical, y continuos, evitando puentes térmicos. No se interrumpirá el aislante en la junta de dilatación de la fachada.

#### Absorbente acústico:

Según CTE DB HR, apartado 5.1.1.1, el material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.

#### Barrera de vapor:

Si es necesaria ésta se colocará en la cara caliente del cerramiento y se controlará que durante su ejecución no se produzcan roturas o deterioros en la misma (CTE DB HE 1, apartado 5.2.2).

#### Bandas elásticas:

Cuando se empleen, éstas deberán quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.

Hoja interior: fábrica de piezas de arcilla cocida o de hormigón: (ver capítulo Particiones de piezas de arcilla cocida o de hormigón)

Hoja interior: trasdosado autoportante de placas de yeso laminado sobre perfilaría: (ver capítulo Particiones de piezas de arcilla cocida o de hormigón)

Revestimiento exterior. (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos).

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Puntos de observación.

##### – Replanteo:

Replanteo de las hojas del cerramiento. Desviaciones respecto a proyecto.

En zonas de circulación, vuelos con altura mínima de 2,20 m, elementos salientes y protecciones de elementos volados cuya altura sea menor que 2,00 m.

Huecos para el servicio de extinción de incendios: altura máxima del alféizar: 1,20 m; dimensiones mínimas del hueco: 0,80 m horizontal y 1,20 m vertical; distancia máxima entre ejes de huecos consecutivos: 25 m, etc.

Distancia máxima entre juntas verticales de la hoja.

##### – Ejecución:

Composición del cerramiento según proyecto: espesor y características.

Si la fachada arranca desde la cimentación, existencia de barrera impermeable, y de zócalo si el cerramiento es de material poroso.

Enjarjes en los encuentros y esquinas de muros.

Colocación de piezas: existencia de miras aplomadas, limpieza de ejecución, solapes de piezas (traba).

Aparejo y espesor de juntas en fábrica cara vista.

Holgura del cerramiento en el encuentro con el forjado superior (de 2 cm y relleno a las 24 horas).

Arriostramiento durante la construcción.

Encuentros con los forjados: en caso de hoja exterior enrasada: existencia de junta de desolidarización.

Encuentros con los pilares: si existen piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, existencia de armadura.

Encuentro de la fachada con la carpintería: en caso de grado de impermeabilidad 5 y carpintería retranqueada, colocación de barrera impermeable.

Albardillas y vierteaguas: pendiente mínima, impermeables o colocación sobre barrera impermeable y, con goterón con separación mínima de la fachada de 2 cm.

Anclajes horizontales en la fachada: junta impermeabilizada: sellado, elemento de goma, pieza metálica, etc.

Aleros y cornisas: pendiente mínima. Si sobresalen más de 20 cm: impermeabilizados, encuentro con el paramento vertical con protección hacia arriba mínima de 15 cm y goterón.

Dinteles: dimensión y entrega.

Juntas de dilatación: aplomadas y limpias.

Revestimiento intermedio: (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos).

Cámara de aire: espesor. Limpieza. En caso de cámara ventilada, disposición de un sistema de recogida y evacuación del agua.

Aislamiento térmico: espesor y tipo. Continuidad. Correcta colocación: cuando no rellene la totalidad de la cámara, en contacto con la hoja interior y existencia separadores.

Ejecución de los puentes térmicos (capialzados, frentes de forjados, soportes) y aquellos integrados en los cerramientos según detalles constructivos correspondientes.

Barrera de vapor: existencia, en su caso. Colocación en la cara caliente del cerramiento y no deterioro durante su ejecución.

Revestimiento exterior: (ver capítulo Enfoscados, guarnecidos y enlucidos)

– Comprobación final:

Planeidad, medida con regla de 2 m.

Desplome, no mayor de 10 mm por planta, ni mayor de 30 mm en todo el edificio.

#### • Ensayos y pruebas

Prueba de servicio: estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía. Muestreo: una prueba por cada tipo de fachada y fracción.

Las pruebas de servicio se realizarán en general durante la ejecución de la fachada, una vez concluidas las hojas a las que se confía la estanquidad del conjunto del cerramiento y antes de colocar la hoja del aislamiento térmico / absorbente acústico, con el fin de poder detectar, en su caso, la existencia de infiltraciones aunque estas fueran mínimas.

La duración de las pruebas de estanquidad en fachadas se calcula a partir del grado de impermeabilidad mínimo exigido, siendo ésta de 60 a 120 minutos.

#### • Conservación y mantenimiento

No se permitirá la acumulación de cargas de uso superiores a las previstas ni alteraciones en la forma de trabajo de los cerramientos o en sus condiciones de arriostramiento.

Los muros de cerramiento no se someterán a humedad habitual y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

Se evitará el vertido sobre la fábrica de productos cáusticos y de agua procedente de las jardineras.

Si fuera apreciada alguna anomalía, se realizará una inspección, observando si aparecen fisuras de retracción.

Cualquier alteración apreciable como fisura, desplome o envejecimiento indebido será analizada por la dirección facultativa que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

En caso de fábrica cara vista para un correcto acabado se evitará ensuciarla durante su ejecución, protegiéndola si es necesario. Si fuese necesaria una limpieza final se realizará por profesional cualificado, mediante los procedimientos adecuados (lavado con agua, limpieza química, proyección de abrasivos, etc.) según el tipo de pieza (ladrillo de arcilla cocida, bloque de arcilla aligerada o de hormigón) y la sustancia implicada.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

Cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

## **2.5.1.2. FACHADAS DE PIEZAS DE VIDRIO**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Fábrica formada por piezas de vidrio translúcido, sencillas o dobles, tomadas con nervios de mortero armado o bien mediante juntas y bastidor de PVC, etc.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de superficie total ejecutada, comprendida entre los elementos de sustentación, incluso ejecución de los nervios de mortero, acuíñado y sellado, con o sin bastidor.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

– Piezas de vidrio translúcido o moldeados: tipo; sencillas (un solo elemento macizo), dobles (dos elementos independientes soldados entre sí y con cámara de aire). Dimensiones máximas según aplicación (tabiques huecos, macizos o lucernarios pisables). Propiedades físicas (acústicas,

térmicas y de resistencia al fuego). Según el CTE DB HE 1, apartado. 3.3.2.2.: transmitancia (UHV en W/m<sup>2</sup>K). Factor solar (g<sub>L</sub>, adimensional).

– Separador elástico.

– Según DB HR, apartado 4.1, si se utilizan bandas elásticas estarán caracterizadas por la rigidez dinámica, s' en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE. Se consideran materiales adecuados para las bandas aquellos que tengan una rigidez dinámica, s', menor que 100 MN/m<sup>3</sup> tales como el poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.

– Productos de sellado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9): de naturaleza imputrescible e impermeable.

– Bastidor.

– Cuñas: de madera, sección rectangular de espesores variables de 5 a 10 mm.

– Armaduras: tipo de acero.

– Productos para impermeabilización (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4).

– Morteros para albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

– Cementos de albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.3).

– Áridos para morteros (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.17).

– Aditivos para morteros para albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.9).

– Cal (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.7).

– Agua. Procedencia. Calidad.

Los productos se conservarán al abrigo de la humedad, sol, polvo y salpicaduras de cemento y soldadura. Se almacenarán sobre una superficie plana y resistente, alejada de las zonas de paso. En caso de almacenamiento en el exterior, se cubrirán con un entoldado ventilado.

Los cementos envasados y la arena se almacenarán sobre palets, o plataforma similar, en un lugar cubierto, seco, ventilado y protegido de la humedad y la exposición directa al sol un máximo de tres meses. El cemento recibido a granel se almacenará en silos.

El mortero se utilizará a continuación de su amasado, hasta un máximo de 2 horas. Antes de realizar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Se comprobará el nivel del forjado, fábrica o solado terminado y si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero.

#### • Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se evitará el contacto entre el vidrio y las armaduras: éstas estarán totalmente recubiertas de mortero; si la compacidad del mortero no asegura una total protección a la armadura, ésta irá galvanizada.

La fábrica de vidrio será independiente de la obra mediante una junta de dilatación perimetral.

## Proceso de ejecución

### • Ejecución

Preparación del hueco de la obra a las medidas previstas para recibir el bastidor de PVC.

Se realizará una barrera impermeable en el apoyo inferior antes de comenzar la ejecución del panel.

El espesor de los nervios en el caso de moldeados sencillos será como mínimo de 1 cm; en caso de nervio perimetral, de 5 cm en superficies  $\leq 1 \text{ m}^2$ ; de 6 cm en superficies  $> 1 \text{ m}^2$ .

En caso de moldeados dobles, el espesor de los nervios entre moldeados será de 1 cm como mínimo y en caso de nervio perimetral de 3,50 cm como mínimo.

El tabique será estanco y su colocación eliminará la posibilidad de que pueda llegar a someterse a alguna tensión estructural; será independiente del resto, mediante una junta de dilatación perimetral. Las juntas de dilatación y de estanquidad estarán selladas y rellenas de material elástico.

Se trabajará a una temperatura ambiente que oscilará entre los 5 °C y los 40 °C y protegiendo la obra que se ejecuta de la acción de las lluvias y de los vientos superiores a 50 km/h.

En caso de que las piezas de vidrio vayan tomadas con bastidor:

El bastidor se fijará a obra de forma que quede aplomado y nivelado.

Se colocará un material separador elástico entre el moldeado de vidrio y el bastidor.

Los moldeados de la última fila irán acuñados en su parte superior.

El último moldeado se acuñará en la parte superior y en la vertical.

El solape de las armaduras horizontales en la junta de dilatación y estanquidad será siempre mayor e igual que 3 cm.

Las dimensiones máximas de utilización para tabiques verticales sencillos son: 6 m<sup>2</sup> con una dimensión máxima de 3 m.

En tabiques verticales dobles, las dimensiones máximas de utilización son 20 m<sup>2</sup> con una dimensión máxima de 5 m.

Encuentro de la fachada con los elementos de separación vertical:

Según CTE DB HR, apartado 3.1.4.1.1.1, en los encuentros de los elementos de separación vertical con fachadas de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la fachada, ya sea ésta de fábrica o de entramado y en ningún caso, la hoja interior debe cerrar la cámara del elemento de separación vertical o conectar sus dos hojas. Si el elemento de separación vertical es tipo 2 (es decir, es de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en su perímetro) cuando acometa a una fachada deben disponerse las bandas elásticas en:

- los encuentros con la hoja principal de las fachadas de una hoja, ventiladas o con el de fachadas con el aislamiento por el exterior;
- el encuentro con la hoja exterior de una fachada de dos hojas.

Bandas elásticas:

Cuando se empleen, éstas deberán quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.

### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### • Tolerancias admisibles

Espesor de los nervios perimetrales en el caso de moldeados sencillos: 5 cm en superficies  $\leq 1 \text{ m}^2$ ; de 6 cm en superficies  $> 1 \text{ m}^2$ .

### • Condiciones de terminación

Si las piezas de vidrio se montan con bastidor, las juntas se terminarán con material de sellado.

## **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

### • Control de ejecución

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Replanteo del hueco y espesores de las hojas.

Juntas de dilatación en cerramientos exteriores: limpias, aplomadas, respetando las estructurales.

Espesor de los nervios.

Estanqueidad e independencia del tabique.

Bastidor: fijación a obra. Acuñado de las piezas.

Planeidad. Medida con regla de 2 m.

Desplome. No mayor de 10 mm por planta, ni mayor de 30 mm en todo el edificio.

### • Ensayos y pruebas

En caso de cerramientos exteriores, estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

Las pruebas de servicio se realizarán en general durante la ejecución de la fachada, una vez concluidas las hojas a las que se confía la estanquidad del conjunto del cerramiento y antes de colocar la hoja del aislamiento térmico / absorbente acústico, con el fin de poder detectar, en su caso, la existencia de infiltraciones aunque estas fueran mínimas.

La duración de las pruebas de estanquidad en fachadas se calcula a partir del grado de impermeabilidad mínimo exigido, siendo ésta de 60 a 120 minutos.

### • Conservación y mantenimiento

La fábrica de vidrio se protegerá para evitar deterioros originados por causas químicas (impresiones producidas por la humedad, caída de agua o condensaciones) y mecánicas (golpes, ralladuras de superficie, etc.).

## **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

### • Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

Cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

## **2.5.2. HUECOS**

### **2.5.2.1. CARPINTERÍAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**



**Puertas:** compuestas de hoja/s plegables, abatible/s o corredera/s. Podrán ser metálicas (realizadas con perfiles de acero laminados en caliente, conformados en frío, acero inoxidable o aluminio anodizado o lacado), de madera, de plástico (PVC) o de vidrio templado.

**Ventanas:** compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s. Podrán ser metálicas (realizadas con perfiles de acero laminados en caliente, conformados en frío, acero inoxidable o aluminio anodizado o lacado), de madera o de material plástico (PVC).

En general: irán recibidas con cerco sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo herrajes de cierre y de colgar, y accesorios necesarios; así como colocación, sellado, pintura, lacado o barniz en caso de carpintería de madera, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o toldos, ni acristalamientos.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de los productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Puertas y ventanas en general:

Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/ o control de humo (ver

Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.1.1).

Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones. Productos sin características de resistencia al fuego o control de humos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.1.2).

Herrajes para la edificación. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para salidas de socorro (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.3.1).

Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia activados por una barra horizontal (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.3.2).

Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.3.3).

Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.3.4).

Herrajes para la edificación. Bisagras de un solo eje. Requisitos y métodos de ensayo (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.3.6).

Herrajes para edificación. Cerraduras y pestillos. Cerraduras, pestillos y cerraderos mecánicos. Requisitos y métodos de ensayo (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.3.7).

Aireadores. Podrán ser dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1.

Según el CTE DB HE 1, apartado 4.1, los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

Marcos: transmitancia térmica  $U_{H,m}$  (W/m<sup>2</sup>K). Absortividad  $\alpha$  en función de su color.

Según el CTE DB HE 1, apartado 2.3, las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas), se caracterizan por su permeabilidad al aire (capacidad de paso del aire, expresada en m<sup>3</sup>/h, en función de la diferencia de presiones), medida con una sobrepresión de 100 Pa. Según el apartado 3.1.1 tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

Para las zonas climáticas A y B: 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> (clase 1, clase 2, clase 3, clase 4);

Para las zonas climáticas C, D y E: 27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> (clase 2, clase 3, clase 4).

Según el DB HR, apartado 4.2, las ventanas y puertas también se caracterizan por la clase de ventana (clase 1, clase 2, clase 3, clase 4) conforme la norma UNE EN 12207.

Precerco, podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios (de material inoxidable). Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

– Puertas y ventanas de madera:

Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.7.1).

Juntas de estanquidad (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9).

Junquillos.

Perfiles de madera (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2). Sin alabeos, ataques de hongos o insectos, fendas ni abolladuras. Ejes rectilíneos. Clase de madera. Defectos aparentes. Geometría de las secciones. Cámara de descompresión. Orificios para desagüe. Dimensiones y características de los nudos y los defectos aparentes de los perfiles. La madera utilizada en los perfiles será de peso específico no inferior a 450 kg/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad no mayor del 15% ni menor del 12% y no mayor del 10% cuando sea maciza. Irá protegida exteriormente con pintura, lacado o barniz.

– Puertas y ventanas de acero:

Perfiles de acero laminado en caliente o conformado en frío (protegidos con imprimación anticorrosiva de 15 micras de espesor o galvanizado) o de acero inoxidable (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.2, 19.5.2, 19.5.3): tolerancias dimensionales, sin alabeos, grietas ni deformaciones, ejes rectilíneos, uniones de perfiles soldados en toda su longitud. Dimensiones adecuadas de la cámara que recoge el agua de condensación, y orificio de desagüe.

Perfiles de chapa para marco: espesor de la chapa de perfiles ó 0,8 mm, inercia de los perfiles.

Junquillos de chapa. Espesor de la chapa de junquillos ò 0,5 mm.

Herrajes ajustados al sistema de perfiles.

– Puertas y ventanas de aluminio (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.6.1)

Perfiles de marco: inercia de los perfiles, los ángulos de las juntas estarán soldados o vulcanizados, dimensiones adecuadas de la cámara o canales que recogen el agua de condensación, orificios de desagüe (3 por metro), espesor mínimo de pared de los perfiles 1,5 mm color uniforme, sin alabeos, fisuras, ni deformaciones, ejes rectilíneos.

Chapa de vierteaguas: espesor mínimo 0,5 mm.

Junquillos: espesor mínimo 1 mm.

Juntas perimetrales.

Cepillos en caso de correderas.

Protección orgánica: fundido de polvo de poliéster: espesor.

Protección anódica: espesor de 15 micras en exposición normal y buena limpieza; espesor de 20 micras, en interiores con rozamiento; espesor de 25 micras en atmósferas marina o industrial.

Ajuste de herrajes al sistema de perfiles. No interrumpirán las juntas perimetrales.

– Puertas y ventanas de materiales plásticos:

Perfiles para marcos. Perfiles de PVC. Espesor mínimo de pared en los perfiles 18 mm y peso específico

1,40 gr/cm<sup>3</sup> Modulo de elasticidad. Coeficiente redilatación. Inercia de los perfiles. Uniones de perfiles soldados. Dimensiones adecuadas de la cámara que recoge el agua de condensación. Orificios de desagüe. Color uniforme. Sin alabeos, fisuras, ni deformaciones. Ejes rectilíneos.

Burletes perimetrales.

Junquillos. Espesor 1 mm.

Herrajes especiales para este material.

Masillas para el sellado perimetral: masillas elásticas permanentes y no rígidas.

– Puertas de vidrio:

Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.8).

Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.9).

Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.10).

El almacenamiento en obra de los productos será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

La fábrica que reciba la carpintería de la puerta o ventana estará terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y aplomado.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Puertas y ventanas de acero: el acero sin protección no entrará en contacto con el yeso.

Puertas y ventanas de aleaciones ligeras: se evitará el contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, u otras protecciones. Se evitará la formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

Según el CTE DB SE A, apartado. 3. Durabilidad. Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina, etc.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

En general:

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso para el precerco.

Antes de su colocación se comprobará que la carpintería conserva su protección, se encuentra en correcto estado y no le falta ninguno de sus componentes (burletes, etc.). Se repasará la carpintería en general: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrán las dimensiones adecuadas; contará al menos con 3 orificios de desagüe por cada metro.

Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto.

Se fijará la carpintería al precerco o a la fábrica. Se comprobará que los mecanismos de cierre y maniobra son de funcionamiento suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Las uniones entre perfiles se realizarán del siguiente modo:

Puertas y ventanas de material plástico: a inglete mediante soldadura térmica, a una temperatura de 180 °C, quedando unidos en todo su perímetro de contacto.

Puertas y ventanas de madera: con ensambles que aseguren su rigidez, quedando encolados en todo su perímetro de contacto.

Puertas y ventanas de acero: con soldadura que asegure su rigidez, quedando unidas en todo su perímetro de contacto.

Puertas y ventanas de aleaciones ligeras: con soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.6. Si el grado de impermeabilidad exigido es 5, las carpinterías se retranquearán del paramento exterior de la fachada, disponiendo precerco y se colocará una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro (Véase la figura 2.11). Se sellará la junta entre el cerco y el muro con cordón en llagueado practicado en el muro para que quede encajado entre dos bordes paralelos, aunque conforme al HR, se recomienda sellar todas las posibles holguras existentes entre el premarco y/o marco y el cerramiento ciego de la fachada, debiendo rellenarse completamente toda la holgura (espesor del cerramiento de fachada), no sólo superficialmente. Si la carpintería está retranqueada del paramento exterior, se colocará vierteaguas, goterón en el dintel, etc. para que el agua de lluvia no llegue a la carpintería. El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10° mínimo, será impermeable o colocarse sobre barrera impermeable, y tendrá goterón en la cara inferior del saliente según la figura 2.12. La junta de las piezas con goterón tendrá su misma forma para que no sea un puente hacia la fachada.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Tolerancias admisibles**

Según el CTE DB SUA 2, apartado. 1.4 Las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de viviendas) llevarán, en toda su longitud, señalización visualmente contrastada a una altura inferior entre 0,85 m y 1,1 m y a una altura superior entre 1,5 m y 1,7 m. Dicha señalización no es necesaria cuando existan montantes separados una distancia de 0,60 m, como máximo, o si la superficie acristalada cuenta al menos con un travesaño situado a la altura inferior antes mencionada.

- **Condiciones de terminación**

En general: la carpintería quedará aplomada. Se limpiará para recibir el acristalamiento, si lo hubiere. Una vez colocada, se sellarán las juntas carpintería-fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y el sellado se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

Puertas y ventanas de aleaciones ligeras, de material plástico: se retirará la protección después de revestir la fábrica.

Según el CTE DB SE M, apartado 3.2, las puertas y ventanas de madera se protegerán contra los daños que puedan causar agentes bióticos y abióticos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

• Control de ejecución

– Carpintería exterior.

Puntos de observación:

Los materiales que no se ajusten a lo especificado se retirarán o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

Puertas y ventanas de madera: desplome máximo fuera de la vertical: 6 mm por m en puertas y 4 mm por m en ventanas.

Puertas y ventanas de material plástico: estabilidad dimensional longitudinal de la carpintería inferior a más menos el 5%.

Puertas de vidrio: espesores de los vidrios.

Preparación del hueco: replanteo. Dimensiones. Se fijan las tolerancias en límites absorbibles por la junta. Si hay precerco, carece de alabeos o descuadres producidos por la obra. Lámina impermeabilizante entre antepecho y vierteaguas. En puertas balconeras, disposición de lámina impermeabilizante. Vaciados laterales en muros para el anclaje, en su caso.

Fijación de la ventana: comprobación y fijación del cerco. Fijaciones laterales. Empotramiento adecuado. Fijación a la caja de persiana o dintel. Fijación al antepecho.

Sellado: en ventanas de madera: recibido de los cercos con argamasa o mortero de cemento. Sellado con masilla. En ventanas metálicas: fijación al muro. En ventanas de aluminio: evitar el contacto directo con el cemento o la cal mediante precerco de madera, o si no existe precerco mediante pintura de protección (bituminosa). En ventanas de material plástico: fijación con sistema de anclaje elástico. Junta perimetral entre marco y obra  $\leq$  5 mm. Sellado perimetral con masillas elásticas permanentes (no rígida). En cualquier caso, las holguras y fisuras entre el cerramiento de fachada y los marcos y/o premarcos se rellenan totalmente (se rellena el ancho del premarco).

Según CTE DB SUA 1. Los acristalamientos exteriores cumplen lo especificado para facilitar su limpieza desde el interior o desde el exterior.

Según CTE DB SI 3 punto 6. Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de > 50 personas, cumplen lo especificado.

Según CTE DB HE 1. Está garantizada la estanquidad a la permeabilidad al aire. Según CTE DB HR la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

Comprobación final:

Según CTE DB SUA 2. Las grandes superficies acristaladas que puedan confundirse con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de las viviendas), y puertas de vidrio sin tiradores o cercos, están señalizadas. Si existe una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia hasta el objeto fijo más próximo es como mínimo 20 cm.

Según el CTE DB SI 3. Los siguientes casos cumplen lo establecido en el DB: las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas. Las puertas giratorias, excepto cuando sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, ante una emergencia o incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico.

– Carpintería interior:

Puntos de observación:

Los materiales que no se ajusten a lo especificado se retirarán o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

Puertas de madera: desplome máximo fuera de la vertical: 6 mm.

Comprobación proyecto: según el CTE DB SUA 2. Altura libre de paso en zonas de circulación, en zonas de uso restringido y en los umbrales de las puertas la altura libre; según ORDEN PRE/446/2008, si corresponde, anchura de paso, altura libre y sentido de apertura.

Replanteo: según el CTE DB SUA 2. Barrido de la hoja en puertas situadas en pasillos de anchura menor a 2,50 m. En puertas de vaivén, percepción de personas a través de las partes transparentes o translúcidas.

En los siguientes casos se cumple lo establecido en el CTE DB SUA 2: vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto. Partes vidriadas de puertas y cerramientos de duchas y bañeras. Superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (salvo el interior de las viviendas). Puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas. Puertas correderas de accionamiento manual.

Las puertas que disponen de bloqueo desde el interior cumplen lo establecido en el CTE DB SUA 3.

En los siguientes casos se cumple lo establecido en el CTE DB SI 1: puertas de comunicación de las zonas de riesgo especial con el resto del edificio. Puertas de los vestíbulos de independencia.

Según el CTE DB SI 3, dimensionado y condiciones de puertas y pasos, puertas de salida de recintos, puertas situadas en recorridos de evacuación y previstas como salida de planta o de edificio.

Fijación y colocación: holgura de hoja a cerco inferior o igual a 3mm. Holgura con pavimento. Número de pernios o bisagras.

Mecanismos de cierre: tipos según especificaciones de proyecto. Colocación. Disposición de condena por el interior (en su caso).

Acabados: lacado, barnizado, pintado.

- Ensayos y pruebas

- Carpintería exterior:

Prueba de funcionamiento: funcionamiento de la carpintería.

Prueba de escorrentía en puertas y ventanas de acero, aleaciones ligeras y material plástico: estanquidad al agua. Conjuntamente con la prueba de escorrentía de fachadas, en el paño mas desfavorable.

- Carpintería interior:

Prueba de funcionamiento: apertura y accionamiento de cerraduras.

- Conservación y mantenimiento

Hasta su uso final, se protegerá de posibles golpes, lluvia y/o humedad en su lugar de almacenamiento. El lugar de almacenamiento no es un lugar de paso de oficios que la pueda dañar.

Se desplazarán a la zona de ejecución justo antes de ser instaladas.

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.



En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

### 2.5.2.2. ACRISTALAMIENTOS

#### Descripción

#### **Descripción**

Según el CTE DB HE 1, apartado Terminología, los huecos son cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio, comprendiendo las puertas y ventanas acristaladas. Estos acristalamientos podrán ser:

– Vidrios sencillos: una única hoja de vidrio, sustentada a carpintería o fijada directamente a la estructura portante. Pueden ser:

Monolíticos:

Vidrio templado: compuestos de vidrio impreso sometido a un tratamiento térmico, que les confiere resistencia a esfuerzos de origen mecánico y térmico. Podrán tener después del templado un ligero mateado al ácido o a la arena.

Vidrio impreso armado: de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro o coloreado, con malla de acero incorporada, de caras impresas o lisas.

Vidrio pulido armado: obtenido a partir del vidrio impreso armado de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro, de caras paralelas y pulidas.

Vidrio plano: de silicato sodocálcico, plano, transparente, incoloro o coloreado, obtenido por estirado continuo, caras pulidas al fuego.

Vidrio impreso: de silicato sodocálcico, plano, transparente, que se obtiene por colada y laminación continuas.

Vidrio borosilicatado: silicatado con un porcentaje de óxido de boro que le confiere alto nivel de resistencia al choque térmico, hidrolítico y a los ácidos.

Vidrio de capa: vidrio básico, especial, tratado o laminado, en cuya superficie se ha depositado una o varias capas de materiales inorgánicos para modificar sus propiedades.

Laminados: compuestos por dos o más hojas de vidrio unidas por láminas de butiral, sustentados con perfil conformado a carpintería o fijados directamente a la estructura portante. Pueden ser:

Vidrio laminado: conjunto de una hoja de vidrio con una o más hojas de vidrio (básicos, especiales, de capa, tratados) y/ o hojas de acristalamientos plásticos unidos por capas o materiales que pegan o separan las hojas y pueden dar propiedades de resistencia al impacto, al fuego, acústicas, etc.

Vidrio laminado de seguridad: conjunto de una hoja de vidrio con una o más hojas de vidrio (básicos, especiales, de capa, tratados) y/ o hojas de acristalamientos plásticos unidos por capas o materiales que aportan resistencia al impacto.

– Vidrios dobles: compuestos por dos vidrios separados por cámara de aire deshidratado, sustentados con perfil conformado a carpintería, o fijados directamente a la estructura portante, consiguiendo aislamiento térmico y acústico. Pueden ser:

Vidrios dobles: pueden estar compuestos por dos vidrios monolíticos o un vidrio monolítico con un vidrio laminado.

Vidrios dobles bajo emisivos: pueden estar compuestos por un vidrio bajo emisivo con un vidrio monolítico o un vidrio bajo emisivo con un vidrio laminado.

– Vidrios sintéticos: compuestos por planchas de policarbonato, metacrilato, etc., que con distintos sistemas de fijación constituyen cerramientos verticales y horizontales, pudiendo ser incoloras, traslúcidas u opacas.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado, medida la superficie acristalada totalmente terminada, incluyendo sistema de fijación, protección y limpieza final.

## **Prescripciones sobre los productos**

### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de Recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según el CTE DB HE 1, apartado 4.1, los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

Parte semitransparente: transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2K$ ). Factor solar,  $g_L$  (adimensional).

– Vidrio, podrá ser:

Vidrio incoloro de silicato sodocálcico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.1).

Vidrio de capa (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.2).

Unidades de vidrio aislante (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.3).

Vidrio borosilicatado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.4).

Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.5).

Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.6).

Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.7).

Vidrio borosilicatado de seguridad templado térmicamente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.8).

Productos de vidrio de silicato básico alcalinotérreo (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.9).

Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado en caliente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.10).

Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérreo endurecido en caliente (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.11).

Vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4.12).

– Galces y junquillos: resistirán las tensiones transmitidas por el vidrio. Serán inoxidable o protegidos frente a la corrosión. Las caras verticales del galce y los junquillos encarados al vidrio, serán paralelas a las caras del acristalamiento, no pudiendo tener salientes superiores a 1 mm. Altura del galce, (teniendo en cuenta las tolerancias dimensionales de la carpintería y de los vidrios, holguras perimetrales y altura de empotramiento), y ancho útil del galce (respetando las tolerancias del espesor de los vidrios y las holguras laterales necesarias). Los junquillos serán desmontables para permitir la posible sustitución del vidrio.

– Calzos: podrán ser de madera dura tratada o de elastómero. Dimensiones según se trate de calzos de apoyo, perimetrales o laterales. Imputrescibles, inalterables a temperaturas entre  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , compatibles con los productos de estanquidad y el material del bastidor.

– Masillas para relleno de holguras entre vidrio y galce y juntas de estanquidad (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9):

Masillas que endurecen: masillas con aceite de linaza puro, con aceites diversos o de endurecimiento rápido.

Masillas plásticas: de breas de alquitrán modificadas o betunes, asfaltos de gomas, aceites de resinas, etc.

Masillas elásticas: “Thiokoles” o “Siliconas”.

Masillas en bandas preformadas autoadhesivas: de productos de síntesis, cauchos sintéticos, gomas y resinas especiales.

Perfiles extrusionados elásticos: de PVC, neopreno en forma de U, etc.

En acristalamientos formados por vidrios sintéticos:

– Planchas de policarbonato, metacrilato (de colada o de extrusión), etc.: resistencia a impacto, aislamiento térmico, nivel de transmisión de luz, transparencia, resistencia al fuego, peso específico, protección contra radiación ultravioleta.

– Base de hierro troquelado, goma, clips de fijación.

– Elemento de cierre de aluminio: medidas y tolerancias. Inercia del perfil. Espesor del recubrimiento anódico. Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

Los productos se conservarán al abrigo de la humedad, sol, polvo y salpicaduras de cemento y soldadura. Se almacenarán sobre una superficie plana y resistente, alejada de las zonas de paso. En caso de almacenamiento en el exterior, se cubrirán con un entoldado ventilado. Se repartirán los vidrios en los lugares en que se vayan a colocar: en pilas con una altura inferior a 25 cm, sujetas por barras de seguridad; apoyados sobre dos travesaños horizontales, protegidos por un material blando; protegidos del polvo por un plástico o un cartón.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

En general el acristalamiento irá sustentado por carpintería (de acero, de madera, de aluminio, de PVC, de perfiles laminados), o bien fijado directamente a la estructura portante mediante fijación mecánica o elástica. La carpintería estará montada y fijada al elemento soporte, imprimada o tratada en su caso, limpia de óxido y los herrajes de cuelgue y cierre instalados.

Los bastidores fijos o practicables soportarán sin deformaciones el peso de los vidrios que reciban; además no se deformarán por presiones de viento, limpieza, alteraciones por corrosión, etc. La flecha admisible de la carpintería no excederá de 1/200 del lado sometido a flexión, para vidrio simple y de 1/300 para vidrio doble.

En caso de vidrios sintéticos, éstos se montarán en carpinterías de aleaciones ligeras, madera, plástico o perfiles laminados.

#### • Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitará el contacto directo entre:

Masilla de aceite de linaza - hormigón no tratado.

Masilla de aceite de linaza - butiral de polivinilo.

Masillas resinosas - alcohol.

Masillas bituminosas - disolventes y todos los aceites.

Testas de las hojas de vidrio.

Vidrio con metal excepto metales blandos, como el plomo y el aluminio recocido.

Vidrios sintéticos con otros vidrios, metales u hormigón.

En caso de vidrios laminados adosados canto con canto, se utilizará como sellante silicona neutra, para que ésta no ataque al butiral de polivinilo y produzca su deterioro.

No se utilizarán calzos de apoyo de poliuretano para el montaje de acristalamientos dobles.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

– Acristalamientos en general:

Galces:

Los bastidores estarán equipados con galces, colocando el acristalamiento con las debidas holguras perimetrales y laterales, que se rellenarán posteriormente con material elástico; así se evitará la transmisión de esfuerzos por dilataciones o contracciones del propio acristalamiento. Los galces pueden ser abiertos (para vidrios de poco espesor, menos de 4 mm, dimensiones reducidas o en vidrios impresos de espesor superior a 5 mm y vidrios armados), o cerrados para el resto de casos.

La forma de los galces podrá ser:

Galces con junquillos. El vidrio se fijará en el galce mediante un junquillo, que según el tipo de bastidor podrá ser:

Bastidores de madera: junquillos de madera o metálicos clavados o atornillados al cerco.

Bastidores metálicos: junquillos de madera atornillados al cerco o metálicos atornillados o clipados.

Bastidores de PVC: junquillos clipados, metálicos o de PVC.

Bastidores de hormigón: junquillos atornillados a tacos de madera previamente recibidos en el cerco o interponiendo cerco auxiliar de madera o metálico que permita la reposición eventual del vidrio.

- Galces portahojas. En carpinterías correderas, el galce cerrado puede estar formado por perfiles en U.

- Perfil estructural de elastómero, asegurará fijación mecánica y estanquidad.

- Galces auto-drenados. Los fondos del galce se drenarán ara equilibrar la presión entre el aire exterior y el fondo del galce, limitando las posibilidades de penetración del agua y de condensación, favoreciendo la evacuación de posibles infiltraciones. Será obligatorio en acristalamientos aislantes.

Se extenderá la masilla en el galce de la carpintería o en el perímetro del hueco antes de colocar el vidrio.

Acuñado:

Los vidrios se acuñarán al bastidor para asegurar su posicionamiento, evitar el contacto vidrio-bastidor y repartir su peso. Podrá realizarse con perfil continuo o calzos de apoyo puntuales situados de la siguiente manera:

Calzos de apoyo: repartirán el peso del vidrio en el bastidor. En bastidores de eje de rotación vertical: un solo calzo de apoyo, situado en el lado próximo al pernio en el bastidor a la francesa o en el eje de giro para bastidor pivotante. En los demás casos: dos calzos a una distancia de las esquinas de  $L/10$ , siendo L la longitud del lado donde se emplazan.

Calzos perimetrales: se colocarán en el fondo del galce para evitar el deslizamiento del vidrio.

Calzos laterales: asegurarán un espesor constante a los selladores, contribuyendo a la estanquidad y transmitiendo al bastidor los esfuerzos perpendiculares que inciden sobre el plano del vidrio. Se colocarán como mínimo dos parejas por cada lado del bastidor, situados en los extremos y a una distancia de  $1/10$  de su longitud y próximos a los calzos de apoyo y perimetrales, pero nunca coincidiendo con ellos.

Relleno de los galces, para asegurar la estanquidad entre los vidrios y sus marcos. Podrá ser:

Con enmasillado total. Las masillas que endurecen y las plásticas se colocarán con espátula o pistola. Las masillas elásticas se colocarán con pistola en frío.

Con bandas preformadas, de neopreno, butil, etc. y sellado de silicona. Las masillas en bandas preformadas o perfiles extrusionados se colocarán a mano, presionando sobre el bastidor.

Con perfiles de PVC o neopreno. Se colocarán a mano, presionando pegándolos.

Se suspenderán los trabajos cuando la colocación se efectúe desde el exterior y la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

– Acristalamiento formado por vidrios laminados:

Cuando esté formado por dos vidrios de diferente espesor, el de menor espesor se colocará al exterior. El número de hojas será al menos de dos en barandillas y antepechos, tres en acristalamiento antirrobo y cuatro en acristalamiento antibala.

– Acristalamiento formado por vidrios sintéticos:

En disposición horizontal, se fijarán correas al soporte, limpias de óxido e imprimadas o tratadas, en su caso.

En disposición vertical no será necesario disponer correas horizontales hasta una carga de 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

Se dejará una holgura perimetral de 3 mm para que los vidrios no sufran esfuerzos por variaciones dimensionales.

El soporte no transmitirá al vidrio los esfuerzos producidos por sus contracciones, dilataciones o deformaciones.

Los vidrios se manipularán desde el interior del edificio, asegurándolos con medios auxiliares hasta su fijación.

Los vidrios se fijarán, mediante perfil continuo de ancho mínimo 60 mm, de acero galvanizado o aluminio.

Entre vidrio y perfil se interpondrá un material elástico que garantice la uniformidad de la presión de apriete.

La junta se cerrará con perfil tapajuntas de acero galvanizado o aluminio y la interposición de dos juntas de material elástico que uniformicen el apriete y proporcionen estanquidad. El tapajuntas se fijará al perfil base con tornillos autorroscantes de acero inoxidable o galvanizado cada 35 cm como máximo. Los extremos abiertos del vidrio se cerrarán con perfil en U de aluminio.

– Acristalamiento formado por vidrios templados:

Las manufacturas (muescas, taladros, etc.) se realizarán antes de temprar el vidrio.

Se colocarán de forma que no sufran esfuerzos debidos a: contracciones o dilataciones del propio vidrio, de los bastidores que puedan enmarcarlo o flechas de los elementos resistentes y asientos diferenciales. Asimismo se colocarán de modo que no pierdan su posición por esfuerzos habituales (peso propio, viento, vibraciones, etc.)

Se fijarán por presión de las piezas metálicas, con una lámina de material elástico sin adherir entre metal y vidrio.

Los vidrios empotrados, sin suspensión, pueden recibirse con cemento, independizándolos con cartón, bandas bituminosas, etc., dejando una holgura entre canto de vidrio y fondo de roza. Los vidrios suspendidos, se fijarán por presión sobre el elemento resistente o con patillas, previamente independizados, como en el caso anterior.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

Según el CTE DB SUA 2, apartado. 1.4. La señalización de los vidrios estará a una altura inferior entre 0,85 m y 1,1 m y a una altura superior entre 1,5 m y 1,7 m.

- Condiciones de terminación

En caso de vidrios simples, dobles o laminados, para conseguir la estanquidad entre los vidrios y sus marcos se sellará la unión con masillas elásticas, bandas preformadas autoadhesivas o perfiles extrusionados elásticos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

Dimensiones del vidrio: espesor especificado  $\square$  1 mm. Dimensiones restantes especificadas  $\square$  2 mm.

Vidrio laminado: en caso de hojas con diferente espesor, la de mayor espesor al interior.

Perfil continuo: colocación, tipo especificado, sin discontinuidades.

Calzos: todos colocados correctamente, con tolerancia en su posición  $\square$  4 cm.

Masilla: sin discontinuidades, agrietamientos o falta de adherencia.

Sellante: sección mínima de 25 mm<sup>2</sup> con masillas plásticas de fraguado lento y 15 mm<sup>2</sup> las de fraguado rápido.

En vidrios sintéticos, diferencia de longitud entre las dos diagonales del acristalamiento (cercos 2 m): 2.5 mm.

- Conservación y mantenimiento

En general, los acristalamientos formados por vidrios simples, dobles, laminados y templados se protegerán con las condiciones adecuadas para evitar deterioros originados por causas químicas (impresiones producidas por la humedad, caída de agua o condensaciones) y mecánicas (golpes, ralladuras de superficie, etc.).

En caso de vidrios sintéticos, una vez colocados, se protegerán de proyecciones de mortero, pintura, etc.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

### **2.5.2.3. CELOSÍAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Cerramientos de huecos exteriores, formados por cuerpos opacos como bloques, piezas, lamas o paneles, anclados directamente a la estructura o a un sistema de elementos verticales y horizontales fijados a la fachada, con el objeto de proteger del sol y de las vistas el interior de los locales.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

En caso de celosía de bloques o piezas, metro lineal de celosía, incluso zócalo y mano de obra necesaria para su colocación. En los demás casos se valorarán por metros cuadrados, incluso estructura de soporte y anclaje, totalmente terminada.

#### **Prescripciones sobre los productos**



### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Celosía (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, según el material):

Celosía de bloques: el bloque tendrá un volumen de huecos superior al 33% del total aparente, dispuestos según un eje paralelo a la menor dimensión de la pieza, pudiendo ser de material cerámico o de hormigón, e ir o no armadas.

Los bloques estarán exentos de imperfecciones tales como manchas, eflorescencias, desconchados, grietas, roturas o cualquier otro defecto apreciable a simple vista.

Celosía de piezas: las piezas tendrán la forma adecuada para que con su unión, resulte una superficie perforada que dificulte la visión, pudiendo ser de aluminio anodizado con espesor mínimo de 20 micras en ambiente normal o

25 micras si es ambiente marino, o de acero protegido contra la corrosión.

Celosía de lamas: estará formada por una serie de lamas dispuestas horizontal o verticalmente que pueden ser fijas u orientables, de fibrocemento, aluminio, PVC, acero, madera, etc.

– Las lamas no presentarán alabeos, fisuras ni deformaciones o cualquier otro defecto apreciable a simple vista y serán lo suficientemente rígidas como para no entrar en vibración bajo el efecto de cargas de viento.

Celosía de paneles: estará formada por una serie de paneles de aluminio anodizado.

El aluminio tendrá una protección anódica mínima de 20 micras en exteriores y 25 en ambientes marinos.

Ensayos: medidas y tolerancias (inercia del perfil). Espesor del recubrimiento anódico. Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

Lotes: 50 unidades de celosía o fracción.

– Anclaje a fachada:

En caso de celosía de bloques, éstos se recibirán con mortero.

En caso de celosía de piezas, lamas, o paneles, éstos se unirán a un soporte para su anclaje a fachada.

– Mortero para albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

En cualquier caso, las celosías no serán elementos sustentantes debiendo quedar aisladas de esfuerzos que produzcan otros elementos del edificio.

En general, en el encuentro con un forjado u otro elemento estructural superior, existirá un espacio de 2 cm entre la última hilada y aquel, que se rellenará con mortero, pasadas 24 horas.

En las celosías de paneles, el soporte estará formado por perfiles horizontales de aluminio anodizado o acero galvanizado, provisto de los elementos necesarios para su anclaje a fachada, siendo capaz de soportar sin deformaciones los esfuerzos de viento.

En las celosías de bloques armadas, si el hueco a cerrar está limitado por elementos estructurales, se asegurará su anclaje disponiendo elementos intermedios.

En las celosías de lamas, el soporte estará formado por una serie de perfiles horizontales y verticales de acero galvanizado o aluminio anodizado, siendo capaz de soportar los esfuerzos de viento sin deformarse ni producir vibraciones.

En las celosías de piezas, el soporte estará formado por una serie de elementos horizontales y/o verticales unidos entre sí y compuestos por perfiles de aluminio anodizado o acero galvanizado. Los perfiles verticales estarán separados de forma que cada lama tenga, como mínimo, dos puntos de unión.

Los huecos estarán terminados, incluso revestimiento interior y aislamiento de fachada.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En caso de celosías de lamas, los elementos de unión con el soporte, serán de material compatible con el de la lama y protegidos contra la corrosión.

En caso de lamas de fibrocemento, los aditivos que se empleen para su coloración estarán exentos de sustancias que ataquen al cemento.

En caso de celosías de bloques, el encuentro de la celosía con elementos estructurales se hará de forma que no sean solidarios, dejando una junta entre ambos de 2 cm como mínimo, rellena con mortero.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

En caso de celosía de bloques, éstos se humedecerán por riego previamente sin llegar a empaparlos.

En caso de celosía de bloques armada, se colocarán dos redondos cada 60 cm como máximo y en las juntas perpendiculares a los bordes de apoyo.

En caso de celosía de piezas, éstas se fijarán a los elementos de soporte, cuidando que no queden holguras que puedan producir vibraciones.

En caso de celosía de lamas, el soporte se fijará a la fachada mediante el anclaje de sus elementos, cuidando que queden completamente aplomados. Las lamas se fijarán al soporte procurando que no existan holguras en la unión que den lugar a vibraciones.

En caso de celosía de paneles, la estructura se fijará a la fachada mediante el anclaje de sus elementos cuidando que queden aplomados. Los paneles se fijarán a la estructura de soporte.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

– Celosía de bloques:

La planeidad no presentará variaciones superiores a  $\pm 10$  mm comprobada con regla de 2 m.

El desplome no presentará variaciones superiores a  $\pm 3$  mm comprobado con regla de 1 m.

La horizontalidad no presentará variaciones superiores a  $\pm 2$  mm comprobada con regla de 1 m.

El espesor del llagueado será superior a 1 cm.

– Celosía de piezas colocada, de paneles o de lamas:

Planeidad. No presentará variaciones superiores a 5 mm/m.

Desplome. No presentará variaciones superiores a 3 mm/m.

- Condiciones de terminación

La celosía quedará plana y aplomada.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

El mortero de agarre no tendrá una dosificación distinta a la especificada.

Celosía de bloques armada: recibido de los bloques, horizontalidad de hiladas, desplome, planeidad, mortero de agarre.

La armadura tendrá las dimensiones y forma de colocación conforme a lo especificado.

Celosía de piezas colocada: anclaje de soporte. Fijación de las piezas. No existirán holguras.

Celosía de lamas y paneles: anclaje estructura soporte. Fijación de las piezas. No existirán holguras.

- Conservación y mantenimiento

No se someterán a esfuerzos para los que no han sido diseñadas.

En caso de celosía de piezas, de lamas y de paneles, no se colgarán elementos ni se producirán empujes que puedan dañarla.

#### **2.5.2.4. PERSIANAS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Cerramientos de huecos de fachada, enrollables o de celosía, de accionamiento manual o a motor, para oscurecer y proteger de las vistas el interior de los locales.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Unidad o metro cuadrado de hueco cerrado con persiana, totalmente montada, incluyendo todos los mecanismos y accesorios necesarios para su funcionamiento.

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

– Persiana (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.2.1): podrá ser enrollable o de celosía. La persiana estará formada por lamas de madera, aluminio o PVC, siendo la lama inferior más rígida que las restantes.

Lamas de madera: altura máxima 6 cm, anchura mínima 1,10 cm. Humedad: inferior a 8% en zona interior y a 12% en zona litoral. Dimensiones. Inercia. Nudos. Fendas y acebolladuras. Peso específico. Dureza.

Lamas de aluminio: espesores y dimensiones: altura máxima 6 cm, anchura mínima 1,10 cm. Anodizado: 20 micras en exteriores, 25 micras en ambiente marino. Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

Lamas de PVC: peso específico: mínimo 1,40 gr/cm<sup>3</sup>. Espesor del perfil: mínimo 1 mm.

– Guía: los perfiles en forma de U que conformen la guía, serán de acero galvanizado o aluminio anodizado y de espesor mínimo 1 mm.

– Sistema de accionamiento.

En caso de sistema de accionamiento manual:

El rodillo será resistente a la humedad y capaz de soportar el peso de la persiana.

La polea será de acero o aluminio, protegidos contra la corrosión, o de PVC.

La cinta será de material flexible con una resistencia a tracción cuatro veces superior al peso de la persiana.

En caso de sistema de accionamiento mecánico:

El rodillo será resistente a la humedad y capaz de soportar el peso de la persiana.

La polea será de acero galvanizado o protegido contra la corrosión.

El cable estará formado por hilos de acero galvanizado, e irá alojado en un tubo de PVC rígido.

El mecanismo del torno estará alojado en caja de acero galvanizado, aluminio anodizado o PVC rígido.

– Caja de persiana: en cualquier caso la caja de persiana estará cerrada por elementos resistentes a la humedad, de madera, chapa metálica u hormigón, siendo practicable desde el interior del local. Asimismo serán estancas al aire y al agua de lluvia y se dotarán de un sistema de bloqueo desde el interior, en puntos donde se precise tomar medidas contra el robo. No constituirá puente térmico. Se recomienda utilizar cajas de persiana prefabricadas, y si es posible, con un material absorbente acústico en la cámara.

Aireadores. Podrán ser dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

La fachada estará terminada y el aislamiento colocado.

Los huecos de fachada estarán terminados, incluso el revestimiento interior, el aislamiento y la carpintería.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitarán los siguientes contactos bimetálicos:

Cinc en contacto con: acero, cobre, plomo y acero inoxidable.

Aluminio con: plomo y cobre.

Acero dulce con: plomo, cobre y acero inoxidable.

Plomo con: cobre y acero inoxidable.

Cobre con: acero inoxidable. Proceso de ejecución.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

– En caso de persiana enrollable:

Se situarán y aplomarán las guías, fijándose al muro mediante atornillado o anclaje de sus patillas.

Estarán provistas, para su fijación, de perforaciones o patillas equidistantes. Las patillas tendrán un espesor mayor a 1 mm y una longitud de 10 cm como mínimo. Tendrán 3 puntos de fijación para alturas no mayores de 250 cm,

4 puntos para alturas no mayores de 350 cm y 5 para alturas mayores. Los puntos de fijación extremos distarán de éstos 25 cm como máximo. Las guías estarán separadas como mínimo 5 cm de la carpintería y penetrarán 5 cm en la caja de enrollamiento.

Se introducirán en las guías la persiana y entre éstas y las lamas habrá una holgura de 5 mm.

El rodillo se unirá a la polea y se fijará, mediante anclaje de sus soportes a las paredes de la caja de enrollamiento cuidando que quede horizontal.

El mecanismo de enrollamiento automático, se fijará al paramento en el mismo plano vertical que la polea y a 80 cm del suelo.

La cinta se unirá en sus extremos con el mecanismo de enrollamiento automático y la polea, quedando tres vueltas de reserva cuando la persiana esté cerrada.

La lama superior de la persiana, estará provista de cintas, para su fijación al rodillo. La lama inferior será más rígida que las restantes y estará provista de dos topes a 20 cm de los extremos para impedir que se introduzca totalmente en la caja de enrollamiento.

– En caso de persiana de celosía:

Si es corredera, las guías se fijarán adosadas al muro y paralelas a los lados del hueco, mediante tornillos o patillas. Los herrajes de colgar y los pivotes guía se fijarán a la persiana a 5 cm de los extremos.

Si es abatible, el marco se fijará al muro mediante tornillos o patillas, con dos puntos de fijación como mínimo cada lado del marco.

Si es plegable, las guías se colocarán adosadas o empotradas en el muro y paralelas entre sí, fijándose mediante tornillos o patillas. Se colocarán herrajes de colgar cada dos hojas de manera que ambos queden en la misma vertical.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Condiciones de terminación

La persiana quedará aplomada, ajustada y limpia.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

Se prestará especial cuidado en la ejecución de las cajas de persiana, debido a los puentes térmicos que se pueden crear, atendiéndose a los detalles constructivos correspondientes.

– Disposición y fijación.

Situación y aplomado de las guías: penetración en la caja, 5 cm. Separación de la carpintería, 5 cm como mínimo.

Fijación de las guías.

Caja de persiana: fijación de sus elementos al muro. Estanquidad de las juntas de encuentro de la caja con el muro. Según CTE DB HR la fijación de las cajas de persiana debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

Aislante térmico.

– Comprobación final.

Sistema de bloqueo desde el interior, en su caso.

Lama inferior más rígida con topes que impidan la penetración de la persiana en la caja.

- Ensayos y pruebas

Accionamiento de la persiana. Subida, bajada y fijación a una altura.

- Conservación y mantenimiento

Las persianas se protegerán adecuadamente.

No se someterán a esfuerzos para los que no han sido diseñadas.

#### **2.5.2.5. CIERRES**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Cerramientos de seguridad en huecos de fachadas, con cierres plegables, extensibles, enrollables o batientes, ciegos o formando malla, con el objeto de impedir el paso a un local.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Unidad o metro cuadrado de cierre, considerándose en ambos casos el cierre totalmente montado y en funcionamiento.

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los componentes cumplirán las siguientes condiciones según el tipo de cierre:

- En caso de cierre plegable, cada hoja estará formada por chapa de acero, de 0,80 mm de espesor mínimo, galvanizado o protegido contra la corrosión y el cerco estará formado por un perfil en L de acero galvanizado o protegido contra la corrosión.
- En caso de cierre extensible, los elementos verticales, las tijeras y las guías superior e inferior estarán formados por perfiles de acero galvanizado o protegido contra la corrosión.
- En caso de cierre enrollable, los perfiles en forma de U que conformen la guía, serán de acero galvanizado o protegido contra la corrosión y de espesor mínimo 1 mm, y dimensiones en función de la anchura del hueco. Tanto en caso de accionamiento manual como mecánico, el eje fijo y los tambores recuperadores serán de material resistente a la humedad. Los elementos de cerramiento exteriores de la caja de enrollamiento serán resistentes a la humedad, pudiendo ser de madera, chapa metálica, hormigón o cerámicos.

El tipo articulado estará formado por lamas de fleje de acero galvanizado o protegido contra la corrosión.

El tipo tubular estará formado por tubos de acero galvanizado o protegido contra la corrosión, de 16 mm de diámetro y 1 mm de espesor; la unión entre tubos se hará por medio de flejes de acero galvanizado o protegido contra la corrosión, de 0,80 mm de espesor.

El tipo malla estará formado por redondos de acero galvanizado o protegido contra la corrosión.

- Persianas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.2.1).
- Perfiles laminados y chapas de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.2).
- Tubos de acero galvanizado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.1, 19.5.2).
- Perfiles de aluminio anodizado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.6.1).
- Perfiles de madera (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2).

##### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

En caso de cierre enrollable, se comprobará la altura del hueco para dejar el espacio suficiente para su enrollamiento.



Los enlucidos no sobresaldrán en jambas y dintel para que no rocen con la hoja del cierre, dañándola.

Se comprobará que el pavimento esté a nivel y limpio, para obtener un cerramiento correcto.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitarán los siguientes contactos bimetálicos:

Cinc en contacto con: acero, cobre, plomo y acero inoxidable.

Aluminio con: plomo y cobre.

Acero dulce con: plomo, cobre y acero inoxidable.

Plomo con: cobre y acero inoxidable.

Cobre con: acero inoxidable.

### Proceso de ejecución

- Ejecución

Se replanteará y marcará la situación de los anclajes y cajeados.

En cualquier caso, el cierre quedará en el nivel y el plano previstos, dispondrá de topes fijados al paramento para evitar golpes al abrirlo; así mismo, los mecanismos de deslizamiento garantizarán un accionamiento suave y silencioso. Las guías se fijarán al paramento con anclajes galvanizados, con una distancia entre ellos menor o igual de 50 cm y a los extremos inferior a 30 cm. La holgura entre el pavimento y la hoja será inferior a 10 mm. La guía tendrá 3 puntos de fijación para alturas inferiores a 250 cm, 4 puntos para alturas inferiores a 350 cm y 5 puntos para alturas mayores; los puntos de fijación extremos distarán de éstos 25 cm como máximo.

En caso de cierre plegable, la unión entre hojas y cerco se hará mediante dos pernios o bisagras soldadas en sus lados verticales, a 15 cm de los extremos. El cerco estará provisto de dos patillas de 5 cm de longitud, separadas 25 cm de los extremos, y se fijará al muro mediante atornillado o anclaje de sus patillas cuidando que quede aplomado.

En caso de cierre extensible, los elementos verticales estarán unidos entre sí en tres puntos, dos a 10 cm de los extremos y otro en el centro. Las guías superior e inferior tendrán como mínimo dos puntos de fijación, quedando paralelas entre sí, a los lados del hueco y en el mismo plano vertical; asimismo estarán separadas 5 cm como mínimo de la carpintería.

En caso de cierre enrollable, la guía se fijará al muro mediante atornillado o anclaje de sus patillas cuidando que quede aplomada; podrán colocarse empotradas o adosadas al muro y separadas 5 cm como mínimo de la carpintería. Penetrará 5 cm en la caja de enrollamiento. Se introducirá el cierre enrollable en las guías y se fijará mediante tornillos a los tambores del rodillo, cuidando que quede horizontal. El sistema de accionamiento se fijará a las paredes de la caja de enrollamiento mediante anclaje de sus soportes, cuidando que quede horizontal; el eje estará separado 25 cm de la caja de enrollamiento.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

– En general:

La horizontalidad no presentará variaciones superiores a  $\pm 1$  mm en 1 m.

El desplome de las guías no presentará variaciones superiores a  $\pm 2$  mm en 1 m.

El plano previsto respecto a las paredes no presentará variaciones superiores a  $\pm 2$  mm en 1 m.

La holgura hoja-solado no será inferior a 2 mm.

– En caso de cierre plegable:

Colocación del cerco: fijación defectuosa. Desplome de 2 mm en 1 m.

– En caso de cierre extensible:

Colocación del cierre: fijación defectuosa. Separación de la carpintería inferior a 5 cm.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

En general, se cumplen las tolerancias admisibles.

En caso de cierre plegable: comprobación de la fijación defectuosa de los elementos de giro en la colocación del cierre.

En caso de cierre extensible: comprobación de la fijación y situación de las guías (fijación, horizontalidad, paralelismo).

## **2.5.2.6. TOLDOS Y PARASOLES**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Protecciones ligeras material textil, por lo general plegables, que detienen parcial o totalmente la radiación solar directa.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de toldo completamente terminado, incluso herrajes y accesorios, totalmente colocado.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Toldos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.2.2).

– Pieza/s textil/es, opacas o translúcidas.

– Estructura de sustentación (brazos laterales, etc.): acero, aluminio, madera, etc.

– Mecanismos de anclaje (tacos de expansión y tirafondos de cabeza hexagonal, cadmiado o galvanizado).

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- Condiciones previas: soporte

Los anclajes se fijarán a elementos resistentes (fábricas, forjados, etc.). Si son antepechos de fábrica el espesor mínimo será de 15 cm.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitarán los siguientes contactos bimetálicos:

Cinc en contacto con: acero, cobre, plomo y acero inoxidable.

Aluminio con: plomo y cobre.

Acero dulce con: plomo, cobre y acero inoxidable.

Plomo con: cobre y acero inoxidable.

Cobre con: acero inoxidable. **Proceso de ejecución.**

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Se empotrarán a la fachada los elementos de fijación.

Se montarán según el modelo y las instrucciones específicas del fabricante, bajo el control de la oficina de estudios correspondientes.

En caso de que el toldo lleve tambor de arrollamiento, este no entorpecerá el movimiento de las hojas de la carpintería.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Condiciones de terminación

El toldo quedará aplomado y limpio.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación:

Empotramiento a la fachada.

Elementos de fijación.

- Conservación y mantenimiento

Los toldos se mantendrán limpios y protegidos.

No se someterán a esfuerzos para los que no ha sido diseñado y puedan dañarlo.

Se evitarán golpes y rozaduras, así como el vertido sobre el toldo de productos cáusticos y de agua procedente de jardineras o de la limpieza de la cubierta.

No se apoyarán objetos ni se aplicarán esfuerzos perpendiculares al plano del toldo.

No se colgará de la estructura del toldo cualquier objeto, ni se fijará sobre ella.

## **2.5.3. DEFENSAS**

### **2.5.3.1. BARANDILLAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Defensa formada por barandilla compuesta de bastidor (pilastras y barandales), pasamanos y entrepaño, anclada a elementos resistentes como forjados, soleras y muros, para protección de personas y objetos de riesgo de caída entre zonas situadas a distinta altura.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro lineal incluso pasamanos y piezas especiales, totalmente montado.

#### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Bastidor:

Los perfiles que conforman el bastidor podrán ser de acero galvanizado, aleación de aluminio anodizado, etc.

Perfiles laminados en caliente de acero y chapas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.2).

Perfiles huecos de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.1, 19.5.2).

Perfiles de aluminio anodizado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.6.1).

Perfiles de madera (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2).

– Pasamanos:

Reunirá las mismas condiciones exigidas a las barandillas; en caso de utilizar tornillos de fijación, por su posición, quedarán protegidos del contacto directo con el usuario.

– Entrepaños:

Los entrepaños para relleno de los huecos del bastidor podrán ser de polimetacrilato, poliéster reforzado con fibra de vidrio, PVC, fibrocemento, etc., con espesor mínimo de 5 mm; asimismo podrán ser de vidrio (armado, templado o laminado), etc.

– Anclajes:

Los anclajes podrán realizarse mediante:

Placa aislada, en barandillas de acero para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm y para fijación de barandales a los muros laterales.

Pletina continua, en barandillas de acero para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm, coincidiendo con algún elemento prefabricado del forjado.

Angular continuo, en barandillas de acero para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm, o se sitúen en su cara exterior.

Pata de agarre, en barandillas de aluminio, para fijación de las pilastras cuando sus ejes disten del borde del forjado no menos de 10 cm.

– Pieza especial, normalmente en barandillas de aluminio para fijación de pilastras, y de barandales con tornillos.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

**Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

**Características técnicas de cada unidad de obra**

• Condiciones previas: soporte

Las barandillas se anclarán a elementos resistentes como forjados o soleras, y cuando estén ancladas sobre antepechos de fábrica su espesor será superior a 15 cm.

Siempre que sea posible se fijarán los barandales a los muros laterales mediante anclajes.

• Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitarán los siguientes contactos bimetálicos:

Cinc en contacto con: acero, cobre, plomo y acero inoxidable.

Aluminio con: plomo y cobre.

Acero dulce con: plomo, cobre y acero inoxidable.

Plomo con: cobre y acero inoxidable.

Cobre con: acero inoxidable. Proceso de ejecución

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

Replanteada en obra la barandilla, se marcará la situación de los anclajes.

Alineada sobre los puntos de replanteo, se presentará y aplomará con tornapuntas, fijándose provisionalmente a los anclajes mediante puntos de soldadura o atornillado suave.

Los anclajes podrán realizarse mediante placas, pletinas o angulares, según la elección del sistema y la distancia entre el eje de las pilastras y el borde de los elementos resistentes. Los anclajes garantizarán la protección contra empujes y golpes durante todo el proceso de instalación; asimismo mantendrán el aplomado de la barandilla hasta que quede definitivamente fijada al soporte.

Si los anclajes son continuos, se recibirán directamente al hormigonar el forjado. Si son aislados, se recibirán con mortero de cemento en los cajeados previstos al efecto en forjados y muros.

En forjados ya ejecutados los anclajes se fijarán mediante tacos de expansión con empotramiento no menor de

45 mm y tornillos. Cada fijación se realizará al menos con dos tacos separados entre sí 50 mm.

Siempre que sea posible se fijarán los barandales a los muros laterales mediante anclajes.

La unión del perfil de la pilastra con el anclaje se realizará por soldadura, respetando las juntas estructurales mediante juntas de dilatación de 40 mm de ancho entre barandillas.

Cuando los entrepaños y/o pasamanos sean desmontables, se fijarán con tornillos, junquillos, o piezas de ensamblaje, desmontables siempre desde el interior.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Condiciones de terminación

El sistema de anclaje al muro será estanco al agua, mediante sellado y recebado con mortero del encuentro de la barandilla con el elemento al que se ancle.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Puntos de observación.

Disposición y fijación:

Aplomado y nivelado de la barandilla.

Comprobación de la altura y entrepaños (huecos).

Comprobación de la fijación (anclaje) según especificaciones del proyecto.

#### • Ensayos y pruebas

Según el CTE DB SE AE, apartado 3.2. Se comprobará que las barreras de protección tengan resistencia y rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en dicho apartado, en

función de la zona en que se encuentren. La fuerza se aplicará a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

Las barreras de protección situadas delante de asientos fijos, resistirán una fuerza horizontal en el borde superior de 3 kN/m y simultáneamente con ella, una fuerza vertical uniforme de 1,0 kN/m, como mínimo, aplicada en el borde exterior.

En las zonas de tráfico y aparcamiento, los parapetos, petos o barandillas y otros elementos que delimiten áreas accesibles para los vehículos resistirán una fuerza horizontal, uniformemente distribuida sobre una longitud de 1 m, aplicada a 1,2 m de altura sobre el nivel de la superficie de rodadura o sobre el borde superior del elemento si éste está situado a menos altura, cuyo valor característico se definirá en el proyecto en función del uso específico y de las características del edificio, no siendo inferior a  $q_k = 50$  kN.

- **Conservación y mantenimiento**

Las barreras de protección no se utilizarán como apoyo de andamios, tabloneros ni elementos destinados a la subida de cargas.

Se revisarán los anclajes hasta su entrega y se mantendrán limpias.

### **2.5.3.2. REJAS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Elementos de seguridad fijos en huecos exteriores constituidos por bastidor, entrepaño y anclajes, para protección física de ventanas, balcones, puertas y locales interiores contra la entrada de personas extrañas.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Unidades de reja, totalmente terminadas y colocadas o en metros cuadrados.

#### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Bastidor: elemento estructural formado por pilastras y barandales. Transmite los esfuerzos a los que es sometida la reja a los anclajes.

Perfiles laminados en caliente de acero y chapas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.2).

Perfiles huecos de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.1, 19.5.2).

Perfiles de aluminio anodizado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.6.1).

– Entrepaño: conjunto de elementos lineales o superficiales de cierre entre barandales y pilastras.

– Sistema de anclaje:

Empotrada (patillas).

Tacos de expansión y tirafondos, etc.

#### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- **Condiciones previas: soporte**

Las rejas se anclarán a elementos resistentes (muro, forjado, etc.). Si son antepechos de fábrica el espesor mínimo será de 15 cm.

Los huecos en la fábrica y sus revestimientos estarán acabados.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**



Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitarán los siguientes contactos bimetálicos:

Cinc en contacto con: acero, cobre, plomo y acero inoxidable.

Aluminio con: plomo y cobre.

Acero dulce con: plomo, cobre y acero inoxidable.

Plomo con: cobre y acero inoxidable.

Cobre con: acero inoxidable.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

Se replanteará y marcará la situación de los anclajes y cajeados.

Presentada sobre los puntos de replanteo con tornapuntas, se aplomará y fijará a los paramentos mediante el anclaje de sus elementos, cuidando que quede completamente aplomada.

El anclaje al muro será estable y resistente, no originando penetración de agua en el mismo.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Condiciones de terminación

La reja quedará aplomada y limpia.

Las rejas de acero deberán llevar una protección anticorrosión de 20 micras como mínimo en exteriores, y 25 en ambiente marino.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Puntos de observación.

Disposición y fijación:

Aplomado y nivelado de rejas.

Comprobación de la altura y de entrepaños.

Sellado o recebado con mortero del encuentro de la reja con el elemento donde se ancle.

Comprobación de la fijación (anclaje) según especificaciones del proyecto.

#### • Conservación y mantenimiento

Las rejas no se utilizarán en ningún caso como apoyo de andamios, tabloneros ni elementos destinados a la subida de muebles o cargas.

Las rejas se mantendrán limpias y se protegerán adecuadamente.

No se someterán a esfuerzos para los que no han sido diseñadas y puedan dañarlas.

## **2.5.4. FACHADAS INDUSTRIALIZADAS**

### **2.5.4.1. FACHADAS DE PANELES LIGEROS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Cerramiento de edificios constituido por elementos ligeros opacos o transparentes fijados a una estructura auxiliar anclada a la estructura del edificio, donde la carpintería puede quedar vista u oculta.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de superficie de muro ejecutado (estructura, paneles, acristalamiento), incluyendo o no la estructura auxiliar incluso piezas especiales de anclaje, sellado y posterior limpieza.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ . Los aislantes de los elementos opacos o paneles utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $kPa \cdot s/m^2$ , obtenida según UNE EN 29053. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto.

– Bases de fijación en los forjados:

Estarán constituidas por perfil de acero con un espesor mínimo de galvanizado por inmersión de 4 micras. Asimismo llevarán soldadas un mínimo de dos patillas de anclaje y se dispondrán uniformemente repartidas. Irán provistas de los elementos necesarios para el acoplamiento con el anclaje.

– Anclajes:

Estarán constituidos por perfil de acero con un espesor mínimo de galvanizado por inmersión de 40 micras. Asimismo irán provistos de los elementos necesarios para el acoplamiento con la base de fijación, de forma que permita el reglaje de los elementos del muro cortina en sus dos direcciones laterales, y otra normal al mismo. Absorberán los movimientos de dilatación del edificio.

– Estructura auxiliar:

Existen dos sistemas: montantes verticales y travesaños horizontales, o únicamente montantes verticales. Los montantes y travesaños no presentarán deformaciones ni alabeos, su aspecto superficial estará exento de rayas, golpes o abolladuras y sus cortes serán homogéneos. Irá provisto de los elementos necesarios para el acoplamiento con los anclajes, travesaños o paneles completos y con los montantes superior e inferior. Los montantes llevarán en los extremos los elementos necesarios para el acoplamiento con los paneles y vendrán protegidos superficialmente contra los agentes corrosivos.

Los travesaños y montantes podrán ser de:

Aluminio, de espesor mínimo 2 mm.

Acero conformado, de espesor mínimo 0,80 mm.

Acero inoxidable, de espesor mínimo 1,50 mm.

PVC, etc.

La perfilería será con/sin rotura de puente térmico.

Las bases de fijación, el anclaje y la estructura auxiliar deberán tener la resistencia suficiente para soportar el peso de los elementos del muro cortina separadamente, planta por planta.

– Sistema de fijación del vidrio:

La fijación del vidrio a la estructura portante se podrá conseguir por dos técnicas diferentes:

Fijación mecánica mediante piezas metálicas y taladros practicados al vidrio.

Acristalamiento estructural: fijación elástica con adhesivos, generalmente siliconas de alto módulo.

– Acristalamiento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 7.4):

En caso de que la fijación a la estructura portante sea mecánica, el vidrio deberá ser obligatoriamente templado.

En caso de acristalamiento estructural, el vidrio podrá ser monolítico o con cámara de aire, recocido, templado, laminar, incoloro, de color y con capas selectivas ya sean reflectantes o bajo emisivas.

En antepechos siempre serán vidrios templados.

El acristalamiento siempre llevará un tratamiento de bordes, como mínimo canto arenado.

– Elementos opacos de cerramiento:

A su vez estarán constituidos por una placa exterior y otra interior (de acero, aluminio, cobre, madera, vidrio, zinc, etc.), con un material aislante intermedio (lana mineral, poliestireno expandido, etc.).

Los elementos opacos serán resistentes a la abrasión y a los agentes atmosféricos.

– Junta preformada de estanquidad: podrá ser de policloropropeno, de PVC, etc.

– Producto de sellado: podrá ser de tipo Thiokol, siliconas, etc.

– Paneles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.9.4):

El panel se suministrará con su sistema de sujeción a la estructura del edificio, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad así como su resistencia a las solicitaciones previstas.

El panel podrá ser de un material homogéneo, (plástico, metálico, etc.), o bien compuesto de capa exterior de tipo plástico o metálico (acero, aluminio, acero inoxidable, madera, material sintético etc.), capa intermedia de material aislante/absorbente y una lámina interior de material plástico, metálico, madera, etc.

Los cantos del panel presentarán la forma adecuada y/o se suministrará con los elementos accesorios necesarios para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y de éstos con los elementos de la fachada, una vez selladas y acabadas sean estancas al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

El material que constituya el aislamiento térmico podrá ser fibra de vidrio, espuma rígida de poliestireno extruída, espuma de poliuretano, etc.

En caso de paneles de acero éste llevará algún tipo de tratamiento como prelacado, galvanizado, etc.

En caso de paneles de aluminio, el espesor mínimo del anodizado será de 20 micras en exteriores y 25 micras en ambiente marino. En caso de ir lacados, el espesor mínimo del lacado será de 80 micras.

– Sistema de sujeción:

Cuando la rigidez del panel no permita un sistema de sujeción directo a la estructura del edificio, el sistema incluirá elementos auxiliares como correas en Z o C, perfiles intermedios de acero, etc., a través de los cuales se realizará la fijación.

Se indicarán las tolerancias que permite el sistema de fijación, de aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro y de distancia entre planos horizontales de fijación.

Los elementos metálicos que comprenden el sistema de sujeción quedarán protegidos contra la corrosión.

El sistema de fijación del panel a la estructura secundaria podrá ser visto u oculto mediante clips, tornillos autorroscantes, etc.

- Juntas: las juntas entre paneles podrán ser a tope, o mediante perfiles, etc.
- Productos de sellado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9): podrá ser mediante productos pastosos o bien perfiles preformados.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

Durante la ejecución de los forjados se recibirán en su cara superior, inferior o en el canto un número n de bases de fijación quedando empotradas, aplomadas y niveladas.

Antes de colocar el anclaje, se comprobará que los desniveles máximos de los forjados son menores de 25 mm y que el desplome entre caras de forjados en fachada no es mayor de 10 mm.

En el borde del forjado inferior se marcarán los ejes de modulación pasándolos mediante plomos a las sucesivas plantas.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando la estructura auxiliar del muro cortina no esté preparada para recibir directamente el elemento de cerramiento, éste se colocará con carpintería.

Los adhesivos serán siliconas de tres tipos según los materiales a enlazar:

Silicona para unión vidrio - vidrio en la fabricación del doble acristalamiento.

Silicona para la unión vidrio - metal en la fijación del vidrio al marco soporte.

Silicona de estanquidad para el sellado de las juntas entre vidrios.

Los elementos auxiliares (calzos, obturadores, etc.) que intervengan en el montaje serán compatibles entre sí y con los selladores y adhesivos.

Se tendrá en cuenta las características particulares de cada producto vítreo y su compatibilidad con el resto de materiales. En el caso de acristalamiento estructural se podrá usar cualquier tipo de vidrio a excepción del vidrio armado.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Los anclajes se fijarán a las bases de fijación de manera que permita el reglaje del montante una vez colocado.

Se colocarán los montantes en la fachada uniéndolos a los anclajes por su parte superior permitiendo la regulación en sus tres direcciones, para lograr la modulación, aplomado y nivelación. En el extremo superior del montante se acoplará un casquillo que permita el apoyo con el montante superior. Entre los montantes quedará una junta de dilatación de 2 mm/m, mínima.

Los travesaños se unirán a los montantes por medio de casquillos y otros sistemas. Entre el montante y travesaño, quedará una junta de dilatación de 2 mm/m.

Se colocará el elemento opaco o transparente de cerramiento sobre el módulo del cerramiento fijándose a él mediante junquillos a presión u otros sistemas.

Se colocará la junta preformada de estanquidad a lo largo de los encuentros del cerramiento con los elementos de obra gruesa, así como en la unión con los elementos opacos, transparentes y carpinterías, de forma que asegure la estanquidad al aire y al agua permitiendo los movimientos de dilatación.

El panel completo se unirá a los montantes por casquillos a presión y angulares atornillados que permitan la dilatación, haciendo coincidir esta unión con los perfiles horizontales del panel.

En su caso, el elemento de carpintería se unirá por tornillos con juntas de expansión u otros sistemas flotantes a la estructura auxiliar del cerramiento.

En caso de acristalamiento estructural, el encolado de los vidrios a los bastidores metálicos se hará siempre en taller climatizado, nunca en obra, para evitar riesgo de suciedad u condensaciones.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Condiciones de terminación**

El producto de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas a temperatura superior a 0 °C, comprobando antes de extenderlo que no existen óxidos, polvo, grasa o humedad.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Puntos de observación.

Condiciones de no aceptación:

– Base de fijación:

El desplome presente variaciones superiores a  $\pm 1$  cm, o desniveles de  $\pm 2,5$  cm en 1 m.

– Montantes y travesaños:

No existan casquillos de unión entre montantes.

El desplome o desnivel presente variaciones superiores a  $\pm 2\%$ .

– Cerramiento:

No permita movimientos de dilatación.

La colocación discontinua o incompleta de la junta preformada.

En el producto de sellado exista discontinuidad.

El ancho de la junta no quede cubierto por el sellador.

Fijación deficiente del elemento de cerramiento.

- **Ensayos y pruebas**

– Prueba de servicio:

Estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

Resistencia de montante y travesaño: aparecen deformaciones o degradaciones.

Resistencia de la cara interior de los elementos opacos: se agrieta o degrada el revestimiento o se ocasionan deterioros en su estructura.

Resistencia de la cara exterior de los elementos opacos: existen deformaciones, degradaciones, grietas, deterioros o defectos apreciables.

- **Conservación y mantenimiento**

Se evitarán golpes y rozaduras. No se apoyarán sobre el cerramiento elementos de elevación de cargas o muebles, ni cables de instalación de rótulos, así como mecanismos de limpieza exterior o cualesquiera otros objetos que, al ejercer un esfuerzo sobre éste pueda dañarlo.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

Cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

#### **2.5.4.2. FACHADAS DE PANELES PESADOS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Cerramiento de edificios, sin función estructural, constituido por elementos prefabricados pesados anclados a la estructura del edificio.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de superficie de cerramiento ejecutado, incluyendo paneles, juntas y sellado, incluso piezas especiales de anclaje y posterior limpieza.

Metro lineal de remate.

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ . Los productos de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $kPa \cdot s/m^2$ , obtenida según UNE EN 29053. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto.

– Panel:

El panel de hormigón podrá ser de tipo:

Macizo, con diferentes acabados superficiales.

Aligerado con bloques aligerantes.

Compuesto, formado por dos capas de hormigón y una intermedia de material aislante/absorbente.

De bloques de hormigón o cerámicos.

El panel presentará sus aristas definidas y estará exento de fisuras y coqueras que puedan afectar a sus condiciones de funcionalidad.



Los cantos del panel presentarán la forma adecuada para que las juntas resultantes de la unión entre paneles y de éstos con los elementos de la fachada, una vez selladas y acabadas, sean estancas al aire y al agua y no den lugar a puentes térmicos.

Será capaz de resistir las solicitaciones derivadas del desmoldeo y levantamiento para transporte, del propio transporte, y del izado y montaje en obra.

Se suministrará con su sistema de sujeción a la estructura del edificio, que garantizará, una vez colocado el panel, su estabilidad así como su resistencia a las solicitaciones previstas.

Se indicarán los coeficientes de dilatación térmica y de hinchamiento, así como las tolerancias de fabricación y resistencia térmica del panel.

– Sistema de sujeción:

Garantizará la fijación del panel a la estructura del edificio, así como su resistencia a las solicitaciones de viento y variaciones de temperatura.

Para el sistema de sujeción se indicarán las tolerancias que permite, de aplomado entre el elemento de fijación más saliente y cualquier otro de distancia entre planos horizontales de fijación.

Los elementos metálicos que comprenden el sistema de sujeción quedarán protegidos contra la corrosión.

– Juntas:

Cuando el panel constituya sólo la hoja exterior del cerramiento, podrán adoptarse cantos planos que den lugar a juntas horizontales y verticales a tope.

Cuando el panel constituya el cerramiento completo, se adoptará preferentemente entre paneles:

En cantos horizontales, formas que den lugar a juntas con resalto y rebajo complementarios.

En cantos verticales, formas que den lugar a juntas con cámara de descompresión.

– Productos de sellado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9, 19.1):

Podrán ser de productos pastosos (morteros elásticos, morteros de resinas, etc.) o bien perfiles preformados y gomas.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Durante la ejecución de los forjados se recibirán en su cara, superior, inferior o en el canto un número n de bases de fijación quedando empotradas, aplomadas y niveladas.

Antes de colocar el anclaje, se comprobará que los desniveles máximos de los forjados son menores de 25 mm y que el desplome entre caras de forjados en fachada no es mayor de 1 cm.

En el borde del forjado inferior se marcarán los ejes de modulación pasándolos mediante plomos a las sucesivas plantas.

#### • Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Los adhesivos serán siliconas de tres tipos según los materiales a enlazar:

Silicona para unión vidrio - vidrio en la fabricación del doble acristalamiento.

Silicona para la unión vidrio - metal en la fijación del vidrio al marco soporte.

Silicona de estanquidad para el sellado de las juntas entre vidrios.

Los elementos auxiliares (calzos, obturadores, etc.) que intervengan en el montaje serán compatibles entre sí y con los selladores y adhesivos.

Se tendrá en cuenta las características particulares de cada producto vítreo y su compatibilidad con el resto de materiales. En el caso de acristalamiento estructural se podrá usar cualquier tipo de vidrio a excepción del vidrio armado.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

Se elevará y situará el panel en fachada. Una vez presentados todos los paneles de una planta o aquellos que en ella vayan a quedar comprendidos entre elementos fijos de la fachada, se sujetará el panel, se alineará, nivelará y aplomará.

Se medirá el ancho de la junta en todo su perímetro, comprobando que corresponde con la indicada en proyecto, y que esta es continua.

Se sujetará definitivamente el panel a los elementos de fijación que se habrán previsto anclados a la estructura del edificio.

Cuando la solución de junta vertical sea con cámara de descompresión, se impermeabilizará el canto superior del panel en una longitud no menor de 10 cm a cada lado de la junta, previo a la colocación de los paneles superiores.

En el caso de existir remates de obra no industrializados, ver capítulo Fachadas de piezas de arcilla cocida y de hormigón.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Condiciones de terminación

El producto de sellado se aplicará en todo el perímetro de las juntas para garantizar su estanquidad y acabado exterior, comprobando antes que éstas estarán limpias de polvo, aceites o grasas.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Puntos de observación. Las condiciones de no aceptación podrán ser:

La alineación y aplomado de paneles medida en los cantos de los paneles presente variaciones superiores a la tolerancia de fabricación más 2 mm.

Se comprobará que la sujeción es la misma que la especificada por la dirección facultativa.

El ancho de la junta vertical sea inferior al ancho mínimo.

El ancho de la junta horizontal sea inferior al ancho mínimo.

Presencia de elementos metálicos no protegidos contra la oxidación.

El ancho de la junta no quede totalmente cerrado por el sellador. La presencia de rebabas o desprendimientos.

En juntas con cámara de descompresión el sellador se ha introducido en la cámara y/o se ha sellado la zona de comunicación de esta con el exterior.

#### • Ensayos y pruebas

Estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

#### • Conservación y mantenimiento

Se evitarán golpes y rozaduras. No se apoyarán sobre el cerramiento elementos de elevación de cargas o muebles, ni cables de instalación de rótulos, así como mecanismos de limpieza exterior o cualesquiera otros objetos que, al ejercer un esfuerzo sobre éste pueda dañarlo.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### • Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

Cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

## **2.5.5. PARTICIONES**

### **2.5.5.1. PARTICIONES DE PIEZAS DE ARCILLA COCIDA O DE HORMIGÓN**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Particiones de ladrillo de arcilla cocida, bloque de arcilla aligerada u hormigón tomado con mortero de cemento y/o cal o yeso, con bandas elásticas en su caso.

Será de aplicación todo lo que le afecte de la subsección Fábrica estructural de acuerdo con su comportamiento mecánico previsible.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de fábrica de ladrillo de arcilla cocida, bloque de arcilla aligerada u hormigón tomado con mortero de cemento y/o cal o yeso, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de bandas elásticas (en su caso), de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, ejecución de encuentros y elementos especiales, medida deduciendo huecos superiores a 1 m<sup>2</sup>.

#### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Las fábricas pueden estar constituidas por:

- Piezas de arcilla cocida (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1): ladrillos o bloques de arcilla aligerada.
- Bloques de hormigón de áridos densos y ligeros (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.3).
- Bloques de hormigón celular curado en autoclave (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.4).
- Componentes auxiliares para fábricas de albañilería: llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos, dinteles, etc. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.2).
- Bandas elásticas. Se debe indicar su rigidez dinámica,  $s'$ , en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE. Se consideran materiales adecuados para las bandas aquellos que tengan una rigidez dinámica,  $s'$ , menor que 100 MN/m<sup>3</sup> tales como el poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.
- Mortero de albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de

albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

– Yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.5).

Según el CTE DB HE 1, apartado 4. Se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados de las particiones interiores que componen la envolvente térmica, se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ . La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

Los ladrillos y bloques se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno. Si se reciben empaquetados, el envoltorio no será totalmente hermético.

Los cementos envasados y la arena se almacenarán sobre palets, o plataforma similar, en un lugar cubierto, seco, ventilado y protegido de la humedad y la exposición directa al sol un máximo de tres meses. El cemento recibido a granel se almacenará en silos.

El mortero se utilizará a continuación de su amasado, hasta un máximo de 2 horas. Antes de realizar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.

Los sacos de yeso se almacenarán a cubierto y protegidos de la humedad. Si el yeso se recibe a granel se almacenará en silos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra. Comprobado el nivel del forjado terminado, si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero. Se dispondrá de los precercos en obra.

Las superficies donde se coloquen las bandas elásticas deben estar limpias y sin imperfecciones significativas.

#### Compatibilidad

Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales.

Es aconsejable separar las piezas cerámicas porosas del aluminio mediante dos manos de pintura bituminosa, u otro elemento espaciador. Se debe tener especial cuidado con algunos tipos de ladrillos que tienen cloruros en su composición, ya que estos pueden acelerar el proceso de corrosión.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

– Replanteo:

Se realizará el replanteo horizontal de la fábrica, según el plano de replanteo del proyecto, respetando en el tabique las juntas estructurales del edificio. Los tabiques con conducciones de diámetro mayor o igual que 2 cm serán de hueco doble.

Se colocarán miras rectas y aplomadas a distancias no mayores que 4 m, y se marcarán las alturas de las hiladas.

– En general:

La primera hilada en cada planta se recibirá sobre capa de mortero de 1 cm de espesor, extendida en toda la superficie de asiento de la fábrica. Las hiladas se ejecutarán niveladas, guiándose de las lienzas que marcan su altura. Se comprobará que la hilada que se está ejecutando no se desploma sobre la anterior. Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales enteras, salvo cuando dos partes tengan que levantarse en distintas épocas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dispondrán enjarjes. Los encuentros de esquinas o con otras fábricas, se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas.

Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.

En el caso de dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas:

Se colocarán las bandas elásticas en la base y laterales de la primera hoja de fábrica.

Se ejecutará la primera hoja de fábrica, recibéndola en su base, sobre la banda elástica, con yeso o pasta de agarre.

Colocación de la banda en el remate superior y retacado de yeso o pasta la apertura existente entre la fila superior de las piezas de fábrica y la banda elástica, evitando que el yeso o pasta contacte con el forjado superior.

Se colocará el absorbente acústico fijado, según se indique en proyecto, a la cara interior de la primera hoja de fábrica, evitando que se rompa en su instalación. El material debe ocupar toda la superficie de la hoja de fábrica, de suelo a techo.

Se realizará el replanteo necesario y se ejecutará la segunda hoja siguiendo los pasos anteriores.

En el caso de dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimetrales en una hoja:

Ejecución de la hoja que no lleva bandas elásticas.

Se colocará el absorbente acústico fijado, según se indique en proyecto, a la cara interior de la primera hoja de fábrica, evitando que se rompa en su instalación. El material debe ocupar toda la superficie de la hoja de fábrica, de suelo a techo.

Replanteo en forjado de suelo de la segunda hoja de fábrica, que lleva bandas elásticas. Se realizará conforme lo indicado previamente en el caso de dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas.

– Colocación de ladrillos de arcilla cocida:

Los ladrillos se humedecerán antes de su colocación, para que no absorban el agua del mortero. Se colocarán a restregón, utilizando suficiente mortero para que penetre en los huecos del ladrillo y las juntas queden rellenas. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante en cada hilada. Las fábricas de arcilla cocida quedarán planas y aplomadas, y tendrán una composición uniforme en toda su altura.

– Colocación de bloques de arcilla aligerada:

Los bloques se humedecerán antes de su colocación. Se colocarán sin mortero en la junta vertical. Se asentarán verticalmente, no a restregón, haciendo tope con el machihembrado, y golpeando con una maza de goma para que el mortero penetre en las perforaciones. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. Se comprobará que el espesor del tendel una vez asentados los bloques esté comprendido entre 1 y 1,5 cm. La separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas deberá ser igual o mayor a 7 cm. Para ajustar la modulación vertical se podrán variar los espesores de las juntas de mortero (entre 1 y 1,5 cm), o se utilizarán piezas especiales de ajuste vertical o piezas cortadas en obra con cortadora de mesa.

– Colocación de bloques de hormigón:

Debido a la conicidad de los alveolos de los bloques huecos, la cara que tiene más superficie de hormigón se colocará en la parte superior para ofrecer una superficie de apoyo mayor al mortero de la junta. Los bloques se colocarán secos, humedeciendo únicamente la superficie del bloque en contacto con el mortero, si el fabricante lo recomienda. Para la formación de la junta horizontal, en

los bloques ciegos el mortero se extenderá sobre la cara superior de manera completa; en los bloques huecos, se colocará sobre las paredes y tabiquillos. Para la formación de la junta vertical, se aplicará mortero sobre los salientes de la testa del bloque, presionándolo para evitar que se caiga al transportarlo para su colocación en la hilada. Los bloques se llevarán a su posición mientras el mortero esté aún blando y plástico. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. No se utilizarán piezas menores de medio bloque. Cuando se precise cortar los bloques se realizará el corte con maquinaria adecuada. La fábrica se ejecutará con las llagas alineadas y los tendeles a nivel. Las hiladas intermedias se colocarán con sus juntas verticales alternadas. Los enfoscados se realizarán transcurridos 45 días después de terminar la fábrica para evitar fisuración por retracción del mortero de las juntas.

– Condiciones durante la ejecución:

Las fábricas se trabajarán siempre a una temperatura ambiente que oscile entre 5 y 40 °C. Si se sobrepasan estos límites, 48 horas después, se revisará la obra ejecutada. Durante la ejecución de las fábricas, se adoptarán protecciones:

Contra la lluvia, las partes recién ejecutadas se protegerán con plásticos para evitar el lavado de los morteros.

Contra el calor y los efectos de secado por el viento, se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, para evitar una evaporación del agua del mortero demasiado rápida, hasta que alcance la resistencia adecuada.

Contra heladas: si ha helado antes de iniciar el trabajo, se inspeccionarán las fábricas ejecutadas, debiendo demoler las zonas afectadas que no garanticen la resistencia y durabilidad establecidas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá, protegiendo lo recién construido con mantas de aislante térmico o plásticos.

Frente a posibles daños mecánicos debidos a otros trabajos a desarrollar en obra (vertido de hormigón, andamiajes, tráfico de obra, etc.), se protegerán los elementos vulnerables (aristas, huecos, zócalos, etc.)

Las fábricas deberán ser estables durante su construcción, por lo que se elevarán a la vez que sus correspondientes arriostramientos. En los casos donde no se pueda garantizar su estabilidad frente a acciones horizontales, se arriostrarán a elementos suficientemente sólidos. Cuando el viento sea superior a 50 km/h, se suspenderán los trabajos y se asegurarán las fábricas de ladrillo realizadas.

– Elementos singulares:

Los dinteles se realizarán según la solución de proyecto (armado de tendeles, viguetas pretensadas, perfiles metálicos, cargadero de piezas de arcilla cocida /hormigón y hormigón armado, etc.). Se consultará a la dirección facultativa el correspondiente apoyo de los cargaderos, los anclajes de perfiles al forjado, etc.

En el encuentro con el forjado se dejará una holgura en la parte superior de la partición de 2 cm de espesor, que se rellenará transcurrido un mínimo de 24 horas con pasta de yeso.

En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.

En los encuentros de la tabiquería con los elementos de separación vertical, la tabiquería debe interrumpirse de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas, la tabiquería no conectará las dos hojas del elemento de separación vertical, ni interrumpirá la cámara. Si fuera necesario anclar o trabar el elemento de separación vertical por razones estructurales, solo se trabará la tabiquería a una sola de las hojas del elemento de separación vertical de fábrica o se unirá a ésta mediante conectores.

El encuentro de tabiques con elementos estructurales se hará de forma que no sean solidarios.

Si se emplean bandas elásticas, deben colocarse en los encuentros de los elementos de separación verticales de, al menos, una de las hojas con forjados, las fachadas y los pilares. Las bandas elásticas deben colocarse en el apoyo de la tabiquería en el forjado o en el suelo flotante.



Éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material. Se recomienda colocar bandas elásticas que tengan un ancho de al menos 4 cm superior al espesor de la hoja de fábrica y colocar la hoja de fábrica centrada de forma que la banda elástica sobresalga por cada lado al menos 1 cm del espesor del revestimiento que se vaya a hacer a la hoja. Si las bandas elásticas tienen un ancho inferior se deberá tener especial cuidado en no conectar la partición con el forjado. También se recomienda colocar la banda elástica de la cima en el momento en que vaya a finalizarse la construcción de la hoja para garantizar que la hoja de fábrica acomete a la banda elástica.

Encuentros con los conductos de instalaciones: cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

Las rozas para instalaciones tendrán una profundidad no mayor que 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre ladrillo hueco; el ancho no será superior a dos veces su profundidad, se realizarán con maza y cincel o con máquina rozadora. Se distanciarán de los cercos al menos 15 cm. No deben ser pasantes. Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.

En el caso de dos hojas de fábrica, las rozas no coincidirán a la misma altura en ambos tabiques, teniendo especial cuidado en no hacer coincidir las cajas de registro, enchufes y mecanismos a ambos lados de las hojas.

Las molduras (si las hubiese) se fijarán solamente al forjado o solamente a la partición vertical.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Puntos de observación.

– Previo a la ejecución:

Comprobación que los materiales que componen la partición se encuentran en correcto estado.

En su caso, las superficies donde se colocan las bandas elásticas están limpias y sin imperfecciones significativas.

– Replanteo:

Comprobación de espesores de las hojas y de desviaciones respecto a proyecto.

Comprobación de los huecos de paso, desplomes y escuadrías del cerco o premarco.

– Ejecución:

Bandas elásticas: comprobación de la colocación de las bandas elásticas en el suelo y cerramientos laterales, mediante la aplicación de pastas o morteros adecuados; son de un ancho de al menos 4 cm mayor que el ancho de la hoja de fábrica; las bandas elásticas sobresalen al menos 1 cm respecto a la capa de revestimiento.

Material absorbente acústico, en su caso: cubre toda la superficie de la primera hoja y no ha sufrido roturas, ni desperfectos.

Unión a otros tabiques: enjarjes.

Zonas de circulación: según el CTE DB SUA 2, apartado 1.1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

Encuentro no solidario con los elementos estructurales verticales.

Holgura de 2 cm en el encuentro con el forjado superior rellena a las 24 horas con pasta de yeso.

Cámara de aire: espesor. Limpieza. En caso de cámara ventilada, disposición de un sistema de recogida y evacuación del agua.

Llagas y tendeles: se han rellenado totalmente (no pasa la luz).

Se han limpiado las rebabas asegurándose que no se forman conexiones entre las dos hojas, en su caso.

El material de agarre empleado para el macizado de las instalaciones no crea una unión entre las hojas de fábrica y los forjados superior e inferior que pueda crear transmisiones entre estos elementos.

Las cajas de mecanismos eléctricos no son pasantes a ambos lados de la partición.

– Comprobación final:

Planeidad, medida con regla de 2 m.

Desplome, no mayor de 10 mm en 3 m de altura.

Fijación al tabique del cerco o premarco (huecos de paso, descuadres y alabeos).

Rozas distanciadas al menos 15 cm de cercos y relleno a las 24 horas con pasta de yeso.

Las molduras (si las hubiese) se han fijado solamente al forjado o solamente a la partición vertical.

- **Conservación y mantenimiento**

Si fuera apreciada alguna anomalía, como aparición de fisuras, desplomes, etc. se pondrá en conocimiento de la dirección facultativa que dictaminará su importancia y, en su caso, las reparaciones que deban efectuarse.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

#### **2.5.5.2. PANELES PREFABRICADOS DE YESO Y ESCAYOLA**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Tabiques de paneles prefabricados de yeso machihembrados y unidos con adhesivos en base de yeso, con bandas elásticas en su caso, que constituyen particiones interiores.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de tabique de paneles prefabricados de yeso o escayola, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas o paneles, nivelación y aplomado, formación de premarcas, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de bandas elásticas (en su caso), mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

#### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según el CTE DB HE 1, apartado 4. Se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados de las particiones interiores que formen parte de la envolvente térmica, se correspondan con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ . La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

– Paneles prefabricados de yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.2).

Se comprobará si son hidrofugados, en caso de exigirse en proyecto.

– Pastas:

Adhesivo de base yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.4): o cola de montaje: se preparará según las instrucciones del fabricante, respetando el tiempo de empleo. No deben emplearse, al igual que los conglomerantes de yeso, en temperaturas ambientales inferiores a los 5 °C. No se utilizará mezcla de escayola y adhesivo.

Pasta para el relleno de huecos, remates, y revestimientos de acabado: se utilizará una mezcla de escayola y de adhesivo, a partes iguales. Se respetará el tiempo de empleo indicado por el fabricante. No se empleará sólo escayola para el montaje o para el relleno de juntas, por la elevada probabilidad de aparición de fisuras. No se utilizará para el montaje mezcla de escayola y adhesivo.

Pasta de acabado o enlucido de paneles de escayola: en comparación con un yeso normal, será de características superiores en cuanto a dureza superficial, así como de una blancura mayor. Dependiendo del fabricante, podrá estar compuesta por escayola y algún aditivo.

– Cubrejuntas:

Cinta de papel, fijada y rematada con adhesivo.

Cinta de malla de fibra de vidrio autoadherente o no, fijada y rematada con adhesivo.

Recubrimiento aplicable con espátula o pincel, con elasticidad suficiente para mantener el aspecto del tabique realizado con paneles de escayola.

Listón cubriendo la junta, podrá ser de madera, metal, plástico, escayola, etc.

– Bastidores:

Los marcos y premarcos serán del grosor de los paneles, excepto en las zonas que estén previstas para alicatar, en cuyo caso el espesor de los marcos y de los premarcos será la suma del espesor del tabique más el espesor del azulejo más 5 mm. Serán rígidos y provistos de tirantes y refuerzos para evitar deformaciones durante el montaje.

Los bastidores serán totalmente a escuadra y no tendrán machones salientes (serrados previamente). Tendrán una sección que permita la fijación de las garras de anclaje. En el caso de tener que instalar puertas pesadas se recomienda que éstas tengan imposta; en el caso contrario, se detallará la solución adoptada para el paño encima del dintel.

Los dinteles de los cercos, tendrán suficiente sección y resistencia, soportar el tabique de escayola que tengan encima.

Los elementos de carpintería exterior tendrán las mismas características de diseño que los de interior, y además las metálicas tendrán una pestaña la cara interior que permitirá empotrar el tabique de escayola.

– Rigidizadores:

Podrán ser de madera o metálicos, y estarán protegidos convenientemente contra la corrosión o el deterioro en su contacto con el yeso.

También constituyen rigidizadores los tabiques de escayola adosados a los lados.

Deberá estar previsto en obra el número necesario de rigidizadores; siempre serán de diseño y forma compatible con los paneles para el tabique de escayola a realizar.

– Juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9):

Podrán ser bandas de corcho de 5 mm de espesor y anchura 1 ó 2 cm inferior al ancho del panel a colocar; de espuma de poliuretano; de poliestireno expandido de 1 cm espesor y anchura 1 ó 2 cm inferior al ancho del panel a colocar; de lana mineral de espesor de 1 a 2 cm para paredes resistentes al fuego.

– Bandas elásticas. Se debe indicar su rigidez dinámica,  $s'$ , en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE. Se consideran materiales adecuados para las bandas aquellos que tengan una rigidez dinámica,  $s'$ , menor que 100 MN/m<sup>3</sup> tales como el poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra.

Las fachadas, cubiertas y otros muros en contacto con las unidades de tabiquería estarán totalmente terminados e impermeabilizados, y con los vierteaguas colocados. La carpintería de huecos exteriores y cajas de persianas estarán colocadas.

Todos los tabiques que no sean de escayola, por ejemplo, de hormigón, de arcilla cocida, etc., estarán ejecutados y acabados. También los enfoscados estarán ejecutados.

En caso de solado pesado (mármol, terrazo, etc.), deberá estar colocado antes de comenzar el tabique.

El tabicado de los edificios se efectuará de forma descendente, empezando por la última planta y acabando por la primera para evitar que las flechas del forjado afecten a la tabiquería.

Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales. Cuando la estructura pueda tener deformaciones excepcionales, se estudiará el caso de tal forma que se compruebe que las flechas no sean superiores al margen proporcionado por las juntas.

Los cercos interiores y otros elementos a incorporar en el tabique por los instaladores de la tabiquería estarán en obra.

Las superficies donde se colocan las bandas elásticas deben estar limpias y sin imperfecciones significativas.

#### **Compatibilidad**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Todos los elementos metálicos de unión o refuerzo que entren en contacto con el tabique de escayola, como rigidizadores, esquineros, etc., estarán protegidos contra la corrosión, mediante galvanizado, zincado o, al menos, cubiertos de pintura. En este caso, la pintura elegida deberá ser

compatible con los productos a utilizar, tales como el propio panel, la escayola y el adhesivo, y estará totalmente seca antes de entrar en contacto con estos elementos.

Se aislarán las tuberías y los radiadores para evitar condensaciones.

### **Proceso de ejecución**

#### • Ejecución

##### – Replanteo:

Se realizará el replanteo según proyecto, marcando las dos caras de los tabiques, y otros elementos a colocar, tales como cercos, rigidizadores, etc.

Se respetarán en el tabique las juntas estructurales del edificio.

Se colocarán miras rectas y aplomadas en esquinas, encuentros y a distancias aproximadas de 2 m. Se realizará el replanteo vertical según la distancia de suelo a techo y la altura de los paneles, para calcular el corte de los paneles de la primera hilada del tabique, de forma que la holgura final con el techo sea de 2 a 3 cm.

##### – Arranque del tabique de escayola:

En general, sobre el soporte sin colocación de solado, se realizará una maestra de mortero de cemento o ladrillo cerámico de 2 cm de espesor sobre el nivel del solado acabado, como base de la banda elástica, y se colocará la primera hilada de tabique con paneles hidrofugados.

En caso de arranque del tabique sobre el solado ya colocado, la primera hilada del tabique se podrá colocar directamente sobre la banda elástica, excepto si el suelo presenta grandes irregularidades, en cuyo caso se realizará previamente una maestra de mortero de cemento.

En el caso de sótanos y plantas a bajo nivel, y que puedan tener humedades por capilaridad, los paneles serán hidrofugados en su totalidad. En zonas húmedas (cocinas y baños) además de colocarse la primera hilada de tabique con paneles hidrofugados, será recomendable que todos los paneles lo sean.

En los bordes de forjados (huecos de escalera, espacios a distinto nivel, etc.), se seguirán las instrucciones del fabricante para garantizar la seguridad y la estabilidad al choque, en relación al espesor mínimo de los paneles y refuerzos necesarios.

En el caso de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas:

Se colocarán las bandas elásticas en la base y laterales de la primera hoja.

Se ejecutará la primera hoja, recibiendo en su base, sobre la banda elástica.

Colocación de la banda en el remate superior y retacado de la apertura existente entre la fila superior de las piezas de fábrica y la banda elástica, evitando que el yeso o pasta contacte con el forjado superior.

Se colocará el absorbente acústico fijado, según se indique en proyecto, a la cara interior de la primera hoja, evitando que se rompa en su instalación. El material debe ocupar toda la superficie de la hoja de fábrica, de suelo a techo.

Se realizará el replanteo necesario y se ejecutará la segunda hoja siguiendo los pasos anteriores.

En el caso de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en una hoja:

Ejecución de la hoja que no lleva bandas elásticas.

Se colocará el absorbente acústico fijado, según se indique en proyecto, a la cara interior de la primera, evitando que se rompa en su instalación. El material debe ocupar toda la superficie de la hoja, de suelo a techo.

Replanteo en forjado de suelo de la segunda hoja, que lleva bandas elásticas. Se realizará conforme lo indicado previamente en el caso de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas.

##### – Colocación de los paneles:

Los paneles se colocarán de forma que el lado más largo esté en posición horizontal, con la hembra en la parte superior y el macho en la inferior, para asegurar el relleno correcto de la junta de unión.

Las juntas verticales serán alternas de una hilada con respecto a la otra, solapando al menos tres veces el espesor de los paneles. La última hilada, de forma excepcional, se podrá colocar en vertical si ésta es compatible con el machihembrado.

Se cortarán los paneles de la primera hilada del tabique, por su parte inferior, para que la última hilada sea de paneles completos. También podrá admitirse que el corte de ajuste sea en la última hilada. Los cortes de los paneles se harán con serrucho para madera, o con cizalla. Es recomendable utilizar el serrucho lo más paralelo a la superficie del tabique, y no en perpendicular.

Antes de aplicar el adhesivo, se limpiará toda la suciedad y las impurezas depositadas en los cantos. El adhesivo se aplicará en cantidad tal que rebose de la junta una vez colocado y presionado fuertemente el siguiente panel de escayola. Se eliminará el adhesivo sobrante que haya rebosado de cada junta, cortándolo después del inicio del fraguado y antes de su endurecimiento. Las juntas entre los paneles de escayola tendrán un espesor comprendido entre 1 mm y 3 mm.

– Elementos singulares:

En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.

Si se emplean bandas elásticas, deben colocarse en los encuentros de los elementos de separación verticales con forjados, las fachadas y los pilares. Las bandas elásticas deben colocarse en el apoyo de la tabiquería en el forjado o en el suelo flotante. Éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material. Se recomienda colocar bandas elásticas que tengan un ancho de al menos 4 cm superior al espesor de la hoja y colocar ésta centrada de forma que la banda elástica sobresalga por cada lado al menos 1 cm del espesor del revestimiento que se vaya a hacer a la hoja. Si las bandas elásticas tienen un ancho inferior se deberá tener especial cuidado en no conectar la partición con el forjado. También se recomienda colocar la banda elástica de la cima en el momento en que vaya a finalizarse la construcción de la hoja para garantizar que la hoja acomete a la banda elástica.

Encuentros entre tabiques: se resolverán según instrucciones del fabricante: mediante traba pasante en hiladas alternas, traba no pasante en hiladas alternas o a testa sin trabas. En este último caso, se emplearán garras de anclaje entre los paños. Los encuentros en línea de paredes de espesores distintos se realizarán mediante una junta vertical. En los extremos de los tabiques se colocarán rigidizadores, que se anclarán de suelo a techo.

Encuentros de los tabiques con muros: los encuentros de las particiones con muros (de hormigón o fábrica de ladrillo, por ejemplo) se harán mediante juntas elásticas verticales, pegadas con adhesivo. Se cortarán los paneles ajustados, para conseguir que la holgura de la unión sea lo más pequeña posible. Colocados los paneles, se rellenará con el adhesivo adecuado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Encuentros de los tabiques con pilares: en caso de pilares de hormigón las uniones centrales tendrán el mismo tratamiento que las uniones con muros. Cuando el encuentro entre el pilar de hormigón y el tabique de escayola sea en prolongación de una de sus caras, que irá después revestida, se resolverá mediante el uso de junta con malla o banda de papel, que unirá el tabique de escayola con el guarnecido del pilar, y éste se hará preferentemente con adhesivo o mezcla de adhesivo y escayola. En el caso de pilares metálicos, se rodearán con tabique de escayola, sin atestar a tope.

Encuentros de los tabiques con otros cerramientos: los encuentros de las particiones con otros cerramientos se harán mediante roza suficiente en los mismos para recibir los paneles, y juntas elásticas verticales.

Encuentros de la tabiquería con los elementos de separación vertical: la tabiquería que acomete a un elemento de separación vertical ha de interrumpirse, de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas, la tabiquería no conectará las dos hojas del elemento de separación vertical, ni interrumpirá la cámara. Si fuera necesario anclar o trabar el elemento de separación vertical por razones



estructurales, solo se trabajará la tabiquería a una sola de las hojas del elemento de separación vertical de fábrica o se unirá a ésta mediante conectores.

Encuentros de los tabiques con los forjados: la holgura total entre el panel y el forjado será de 2 a 3 cm. Se colocará una junta elástica de anchura igual al espesor del tabique y grosor comprendido entre 10 y 20 mm, que se pegará con adhesivo. Si el forjado está enlucido con yeso, se picará la superficie para que el agarre quede garantizado. El espacio restante se rellenará con adhesivo o con mezcla de adhesivo y escayola, evitando que contacte con el forjado superior. Si para cerrar este encuentro se emplea espuma de poliuretano, se seguirán las instrucciones del fabricante. Posteriormente, se rematará con un cubrejuntas de papel pegado con adhesivo.

Borde libre superior de tabiques: si el tabique tiene un espesor menor o igual a 10 cm y su longitud es mayor de 2 m se colocará un rigidizador horizontal que sea resistente a los esfuerzos, según instrucciones del fabricante, que podrá ser un perfil metálico o de madera, anclado verticalmente a la obra o a rigidizadores verticales y horizontalmente a la parte superior del tabique de escayola, mediante garras, tornillos u otros medios, con una separación máxima de 2 m. Los tabiques que acaben con un borde libre, ya sea vertical u horizontal, siempre llevarán un rigidizador en el extremo libre.

Juntas de dilatación: se podrán hacer con espuma de poliuretano, poliestireno expandido, o lana mineral, y rematadas con un cubrejuntas de madera, plástico o metal.

Puertas interiores: la unión entre bastidores de madera y el tabique de escayola, se reforzará según instrucciones del fabricante, y como mínimo con tres garras por montante, dispuestas preferentemente a la altura de las bisagras y en las juntas entre hiladas. En el caso de bastidores metálicos, el tabique se empotrará en ellos, pegándolos con adhesivo, y colocando unas pletinas de anclaje. En todas las hiladas se rellenará el hueco entre el perfil y el tabique, con una lechada de escayola, adhesivo o mezcla de las dos. Los bastidores deberán estar siempre separados de la obra transversal más de 10 cm para que pueda colocarse un trozo de tabique de escayola (salvo especificación de proyecto, en cuyo caso se dará la solución adecuada). Se crearán las juntas verticales hasta el techo indicadas por el fabricante (en el tercio central del dintel o en la prolongación del montante opuesto a las bisagras; en caso de cercos de gran altura, dos juntas elásticas verticales en la prolongación de los montantes, etc.).

Carpintería exterior: la carpintería exterior será fijada a la hoja principal de la fachada, nunca irá sujeta solamente a la hoja interior de trasdosado del tabique.

Encuentros con los conductos de instalaciones: cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

Rozas: las rozas para fontanería y electricidad no serán superiores a un tercio del espesor de la partición. Las rozas se efectuarán cuando las juntas propias del tabique de escayola estén suficientemente endurecidas, siendo recomendable dejar pasar por lo menos dos días. Se realizarán mediante un medio mecánico (rozadoras, taladros, cortadoras, etc.), no se emplearán herramientas que trabajen a percusión. Las dimensiones de las rozas se ajustarán a las dimensiones del elemento o del conducto a empotrar. Deben retacarse las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.

En el caso de dos hojas de fábrica, las rozas no coincidirán a la misma altura en ambos tabiques, teniendo especial cuidado en no hacer coincidir las cajas de registro, enchufes y mecanismos a ambos lados de las hojas.

Las molduras (si las hubiese) se fijarán solamente al forjado o solamente a la partición vertical.

– Acabado:

De forma general, se rematará el tabique de escayola a la obra lo más tarde posible. El sellado de los tabiques de escayola se efectuará posteriormente a las rozas y al enyesado del techo. El tabique quedará plano y aplomado. El enlucido superficial del tabique se realizará al final de todo, previa comprobación de que las juntas del tabique estén secas. Si en el proyecto figura la colocación de radiadores tipo panel, se deberá colocar entre el radiador y el tabique de escayola un panel aislante que evite el exceso de calor sobre la pared.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### • Control de ejecución

Puntos de observación.

##### – Previo a la ejecución:

Comprobación que los materiales que componen el cerramiento se encuentran en correcto estado.

En su caso, las superficies donde se colocan las bandas elásticas están limpias y sin imperfecciones significativas.

##### – Replanteo:

Se comprobará si existen desviaciones respecto a proyecto en cuanto a replanteo y espesores de las hojas.

Se comprobará los huecos de paso, desplomes y escuadrías del cerco o premarco.

##### – Ejecución:

Bandas elásticas: comprobación de la colocación de las bandas elásticas en el suelo y cerramientos laterales, mediante la aplicación de pastas o morteros adecuados; son de un ancho de al menos 4 cm mayor que el ancho de la hoja de fábrica; las bandas elásticas sobresalen al menos 1 cm respecto a la capa de revestimiento.

Material absorbente acústico, en su caso: cubre toda la superficie de la primera hoja y no ha sufrido roturas, ni desperfectos.

Unión a otros tabiques.

Se han limpiado las rebabas asegurándose que no se forman conexiones entre las dos hojas, en su caso.

El material de agarre empleado para el macizado de las instalaciones no crea una unión entre las hojas de fábrica y los forjados superior e inferior que pueda crear transmisiones entre estos elementos.

Las cajas de mecanismos eléctricos no son pasantes a ambos lados de la partición.

Zonas de circulación: según el CTE DB SUA 2, apartado 1.1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

Encuentro no solidario con los elementos estructurales verticales.

Holgura de 2 a 3 cm en el encuentro con el forjado superior y remate posterior.

##### – Comprobación final:

Planeidad, medida con regla de 2 m.

Desplome, no mayor de 10 mm en 3 m de altura.

Fijación al tabique del cerco o premarco (huecos de paso, descuadres y alabeos).

Rozas distanciadas al menos 15 cm de cercos, relleno a las 24 horas con pasta de yeso.

Las molduras (si las hubiese) se han fijado solamente al forjado o solamente a la partición vertical.

#### • Conservación y mantenimiento

Se evitarán las humedades y la transmisión de empujes sobre las particiones.

No se fijarán o colgarán pesos del tabique sin seguir las indicaciones del fabricante.

Se inspeccionará la posible aparición de fisuras, grietas, desplomes, etc.

Todos los trabajos de reparación se llevarán a cabo por profesional cualificado, siendo aconsejable la utilización del mismo material.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

### 2.5.5.3. MAMPARAS PARA PARTICIONES

#### Descripción

#### Descripción

Sistema modular para particiones interiores formado por mamparas desmontables sin función estructural, fijas o móviles constituidas por una estructura de perfiles y un empanelado ciego, acristalado o mixto, pudiendo incluir puertas o no.

#### Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cuadrado de superficie de mampara para divisiones interiores, realizada con perfiles y empanelado o acristalamiento, incluso corte, preparación y uniones de perfiles, fijación a paramentos de junquillos, patillas y herrajes de cuelgue y seguridad, ajustado a obra, totalmente colocada, nivelado y aplomado, repaso y ajuste final.

#### Prescripciones sobre los productos

#### Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de Recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según el CTE DB HR, los productos de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $\text{kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ , obtenida según UNE EN 29053. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto.

– Perfil continuo perimetral de caucho sintético o material similar.

– Perfiles estructurales: perfiles básicos y complementarios, verticales y horizontales que forman un entramado. Podrán ser:

Perfiles extrusionados de aleación ligera de aluminio (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.6.1): los perfiles vendrán con acabado anodizado (espesor mínimo 15 micras) o lacado y tendrán un espesor mínimo de perfil de 1,50 mm.

Perfiles de acero (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.2, 19.5.1, 19.5.2): irán protegidos contra la oxidación mediante galvanizado, irán provistos de orificios para tornillos de presión y tendrán un espesor mínimo de

1 mm; a su vez llevarán adosados perfiles practicables o de registro de aluminio extrusionado.

Perfiles de madera maciza (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2): estarán correctamente escuadrados, tendrán sus caras vistas, cepilladas y lijadas de taller, con acabado pintado o barnizado. Para los perfiles ocultos no se precisan maderas de las empleadas normalmente en ebanistería y decoración.

– Paneles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, según el material): elementos que se acoplan individualmente y por separado sobre los perfiles estructurales, podrán ser: ciegos o acristalados constituidos de diferentes componentes base: tableros de partículas, placas de yeso laminado, etc., con diversos acabados y/o recubrimientos.

Material de base: podrá ser de fibrocemento, material plástico, tablero aglomerado, etc.

Material de chapado: podrá ser de madera, metálico (chapa de aluminio, de acero, etc.), material sintético (PVC, revestimiento melamínico, vinílico), etc.

Acabado: podrá ir pintado, barnizado, lacado, anodizado, galvanizado, etc.

Asimismo podrán ser, de paneles sándwich constituidos por dos chapas de acero galvanizado o aluminio anodizado o prelacado con alma de lana mineral o similar.

Transparentes o translúcidos: podrán ser vidrios simples o dobles (en este caso con posibilidad de llevar cortina de lamas de aluminio o tela en la cámara interior), o bien de vidrios sintéticos (metacrilato, etc.). Se cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo Acristalamientos del presente Pliego de Condiciones Técnicas.

– Elemento de remate: perfil de zócalo para paso horizontal de instalaciones, tapajuntas, rodapiés, etc. Podrán ser de madera, presentando sus caras y cantos vistos, cepillados y lijados.

– Dispositivo de regulación: tensor, pernio (será de latón, aluminio o acero inoxidable o protegido contra la corrosión), clip de sujeción, será de acero inoxidable o protegido contra la corrosión. La espiga de ensamble, en las mamparas de madera, podrá ser de madera muy dura como roble, haya, etc.

– Productos de sellado de juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9).

– Kits de tabiquería interior (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 6.1).

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

Las mamparas se colocarán sobre el solado una vez esté ejecutado y acabado.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Las mamparas no serán solidarias con elementos estructurales verticales, de manera que las dilataciones, posibles deformaciones o los movimientos impuestos de la estructura no le afecten, ni puedan causar lesiones o patologías durante la vida del elemento de partición.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

– En general:

Se replanteará la mampara a colocar.

Se dispondrá un perfil continuo de caucho o similar sobre el solado, techo o paramento para amortiguar las vibraciones y absorber las tolerancias.

En los encuentros de la tabiquería con los elementos de separación vertical, la tabiquería debe interrumpirse de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo.

– Acero:

Se colocarán los perfiles verticales aplomados y ligeramente tensados contra un perfil de reparto. Posteriormente se colocarán nivelados los horizontales intermedios y se tensarán definitivamente

los verticales. El número de pernios no será menor de tres y se fijarán al perfil básico mediante tornillos de presión. El empanelado se colocará sobre el perfil con interposición del perfil de caucho sintético, quedando nivelado y aplomado. Las instalaciones como electricidad, telefonía y antenas podrán disponerse por el interior de los perfiles del entramado de la mampara. Las aberturas llevarán un dintel resistente, prefabricado o realizado in situ de acuerdo con la luz a salvar.

– Aleaciones ligeras:

Se colocarán primero los perfiles básicos horizontales continuos inferiores; posteriormente los verticales aplomados y ligeramente tensados. A continuación se colocarán nivelados los horizontales intermedios y se tensará definitivamente los verticales. Se colocará el tensor entre el perfil soporte y el de reparto. Su tensión se graduará mediante tuerca de apriete o sistema equivalente. Se fijarán los perfiles para empanelado y los de registro mediante clips. Se fijará el perfil tope mediante tornillos de presión. Se colocarán los elementos de ensamblaje en los encuentros de los perfiles básicos horizontales y verticales mediante tornillos de presión, quedando nivelados y aplomados. Se colocará el empanelado sobre el perfil para panel con interposición del perfil continuo de caucho sintético, quedando nivelado y aplomado. Las instalaciones como electricidad, telefonía y antenas podrán disponerse por el interior de los perfiles del entramado de la mampara. Las aberturas llevarán un dintel resistente, prefabricado o realizado in situ de acuerdo con la luz a salvar.

– Madera:

Mampara desmontable:

Se colocará el perfil guía sobre los perfiles continuos de material elástico en suelo, techo y/o paramento, fijándolos mediante tornillos sobre tacos de madera o plástico. Se colocará, los perfiles de reparto, los perfiles soporte, y los perfiles intermedios, fijándolos por presión, debiendo quedar nivelados. En caso de entramado visto: se colocará el empanelado entre caras de perfiles soporte e intermedio, con interposición de calzos o perfil continuo de material elástico, fijándolo mediante junquillos. En caso de entramado oculto: el empanelado se colocará sobre las dos caras de perfiles soportes e intermedios fijándolo mediante tornillos. Se colocarán los tapajuntas. Los encuentros en ángulo se realizarán a tope.

Mampara fija:

Se colocará el perfil guía sobre los perfiles continuos de material elástico en suelo, techo y/o paramento, fijándolos mediante tornillos sobre tacos de madera o plástico. Se colocarán los perfiles de reparto, los perfiles soporte y los perfiles intermedios mediante escuadra de fijación, debiendo quedar nivelados. En caso de entramado visto: se colocará el empanelado entre caras de perfiles soporte e intermedio, con interposición de calzos o perfil continuo de material elástico, fijándolo mediante junquillos. En caso de entramado oculto: el empanelado se colocará sobre las dos caras de perfiles soportes e intermedios fijándolo mediante tornillos. Se colocarán los tapajuntas. Los encuentros en ángulo se realizarán a tope. Caso de incluir puertas su ejecución se ajustará a lo especificado en el capítulo Carpinterías.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

El suministrador, de acuerdo con el diseño y características de su sistema, establecerá las tolerancias que deben cumplir las materiales componentes del mismo.

- Condiciones de terminación

El empanelado quedará nivelado y aplomado. Las particiones interiores, serán estables, planas, aplomadas y resistentes a los impactos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

Condiciones de no aceptación automática:

Replanteo: errores superiores a 20 mm.

Colocación del perfil continuo: no está instalado, no es del tipo especificado o tiene discontinuidad.

Aplomado, nivelación y fijación de los entramados: desplomes superiores a 5 mm en los perfiles verticales o desnivel en los horizontales y/o fijación deficiente.

Colocación del tensor: si no está instalado en los perfiles básicos verticales y/o no ejerce presión suficiente.

Colocación y fijación del empanelado: falta de continuidad en los perfiles elásticos, colocación y/o fijación deficiente.

Colocación de la espiga de ensamble. Si no está colocada, no es del tipo especificado o no tiene holgura y no ejerce presión.

Colocación de la escuadra de fijación: si no está colocada, no es del tipo especificado. Fijación deficiente.

Colocación y fijación del tapajuntas. Si no están colocados y/o su fijación es deficiente.

Colocación y fijación de junquillos. Si no están colocados y/o su fijación es deficiente.

Colocación y fijación del perfil practicable y del perfil de registro: colocación y/o fijación deficiente.

Colocación y fijación de pernios: colocación y/o fijación deficiente. Número y tipo distinto del especificado.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

#### **2.5.5.4. PARTICIONES / TRASDOSADOS DE PLACA DE YESO**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Particiones/Trasdosados de placa de yeso laminado con estructura metálica de acero galvanizado, de los siguientes tipos:

Tabique sencillo: con estructura sencilla (única) a cuyo/s lado/s se atornilla una placa.

Tabique múltiple: con estructura sencilla (única) a cuyo/s lado/s se atornillan dos o más placas de diferente tipo y espesor.

Tabique doble: con dos estructuras paralelas y arriostradas entre sí, a cuyo/s lado/s se atornilla una placa de diferente tipo y espesor.

Tabique especial: con dos estructuras paralelas y arriostradas entre sí, a cuyo/s lado/s se atornillan dos o más placas de diferente tipo y espesor.

Trasdosado directo con placa de yeso laminado formado por un panel aislante adherido al elemento base con mortero o atornillado a una perfilaría auxiliar anclada al mismo. El panel aislante debe estar compuesto por un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones, como una lana mineral, revestida por una placa de yeso laminado.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

En el caso de particiones/trasdosados de placa de yeso laminado con estructura metálica de acero galvanizado, metro cuadrado de partición/trasdosado formado por el número de placas de yeso del tipo y espesor determinados, a uno o ambos lados de una estructura metálica sencilla/doble,



formada por montantes separados a ejes una distancia determinada, en mm, y canales del ancho especificado, en mm, dando el espesor total especificado de partición/trasdosado terminada/o, en mm. Almas con aislante/absorbente, en su caso, del tipo y espesor especificados, en una o en las dos estructuras. Parte proporcional de tornillería, pastas y cintas para juntas, bandas de estanquidad, anclajes para suelo y techo, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza. Totalmente terminado y listo para imprimir y decorar.

En el caso de trasdosados directos con placa de yeso laminado, metro cuadrado de trasdosado directo con panel compuesto de placa de yeso laminado trasdosada con aislante/absorbente, adherido al soporte mediante pasta de agarre, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza. Totalmente terminado y listo para imprimir y decorar.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según el CTE DB HE 1, apartado 4. Se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados de las particiones interiores que formen parte de la envolvente térmica, se correspondan con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ . La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

- Placas de yeso laminado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.1). En trasdosados autoportantes, el espesor mínimo si se utiliza una placa será de 15 mm. Si se utilizan dos o más placas, cada una tendrá 12,5 mm de espesor mínimo.
- Panel prefabricado compuesto de placa de yeso laminado de espesor mínimo 1,5 mm y un material absorbente acústico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.6).
- Perfiles metálicos para particiones de placas de yeso laminado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.3), de acero galvanizado: canales (perfiles en forma de “U”) y montantes (en forma de “C”).
- Adhesivos a base de yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.10).
- Material de juntas para placas de yeso laminado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.7), de papel micro perforado o de malla para juntas de placas, de fibra de vidrio para tratamientos de juntas con placas M0 y perfiles guarda vivos para protección de los cantos vivos.
- Bandas de estanquidad.
- Tornillos: tipo placa-metal (P), metal-metal (M), placa-madera (N).
- Aislante térmico/Absorbente acústico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3). Los productos de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en  $\text{kPa}\cdot\text{s/m}^2$ , obtenida según UNE EN 29053. Se comprobará que se corresponde con la especificada en proyecto. Espesor acorde con el ancho de la perfilera, se comprobará que se corresponde con el especificado en proyecto.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

– Placas de yeso laminado:

Los paquetes de placas se almacenarán a cubierto al abrigo de las lluvias y la intemperie y sobre superficies lo más lisas y horizontales posibles.

Los paquetes de placas se acopiarán sobre calzos (tiras de placas) no distanciados más de 40 cm entre sí.

Las placas se trasladarán siempre en vertical o de canto, nunca de plano o en horizontal.

Las placas se cortarán mediante una cuchilla retráctil y/o un serrucho, trabajando siempre por la cara adecuada. Los bordes cortados se repasarán antes de su colocación. Se cortarán las placas efectuando todo tipo de ajustes antes de su colocación, sin forzarlas nunca para que encajen en su sitio.

– Paneles de yeso:

Los paneles se almacenarán bajo cubierta; se quitará el retractilado de plástico para evitar condensaciones de humedad, en el caso de que hubiera cambios de humedad ambiente y cambios de temperatura.

No es recomendable remontar los palés de paneles. En caso necesario, no se remontarán más de dos alturas, para evitar dañarlos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra.

Las fachadas, cubiertas y otros muros en contacto con las unidades de tabiquería estarán totalmente terminados e impermeabilizados, y con los vierteaguas colocados.

La carpintería de huecos exteriores y cajas de persianas estarán colocadas; siendo recomendable que los huecos exteriores dispongan del acristalamiento. Los cercos interiores y otros elementos a incorporar en el tabique por los instaladores de la tabiquería estarán en obra. El techo estará limpio y plano. Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales.

Se recomienda ejecutar primero el elemento de separación entre unidades de uso diferentes, para después ejecutar el suelo flotante. De esta forma, puede asegurarse que el suelo flotante es independiente entre unidades de uso. La tabiquería puede ejecutarse indistintamente sobre el suelo flotante o sobre el forjado.

Si se utiliza como trasdosado de una hoja de fábrica o de hormigón, según lo especificado en el proyecto, la hoja de fábrica puede tener algún revestimiento, como un enlucido, enfoscado, etc. Si no cuenta con ningún revestimiento, se limpiarán las rebabas de mortero o pasta que queden en la hoja de fábrica, a fin de evitar contactos rígidos entre el trasdosado y la hoja de fábrica.

#### **Compatibilidad**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se aislarán las tuberías para evitar condensaciones.

Todos los elementos metálicos (de unión o refuerzo) que entren en contacto con la partición/trasdosado de escayola, como rigidizadores, esquineros, etc., deberán estar protegidos contra la corrosión, mediante galvanizado, zincado o, al menos, cubiertos de pintura. En este caso, la pintura elegida, deberá ser compatible con los productos a utilizar, tales como el propio panel, la escayola y el adhesivo. La pintura estará totalmente seca antes de entrar en contacto con estos elementos.

### Proceso de ejecución

#### • Ejecución

– En general:

Los elementos de separación verticales de entramado autoportante deben montarse en obra, preferiblemente apoyados en el forjado, según las especificaciones de la UNE 102040 IN y los trasdosados, bien de entramado autoportante, o bien adheridos, deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102041 IN. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.

La altura máxima de los elementos de entramado con estructura metálica autoportante depende del ancho de la perfilera metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. Si fuera necesario se arriostrarán los montantes (deberá estar especificado en proyecto) con cartelas según especificaciones del fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica. Debe tenerse en cuenta que el arriostramiento entre los montantes ocasiona reducciones de aislamiento de aproximadamente 6 dBA según ensayo. Existen elementos auxiliares que permiten su unión sin arriostramiento rígido (uniones de elementos o piezas de chapas con amortiguador intermedio de caucho).

En el caso de trasdosados autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se cepillará la fábrica para eliminar rebabas.

En caso de elementos de separación de doble perfilera de entramado metálico con placa intermedia, esta placa puede ser sustituida por una chapa metálica de 0,6 mm.

– Replanteo:

Se realizará el replanteo horizontal, en suelo y techo, de las particiones/trasdosados, según la distribución del proyecto, marcando la situación de los cercos, huecos, juntas de dilatación de la partición, etc. En caso de particiones de gran longitud se realizarán juntas de dilatación como máximo cada 15 m. Se respetarán en la partición las juntas estructurales del edificio.

Los trasdosados podrán montarse sobre el forjado o sobre el suelo flotante, según se indique en el proyecto. Si el solado se ejecuta después del trasdosado, se interpondrá un film protector entre el solado y las placas de yeso laminado, de tal forma que se evite que la humedad entre en contacto con las placas de yeso.

Si se utiliza como trasdosado de una hoja de fábrica o de hormigón, la distancia entre la fábrica y los canales de la perfilera ha de ser de al menos 10 mm.

En caso de trasdosado directo, según las irregularidades de la hoja de fábrica, debe localizarse el punto o zona más saliente para determinar qué tipo de trasdosado a ejecutar:

– A más ganar, es decir, con pelladas de pasta de yeso o a la llana dentada, si las irregularidades de la hoja de fábrica son menores a 10 mm. En este caso, se imprimirá la superficie del panel con un adhesivo adecuado.

– Con pelladas de pasta de agarre, si las irregularidades de la fábrica son menores o iguales a 20 mm. Se ejecutarán las pelladas de pasta de agarre en el panel, previa a la instalación de los paneles.

– Con tientos o tiras de yeso si las irregularidades de la fábrica son mayores de 20 mm. Los tientos consisten en tiras de placas de 20 cm de ancho de suelo a techo. Se colocarán éstos con pelladas a la hoja de fábrica y se esperará al menos 24 horas para la fijación de los paneles. Si el

trasdosado se ha ejecutado con tientos y el espesor de éstos lo permite, los conductos podrán colocarse superficialmente sobre el cerramiento portador y aprovechar la cámara entre el trasdosado y el elemento de fábrica. El material absorbente acústico no debe romperse en ningún momento para permitir la colocación de instalaciones (salvo en los puntos de salida (cajas para mecanismos eléctricos, cajas de derivación, etc.).

– Colocación de canales:

Previamente a la colocación de los canales, debe interponerse una banda de estanquidad en el encuentro de la perfilería con el forjado, techo, los pilares, otros elementos de separación verticales y la hoja principal de las fachadas de una hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior, de tal forma que se consiga la estanquidad.

La tabiquería que acometa a un elemento de separación vertical ha de interrumpirse, de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En ningún caso, la tabiquería debe conectar las hojas del elemento de separación vertical, ni interrumpir la cámara.

Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

Los canales se anclarán tanto a suelo como a techo. Se respetará la distancia entre anclajes aconsejada por el fabricante, y como mínimo deberán colocarse tres anclajes para piezas superiores a 50 cm y dos para piezas inferiores a 50 cm. El tipo y la fiabilidad del anclaje a las solicitaciones que se producen en él según el material del soporte, será avalada por el fabricante del anclaje.

Los canales se colocarán con continuidad a tope, y no solapados; en los cruces y esquinas quedarán separados el espesor de las placas del tabique pasante.

– Colocación de elementos verticales:

De arranque con la obra gruesa o unidades terminadas:

Se fijarán a la obra con anclajes cada 60 cm como máximo y en no menos de tres puntos para tramos superiores a 50 cm. Se atornillarán a los canales inferior y superior. Se colocarán continuos de suelo a techo.

– Fijos:

Los montantes que determinan puntos especiales de arranque, como esquinas, cruces, jambas, arranques, sujeción de soportes, etc., se situarán en su posición, y se atornillarán con tornillos tipo M, no con tornillos P, o se fijarán mediante punzonado, a los canales superior e inferior. No romperán la modulación general de los montantes de la unidad. Para la disposición y fijación de los perfiles necesarios en cada punto se seguirán las indicaciones del fabricante.

En general, en la realización de esquinas se colocarán dos montantes, uno por cada tabique coincidente.

En los cruces se podrá colocar un montante de encuentro dentro del tabique del que arrancan los otros y en estos últimos se colocarán montantes de arranque; o bien se sujetará el montante de arranque del tabique a realizar a la placa o placas del tabique ya instalado mediante anclajes.

Para la sujeción de los cercos de puertas, armarios, etc., se reforzará la estructura en el dintel, colocando dos tramos de montantes atornillados con tornillos M o unidos por punzonamiento a los que forman las jambas. En el dintel del cerco se colocará un canal doblado a 90° en sus dos extremos formando unas patillas de 15 a 20 cm, e igualmente el canal del suelo se subirá de 15 cm a 20 cm por cada lateral del hueco. Estas patillas quedarán unidas por atornillado o punzonado a los montantes que enmarcan el hueco.

Se consultará al fabricante la máxima longitud del tabique sin rigidizadores (cercos, encuentros, esquinas, son considerados así), que dependerá del tipo de tabique, modulación, dimensión del perfil, número y espesor de las placas.

– De modulación o intermedios:

Los perfiles intermedios se encajarán en los canales por simple giro, dejándolos sueltos, sin atornillar su unión, y con una longitud de 8 mm a 10 mm más corta de la luz entre suelo y techo.

La distancia entre ejes será la especificada en proyecto, submúltiplo de la dimensión de la placa y no mayor a 60 cm. Esta modulación se mantendrá en la parte superior de los huecos.

Los montantes se colocarán en el mismo sentido, excepto los del final y los lógicos de huecos de paso o soportes para anclajes o similar. En caso de que los montantes sean de menor longitud que la luz a cubrir entre suelo y techo, se solaparán entre ellos o a través de piezas auxiliares, de forma que el solape quede perfectamente solidario.

Las perforaciones para el paso de instalaciones coincidirán en la misma línea horizontal. En caso de tener que realizar otras perforaciones, se comprobará que el perfil no queda debilitado. Es recomendable que los mecanismos de electricidad y otras instalaciones no coincidan en lados opuestos del tabique.

En caso de tabiques dobles o especiales los montantes se arriostrarán entre ellos, con cartelas de las dimensiones y a las distancias indicadas por el fabricante. En caso de alturas especiales o de no desear el arriostramiento (juntas de dilatación, altas prestaciones acústicas, etc.) se consultará a la dirección facultativa, y será objeto de estudio específico.

– Atornillado de las placas de yeso:

Se colocarán las placas de una cara del tabique, se montarán las instalaciones que lleve en su interior, procurando que no formen un contacto entre la hoja de fábrica y las placas de yeso laminado y, en su caso, después de ser probadas, y colocados los anclajes, soportes o aislamientos/absorbentes previstos, se cerrará el tabique por la otra cara. La distribución de conductos en el interior de la cámara se realizará mediante piezas específicas para ello. Se deben utilizar envolventes elásticas (pasamuros), para evitar el paso de vibraciones a los elementos constructivos, siempre que éstas atraviesen un elemento de separación. Pueden utilizarse como pasamuros las coquillas de espuma de polietileno o espuma elastomérica. Deben sellarse las holguras entre los pasamuros y los elementos de separación.

En el caso de existir instalaciones dispuestas en rozas dentro del elemento base, deben retacarse con mortero todas las rozas realizadas e intentar que las instalaciones discurran entre la perfilería. Al realizar rozas en las placas, las placas sólo deben perforarse en los puntos en la salida de instalaciones que discurran por la cámara o en aquellos puntos donde se instalarán cajas para mecanismos eléctricos.

El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara se colocará entre los perfiles y debe rellenarla en toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilería utilizada. Se recomienda emplear absorbentes acústicos de densidad baja o media (de 10 a 70 kg/m<sup>3</sup>) que permitan el amoldamiento de los conductos sin deteriorarse.

En los tabiques sencillos o dobles las placas se colocarán en posición longitudinal respecto a los montantes, de manera que sus juntas verticales coincidan siempre con un montante. En los tabiques múltiples y especiales se podrán colocar indistintamente en posición transversal o longitudinal.

En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contrapearse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilería autoportante.

Las placas se colocarán a tope en techo y apoyadas sobre calzos en el suelo, que las separan del suelo terminado entre 10 y 15 mm. Cuando las placas sean de menor dimensión que la altura libre se colocarán de manera que no coincidan sus juntas transversales en la misma línea horizontal, con un solape mínimo de 40 cm.

Las placas se fijarán a los perfiles cada 25 cm mediante tornillos perpendiculares a las placas, con la longitud indicada por el fabricante. Los tornillos del borde longitudinal de las placas se colocarán a 10 mm de éste y los de los bordes transversales a no menos de 15 mm. No se atornillarán las placas a los perfiles en la zona donde se produce el cruce de un montante con un canal. Los tornillos quedarán suficientemente rehundidos, de tal manera que se permita su plastecido posterior.

Las juntas entre placas deberán contrapearse en cada cara, de tal forma que no coincida una junta del mismo nivel de laminación en un mismo montante. Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado

de la junta, se aplicarán las capas de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento. También se podrá realizar el tratamiento de las juntas pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las capas de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior. Si se hubieran proyectado 2 o más placas de yeso laminado por cada lado, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al tratamiento de juntas y plastecido de tornillos de cada fase.

De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas en las juntas perimetrales del trasdosado con el forjado y otras particiones o podrá utilizarse silicona elástica.

En los huecos, las placas se colocarán según instrucciones del fabricante. En caso de tabiques sencillos se colocarán haciendo bandera en los cercos. Las juntas entre placas de caras opuestas de un mismo nivel de laminación no coincidirán en el mismo montante.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Tolerancias admisibles**

Separación entre placas y suelo terminado: entre 10 y 15 mm.

Longitud de perfiles intermedios encajados en canales: entre 8 mm y 10 mm.

En zonas de circulación, altura sin elementos que vuelen más de 15 cm, que no arranquen del suelo y que presenten riesgo de impacto: entre 15 cm y 2,00 m medidos a partir del suelo.

- **Condiciones de terminación**

Se comprobarán y repasarán las superficies a tratar. Las cabezas de los tornillos estarán rehundidas y limpias de celulosa a su alrededor. Las cajas para mecanismos eléctricos y distintos pasos de instalaciones estarán convenientemente recibidas y emplastecidas. Las superficies de las placas estarán limpias de polvo y manchas. Se repasarán las posibles zonas deterioradas, saneándolas convenientemente y realizando su emplastecido.

Las juntas entre placas tendrán un espesor inferior a 3 mm; en caso contrario, se realizará un emplastecido previo al tratamiento.

Como acabado se aplicará pasta en las cabezas de tornillos y juntas de placas, asentando en éstas la cinta de juntas con espátula. Se dejará secar y se aplicará una capa de pasta de acabado. Una vez seco, se aplicará una segunda capa y se lijará la superficie tratada.

En el caso de tabiques especiales de protección al fuego laminados (múltiples o especiales), será necesario emplastecer las juntas de las placas interiores.

Las aristas de las esquinas se rematarán con cinta o perfil guardavivos, fijado con pasta a las placas.

En el caso de trasdosados de fábrica, si hay un falso techo, se recomienda ejecutar primero el trasdosado y después el techo.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Puntos de observación.

– Previo a la ejecución:

Comprobación que los materiales que componen el cerramiento se encuentran en correcto estado.

La superficie donde apoyará la perfilería está limpia y sin imperfecciones significativas.

– Replanteo:

Desviaciones respecto a proyecto en cuanto a replanteo y espesores de la partición. En trasdosados autoportantes, colocación de la perfilería separada al menos 10 mm de la hoja de fábrica.

No podrán producirse errores superiores a  $\pm 20$  mm no acumulativos.

Juntas de dilatación de la tabiquería: máximo cada 15 m.



– Ejecución:

Colocación de canales: colocación de banda de estanquidad en suelo, techo y en los encuentros laterales con elementos de fábrica y pilares. Comprobación de los anclajes y arriostramiento adecuado, en su caso.

Colocación de montantes de arranque: fijaciones, tipo y distancia. Uniones a otros tabiques.

Colocación de montantes intermedios: modulación y sin atornillar.

Colocación de montantes fijos (esquinas, cruces, jambas, etc.): fijaciones y distancia.

Colocación de las instalaciones: se llevan por dentro de la perfilera, en su caso, y se emplean piezas específicas para el tendido de las mismas.

Colocación del aislante/absorbente: cubre toda la superficie de la cámara y no ha sufrido roturas. Ancho adecuado a los montantes utilizados.

Refuerzos en huecos y fijación del cerco o premarco (descuadres y alabeos).

Sujeción de las placas: firmes, tornillos adecuados. Existencia de montante debajo de cada junta longitudinal.

Juntas entre las placas de yeso: tratamiento con pasta de juntas y cintas de papel o malla.

Encuentros entre las placas de yeso y el forjado o las particiones a las que éstas acometen: tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas.

Colocación de dos o más fases de placas de yeso: comprobación que la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior. Tratamiento de las de juntas y plastecido de tornillos de cada fase.

Zonas de circulación: según el CTE DB SUA 2, apartado 1.1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

– Comprobación final:

Planeidad local: diferencias entre resaltes no mayor a 1 mm, medida con regla de 20 cm.

Planeidad general: diferencias entre resaltes no mayor a 5 mm, medida con regla de 2 m.

Desplome. No mayor de 5 mm en 3 m de altura.

Acabado de la superficie adecuado para la aplicación de revestimientos decorativos. Las placas de acabado están debidamente selladas y no existen rozas o roturas en ellas.

Las cajas de derivación y las de los mecanismos eléctricos (enchufes, interruptores, etc.) son apropiadas para las placas de yeso laminado.

• Ensayos y pruebas

Se realizará una prueba previa “in situ” de los anclajes de los perfiles canal para comprobar su idoneidad frente a las solicitaciones que se producen en ellos según el material del soporte. Las instalaciones que vayan a quedar ocultas se someterán a una prueba para verificar su correcto funcionamiento, previa al cierre del tabique.

• Conservación y mantenimiento

Se evitarán las humedades y la transmisión de empujes sobre las particiones.

No se fijarán o colgarán pesos del tabique sin seguir las indicaciones del fabricante.

Se inspeccionará la posible aparición de fisuras, grietas, desplomes, etc.

La limpieza se realizará según el tipo de acabado.

Todos los trabajos de reparación se llevarán a cabo por profesional cualificado.

**Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

• Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y

conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## 2.6. REVESTIMIENTOS

### 2.6.1. REVESTIMIENTO DE PARAMENTOS

#### 2.6.1.1. ALICATADOS

##### Descripción

##### **Descripción**

Revestimiento para acabados de paramentos interiores y exteriores con baldosas cerámicas esmaltadas o no, con mosaico cerámico de vidrio, y piezas complementarias y especiales, recibidos al soporte mediante material de agarre, con o sin acabado rejuntado.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de alicatado realmente ejecutado, incluyendo cortes, parte proporcional de piezas complementarias y especiales, rejuntado y mochetas, descontando huecos, incluso eliminación de restos y limpieza.

##### Prescripciones sobre los productos

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

Según CTE DB HE 1, apartado 4, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

– Baldosas cerámicas:

Gres esmaltado: baldosas con absorción de agua baja o media - baja, prensadas en seco, esmaltadas. Adecuadas para revestimiento de fachadas.

Gres porcelánico: baldosas con muy baja absorción de agua, prensadas en seco o extruídas, para revestimientos de fachadas y paredes interiores. Hay dos tipos básicos: gres porcelánico no esmaltado y gres porcelánico esmaltado.

Gres rústico: baldosas con absorción de agua baja o media - baja, extruídas, generalmente no esmaltadas. Para revestimiento de fachadas.

Barro cocido: baldosas con de apariencia rústica y alta absorción de agua, en su mayoría no esmaltadas.

Azulejo: baldosas con absorción de agua alta, prensadas en seco y esmaltadas. Para revestimiento de paredes interiores.

– Sistemas: conjuntos de piezas con medidas, formas o colores diferentes que tienen una función común:

Sistemas para piscinas: incluyen piezas planas y tridimensionales. Son generalmente esmaltadas y de gres. Deben tener buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos de limpieza y aditivos para aguas de piscina.

– Mosaico: podrá ser de piezas cerámicas, de gres o esmaltadas, o mosaico de vidrio.

– Piezas complementarias y especiales, de muy diversas medidas y formas: listeles, tacos, tiras y algunas molduras y cenefas.

Características mínimas que deben cumplir todas las baldosas cerámicas:

El dorso de las piezas tendrá rugosidad suficiente, preferentemente con entalladuras en forma de "cola de milano", y una profundidad superior a 2 mm.

Características dimensionales.

Expansión por humedad, máximo 0,6 mm/m.

Resistencia química a productos domésticos y a bases y ácidos.

Resistencia a las manchas.

Cuando se trate de revestimiento exterior, debe tener una resistencia a filtración, según el CTE DB HS 1 apartado 2.3.2.

Las piezas no estarán rotas, desportilladas ni manchadas y tendrán un color y una textura uniforme en toda su superficie.

– Sistema de colocación en capa gruesa: para su colocación se pueden usar morteros industriales (secos, húmedos), semiterminados y hechos en obra. Material de agarre: mortero tradicional (MC).

– Sistema de colocación en capa fina, los materiales de agarre que se usan son:

Adhesivos cementosos o morteros cola (C): constituido por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos. Hay dos clases principales: adhesivo cementoso normal (C1) y adhesivo cementoso mejorado (C2).

Adhesivos en dispersión o pastas adhesivas (D): constituido por un conglomerante orgánico, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases: adhesivo en dispersión normal (D1) y adhesivo en dispersión mejorado (D2).

Adhesivos de resinas reactivas (R): constituido por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases principales: adhesivo de resinas reactivas normal (R1) y adhesivo de resinas reactivas mejorado (R2).

Características de los materiales de agarre son: adherencia mecánica y química, tiempo abierto, deformabilidad, durabilidad a ciclos de hielo y deshielo, deslizamiento o descuelgue, fraguado rápido, etc.

– Material de rejuntado:

Material de rejuntado cementoso (CG): constituido por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que solo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso. Existen dos clases: normal (CG1), recomendado para paramentos y mejorado (CG2), recomendado para suelos. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a compresión; retracción; absorción de agua.

Material de rejuntado de resinas reactivas (RG): constituido por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a la compresión; retracción; absorción de agua.

Lechada de cemento (L): producto no normalizado preparado in situ con cemento Pórtland y cargas minerales.

– Material de relleno de las juntas:

Juntas estructurales: perfiles o cubrecantos de plástico o metal, másticos, etc.

Juntas perimetrales: Poliestireno expandido, silicona.

Juntas de partición: perfiles, materiales elásticos o material de relleno de las juntas de colocación.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Baldosas cerámicas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.4.4):

Cada suministro irá acompañado de una hoja de suministro que contendrá los datos de la baldosa: tipo de baldosa, dimensiones y forma, acabado y declaración del fabricante de las características técnicas de la baldosa suministrada.

Las baldosas cerámicas y/o su embalaje deben ser marcados con:

Marca comercial del fabricante o fabricación propia.

Marca de primera calidad.

Tipo de baldosa, con medidas nominales y medidas de fabricación. Código de la baldosa.

Tipo de superficie: esmaltada o no esmaltada.

En caso de que el embalaje o en albarán de entrega no se indique el código de baldosa con especificación técnica, se solicitará al distribuidor o al fabricante información de las características técnicas de la baldosa cerámica suministrada.

– Mosaicos: en general se presentan pegados por la cara vista a hojas de papel generalmente perforado o, por el dorso, a una red textil, de papel o de plástico.

– Adhesivos para baldosas cerámicas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.4.3): el producto se suministrará ensacado. Los sacos se recepcionarán en buen estado, sin desgarrones, zonas humedecidas ni fugas de material.

– Morteros de agarre (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1): hecho en obra, comprobación de las dosificaciones, materias primas: identificación: cemento, agua, cales, arena; mortero industrial: identificación.

• Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Los adhesivos se almacenarán en local cubierto, seco y ventilado. Su tiempo de conservación es de aproximadamente un año desde su fabricación.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

• Condiciones previas: soporte

La puesta en obra de los revestimientos cerámicos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa de las obras.

El soporte tendrá las siguientes propiedades para la colocación de baldosas: estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica, sensibilidad al agua, planeidad.

Se realizarán las siguientes comprobaciones sobre el soporte base:

De la estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación.

De la superficie de colocación.

Planeidad: capa gruesa, (pueden compensarse desviaciones con espesor de mortero). Capa fina (la desviación máxima con regla de 2 m, no excede de 3 mm, o prever una capa de mortero o pasta niveladora como medida adicional).

Humedad: capa gruesa, (se humecta el tabique sin llegar a saturación). Capa fina, (la superficie está aparentemente seca).

Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite, etc.

Rugosidad: en caso de soportes existentes muy lisos, prever aumento de rugosidad mediante repicado u otros medios; esto no será necesario con adhesivos C2, D o R.

Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.

• Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

El enfoscado de base, una vez fraguado, estará exento de sales solubles que puedan impedir la adherencia del mortero adhesivo.

El alicatado con mortero de cemento se aplicará en paramentos cerámicos o de cemento, mientras que el alicatado con adhesivo se aplicará en el revestimiento de paramentos de cualquier tipo.

En caso de soportes deformables o sujetos a movimientos importantes, se usará el material de rejuntado de mayor deformabilidad.

## Proceso de ejecución

### • Ejecución

La colocación deberá efectuarse en unas condiciones climáticas normales (5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo, las corrientes de aire, lluvias y aplicar con riesgo de heladas.

Se limpiará y humedecerá el soporte a revestir si es recibido con mortero. Si es recibido con pasta adhesiva se mantendrá seco el soporte. En cualquier caso se conseguirá una superficie rugosa del soporte. Se mojarán las baldosas por inmersión si procede, para que no absorban el agua del mortero. Se colocará una regla horizontal al inicio del alicatado y se replantearán las baldosas en el paramento para el despiece de los mismos. El alicatado se comenzará a partir del nivel superior del pavimento y antes de realizar éste. Sobre muros de hormigón se eliminará todo resto de desencofrante.

#### – Amasado:

Adhesivos cementosos: según recomendaciones del fabricante, se amasará el producto hasta obtener una masa homogénea y cremosa. Finalizado el amasado, se mantendrá la pasta en reposo durante unos minutos. Antes de su aplicación se realizará un breve amasado con herramienta de mano.

Adhesivos en dispersión: se presentan listos para su uso.

Adhesivos de resinas reactivas: según indicaciones del fabricante.

#### – Colocación general:

Será recomendable, mezclar piezas de varias cajas. Las piezas cerámicas se colocarán sobre la masa extendida presionándola por medio de ligeros golpes con un mazo de goma y moviéndolas ligeramente hasta conseguir el aplastamiento total de los surcos del adhesivo para lograr un contacto pleno. Las baldosas se colocarán dentro del tiempo abierto del adhesivo, antes de que se forme una película seca en la superficie del mismo que evite la adherencia. No se realizará el alicatado hasta que no se haya producido la retracción más importante del muro, es decir entre 45 y

60 días. Cuando se coloquen productos porosos no esmaltados, se recomienda la aplicación de un producto antiadherente del cemento, previamente a las operaciones de rejuntado para evitar su retención y endurecimiento sobre la superficie del revestimiento.

Sistemas de colocación: colocación en capa gruesa, (se colocará la cerámica directamente sobre el soporte). Colocación en capa fina, (se realizará sobre una capa previa de regularización del soporte).

En caso de azulejos recibidos con adhesivo: si se utiliza adhesivo de resinas reactivas, el alicatado podrá fijarse directamente a los paramentos de mortero, sin picar la superficie pero limpiando previamente el paramento. Para otro tipo de adhesivo se aplicará según las instrucciones del fabricante. Se recomienda extender el adhesivo en paños no mayores de 2 m<sup>2</sup>. Las baldosas no deberán colocarse si se forma una película seca en la superficie del adhesivo.

En caso de azulejos recibidos con mortero de cemento: se colocarán los azulejos extendidos sobre el mortero de cemento previamente aplicado sobre el soporte (no mediante pellas individuales en cada pieza), picándolos con la paleta y colocando pequeñas cuñas de madera en las juntas.

En caso de mosaicos: el papel de la cara vista se desprenderá tras la colocación y la red dorsal quedará incorporada al material de agarre.

#### – Juntas:

El alicatado se realizará a junta abierta. La separación mínima entre baldosas será de 1,5 mm.

Juntas de colocación y rejuntado: puede ser aconsejable llenar parcialmente las juntas de colocación con tiras de un material compresible antes de llenarlas a tope. El material compresible no debería adherirse al material de rejuntado o, en otro caso, deberá cubrirse con una cinta de desolidarización. Estas cintas son generalmente autoadhesivas. La profundidad mínima del rejuntado debe ser de 6mm. Se deberían rellenar a las 24 horas del embaldosado.



Juntas de movimiento estructurales: deberán llegar al soporte, incluyendo la capa de desolidarización si la hubiese, y su anchura deberá ser, como mínimo, la de la junta del soporte. Se rematan usualmente rellenándolas con materiales de elasticidad duradera.

Juntas de movimiento perimetrales: se deben prever antes de colocar la capa de regularización, dejándose en los límites de las superficies horizontales a embaldosar con otros elementos tales como paredes, pilares, etc. Se podrá prescindir de ellas en recintos con superficies menores de 7 m<sup>2</sup>. Deberán ser juntas continuas con una anchura mayor o igual de 5mm, y quedarán ocultas por el revestimiento adyacente. Deberán estar limpias de materiales de obra y llegar hasta el soporte.

Juntas de partición (dilatación): la superficie máxima a revestir sin estas juntas es de 50 m<sup>2</sup> a 70 m<sup>2</sup> en interior, y de la mitad de estas en el exterior. La posición de las juntas debe replantearse de forma que no estén cruzadas en el paso, si no deberían protegerse. Estas juntas deberán cortar el revestimiento cerámico, el adhesivo y el mortero base con una anchura mayor o igual de 5 mm. Podrán rellenarse con perfiles o materiales elásticos.

– Corte y taladrado:

Los taladros que se realicen en las piezas para el paso de tuberías, tendrán un diámetro de 1 cm mayor que el diámetro de estas. Siempre que sea posible, los cortes se realizarán en los extremos de los paramentos.

• Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

• Tolerancias admisibles

Características dimensionales para colocación con junta mínima:

– Longitud y anchura/ rectitud de lados:

Para  $L \leq 100 \text{ mm}$   $\pm 0,4 \text{ mm}$

Para  $L > 100 \text{ mm}$   $\pm 0,3\%$  y  $\pm 1,5 \text{ mm}$ .

– Ortogonalidad:

Para  $L \leq 100 \text{ mm}$   $\pm 0,6 \text{ mm}$

Para  $L > 100 \text{ mm}$   $\pm 0,5\%$  y  $\pm 2,0 \text{ mm}$ .

– Planitud de superficie:

Para  $L \leq 100 \text{ mm}$   $\pm 0,6 \text{ mm}$

Para  $L > 100 \text{ mm}$   $\pm 0,5\%$  y  $+ 2,0/- 1,0 \text{ mm}$ .

• Condiciones de terminación

Una vez fraguado el mortero o pasta adhesiva se retirarán las cuñas y se limpiarán las juntas, retirando todas las sustancias perjudiciales o restos de mortero o pasta, rejuntándose posteriormente con material de rejuntado o lechada de cemento blanco o gris (coloreada cuando sea preciso), no aceptándose el rejuntado con polvo de cemento.

Una vez finalizada la colocación y el rejuntado, se limpiará la superficie del material cerámico con una solución ácida diluida para eliminar los restos de cemento.

Nunca se efectuará una limpieza ácida sobre revestimientos recién colocados. Se limpiará la superficie con cepillos de fibra dura, agua y jabón, eliminando todos los restos de mortero con espátulas de madera.

Se sellarán siempre los encuentros con carpinterías y vierteaguas.

Se impregnará la superficie con agua limpia previamente a cualquier tratamiento químico, y posterior aclarado

**Control de ejecución, ensayos y pruebas**

• Control de ejecución

Aplicación de base de cemento: comprobar dosificación, consistencia y planeidad final.

Capa fina, desviación máxima medida con regla de 2 m: 3 mm.

Aplicación de imprimación: verificar la idoneidad de la imprimación y que la aplicación se hace siguiendo las instrucciones del fabricante.

Baldosa: verificar que se ha realizado el control de recepción.

Mortero de cemento (capa gruesa): comprobar que las baldosas se han humedecido por inmersión en agua. Comprobar reglado y nivelación del mortero fresco extendido.

Adhesivo (capa fina): verificar que el tipo de adhesivo corresponde al especificado en proyecto.

Aplicación del adhesivo: comprobar que se utiliza siguiendo las instrucciones del fabricante. Comprobar espesor, extensión y peinado con llana dentada adecuada.

Tiempo abierto de colocación: comprobar que las baldosas se colocan antes de que se forme una película sobre la superficie del adhesivo. Comprobar que las baldosas se asientan definitivamente antes de que concluya el tiempo abierto del adhesivo.

Colocación por doble encolado: comprobar que se utiliza esta técnica en embaldosados en exteriores y para baldosas mayores de 35 cm. o superficie mayor de 1225 cm<sup>2</sup>.

En cualquier caso: levantando al azar una baldosa, el reverso no presenta huecos.

Juntas de movimiento: estructurales: comprobar que no se cubren y que se utiliza un sellante adecuado. Perimetrales y de partición: comprobar su disposición, que no se cubren de adhesivo y que se utiliza un material adecuado para su relleno.

Juntas de colocación: verificar el tipo de material de rejuntado corresponde con el especificado en proyecto. Comprobar la eliminación y limpieza del material sobrante.

Desviación de planeidad del revestimiento: la desviación entre dos baldosas adyacentes no debe exceder de 1 mm. La desviación máxima se medirá con regla de 2 m y no debe exceder de 2 mm.

Alineación de juntas de colocación; La diferencia de alineación de juntas se mide con regla de 1 m y no debe exceder de  $\pm 1$  mm.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

- Conservación y mantenimiento

Durante la obra, se evitarán los golpes que puedan dañar el alicatado, así como roces y punzonamiento.

No se sujetarán sobre el alicatado elementos que puedan dañarlo o provocar la entrada de agua, es necesario profundizar hasta encontrar el soporte.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

### **2.6.1.2. APLACADOS**

#### **Descripción**

#### **Descripción**

Revestimiento para acabados de paramentos verticales con piezas de piedra natural o artificial, recibidas al soporte con dispositivos de anclaje vistos (perfiles longitudinales y continuos en forma de T, que abrazan el canto de las piezas preferentemente en horizontal), ocultos (sujetarán la pieza por un canto, mediante un pivote o una pletina) o bulones, (fijados mecánicamente al soporte con perforación de la placa). El sistema de sujeción del anclaje al soporte podrá ser con

cajeados retacados con mortero, cartuchos de resina epoxi, fijación mecánica (tacos de expansión) o fijación a un sistema de perfiles de cuelgue (regulables en tres dimensiones) fijado mecánicamente al soporte. También podrán ser recibidas al soporte mediante material de agarre, y en ocasiones además con piezas metálicas.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

En caso de piezas recibidas al soporte con dispositivos de anclaje, metro cuadrado de aplacado incluyendo rejuntado, anclajes y mochetas, descontando huecos, incluso eliminación de restos y limpieza.

En caso de piezas recibidas al soporte mediante material de agarre (y piezas metálicas en su caso), metro cuadrado de revestimiento con placas o plaquetas de piedra natural, colocadas incluyendo material de rejuntado: cementoso, de resinas reactivas o lechada de mortero coloreado, cortes, eliminación de restos y limpieza.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

– Placas o plaquetas de piedra natural o artificial (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.1.4):

Distintos acabados en su cara vista, pulido mate, brillante, etc.

Espesor adecuado en función del tipo de piedra y del emplazamiento, y como mínimo de 30 mm, aunque en piezas muy compactas podrá ser de 25 mm.

El granito no estará meteorizado, ni presentará fisuras. La piedra caliza será compacta y homogénea de fractura. El mármol será homogéneo y no presentará masas terrosas.

En caso de utilización de anclajes, las placas tendrán los taladros necesarios. El diámetro de los taladros será

3 mm mayor que el del bulón. Se recomienda que el fondo del agujero del bulón y los extremos de éste tengan la forma de casquete esférico. Asimismo, la longitud del orificio practicado en la piedra deberá ser mayor que la longitud del pivote o pletina para evitar el descanso de la piedra en su extremo superior.

– Bases para aplacado:

Base de mortero o capa de regularización con mortero, para conseguir una planimetría suficiente para la colocación en capa fina. En caso de que existan capas intermedias compresibles el mortero debe ir armado y fijado al soporte base. En la regularización para aplacados interiores: CSII ó CSIII. En la regularización para aplacados de fachada: CSIII ó CSIV (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

– Material de agarre: adhesivos cementosos (morteros cola) de varios tipos: normal (C1), mejorado (C2), en dispersión (D1) o (D2), y de resinas reactivas (R1) o (R2).

– Morteros para albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13):

Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición

apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

Los morteros podrán ser de diversos tipos.

Para los morteros de cal serán recomendables las siguientes composiciones (cemento blanco: cal: arena) en función del emplazamiento:

Exteriores en zonas costeras de hielo (>1000 m): 1:1:6.

Exteriores en el resto de zonas: 1:2:8.

Interiores: 1:3:12.

– Anclajes:

Anclajes de sujeción al soporte: no serán aceptables los anclajes de otros materiales con menor resistencia y comportamiento a la agresividad ambiental que los de Acero Inoxidable AISI 304 ó 316, según normas UNE.

Anclajes de sujeción vistos: podrán ser de acero inoxidable o de aluminio lacado o anodizado.

Anclajes de sujeción ocultos: los pivotes podrán tener un diámetro mínimo de 5 mm y una longitud de 30 mm, y las pletinas un espesor mínimo de 3 mm, ancho de 30 mm y profundidad de 25 mm.

– Separadores de placas: podrán ser de cloruro de polivinilo de espesor mínimo 1,50 mm.

– Material de rejuntado, se podrá utilizar:

Material de rejuntado cementoso. Existen dos clases: normal (CG1) y mejorado (CG2). Este último reduce su absorción de agua y tiene mayor resistencia a la abrasión.

Material de rejuntado de resinas reactivas (RG), de elevada adherencia, resistencia a los productos químicos, resistencia bacteriológica, muy buena resistencia a la humedad y excelente resistencia a la abrasión.

Se podrán llenar parcialmente las juntas con tiras de un material compresible, (goma, plásticos celulares, láminas de corcho o fibras para calafateo) antes de llenarlas a tope.

– Material de sellado de juntas: podrá ser lechada de cemento, etc.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

El soporte del revestimiento pétreo deberá cumplir las siguientes condiciones en cuanto a:

– Sensibilidad al agua: los soportes sensibles al agua (madera, aglomerados de madera, etc.), pueden requerir una imprimación impermeabilizante.

– Rugosidad en caso de soportes muy lisos y poco absorbentes, se aumentará la rugosidad por picado u otros medios. En caso de soportes disgregables se aplicará una imprimación impermeabilizante.

– Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.

– Estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación: en caso de bases de mortero de cemento, 2-3 semanas.

– Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite o grasas, etc.

La fábrica que sustente el aplacado tendrá la suficiente resistencia para soportar el peso de éste.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en su caso, se comprobará la disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se evitará el contacto del aplacado con otros elementos tales como suelos, otros paramentos pilares, etc., mediante la disposición de juntas perimetrales.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Las variedades de piedra porosas no se emplearán en zonas donde se prevean heladas.

No se emplearán las variedades de piedra de elevado coeficiente de absorción (> 5%), en zonas próximas al mar, ya que presentan riesgo de verse sometidas a una aportación importante de cloruros.

No se emplearán areniscas con importante presencia de arcillas, cloruros o yeso, ya que pueden experimentar importantes transformaciones en el exterior que producen descomposiciones acompañadas de bajas importantes de resistencia.

Es aconsejable separar las piezas de piedra porosas del aluminio mediante dos manos de pintura bituminosa, u otro elemento espaciador. Se debe tener especial cuidado con algunos tipos de ladrillos que tienen cloruros en su composición, ya que estos pueden acelerar el proceso de corrosión.

Se evitará el empleo de piedra con compuestos ferrosos (óxidos de hierro o compuestos piritosos), cuya acción puede afectar a la resistencia de la propia placa en ambientes agresivos.

En caso de que el aplacado esté expuesto a situaciones de humedad repetitivas, se podrá determinar mediante ensayo la presencia de sales como cloruros y sulfatos.

Se dan las siguientes incompatibilidades entre el sistema de fijación y el tipo de soporte:

No se utilizarán anclajes fijados con cajeados retacados con mortero en el soporte en caso de que éste sea de hormigón armado o en masa, o estructura metálica.

No se utilizarán anclajes fijados mecánicamente al soporte en caso de que éste sea de ladrillos y bloque huecos, dada su heterogeneidad.

Para evitar las corrosiones de tipo galvánico entre los diferentes elementos que componen el cuerpo del anclaje, no se utilizarán sistemas de anclaje con diferentes metales (aluminio y acero inoxidable, acero inoxidable y acero al carbono), y si se optase por admitirlos, se interpondrán casquillos o arandelas separadoras, inertes o de nula conductividad eléctrica.

Se colocarán casquillos separadores de material elástico y resistente a la intemperie (por ejemplo nailon o EPDM), para impedir el contacto directo entre el anclaje y la piedra.

Las carpinterías, barandillas y todo elemento de sujeción irán fijados a la fábrica, y nunca al aplacado.

### Proceso de ejecución

- Ejecución

En general, la puesta en obra de los revestimientos pétreos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas. La colocación debe efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo y las corrientes de aire.

Se replantearán, según proyecto, las hiladas del aplacado, así como de los puntos de anclaje. Se efectuará el despiece del paramento a aplacar definiéndolo y numerándolo.

Las juntas de dilatación del edificio se mantendrán en el aplacado.

El sistema de sujeción directa mediante morteros no será recomendable en exteriores, salvo en zócalos.

A cada placa se le habrán practicado las ranuras y orificios necesarios para su anclaje a la fábrica.

Se realizará la sujeción previa de los anclajes al soporte para asegurar su resistencia al colgar la piedra en ellos. Se colocarán cuatro anclajes por placa como mínimo, separados de su borde 1/5 de su longitud o de la altura de la placa. La posición de los anclajes en la junta horizontal será simétrica respecto al eje de la placa. Los anclajes podrán ser de carga o de sujeción, que a su vez irán colocados en juntas verticales (horizontales en las placas del borde de fachada).

Se fijará un tablón para apoyar la hilada inferior de placas de forma que queden niveladas a la altura correspondiente. Se acuñarán las placas de la primera hilada sobre el tablón, nivelando su borde superior a la altura correspondiente. El orden de ejecución será placa a placa de forma continua, y de abajo a arriba de la fachada.

Las placas se colocarán en obra suspendiéndolas exclusivamente de los ganchos o dispositivos preparados para su elevación.

La sujeción de las placas se confiará exclusivamente a los dispositivos de anclaje previstos y probados antes del suministro de las placas. Se comprobará que los anclajes de las placas encajan correctamente en los agujeros.

Los anclajes se recibirán en los orificios practicados en los cantos de las placas, y en el soporte, según el sistema de proyecto:

Con mortero hidráulico (sistema tradicional): previamente se humedecerá la superficie del hueco. No se usará escayola ni yeso en ningún caso. Se podrán emplear aceleradores de fraguado. Los anclajes se nivelarán dentro del tiempo de fraguado. Se esperará a que el mortero fragüe y se endurezca suficientemente. No se quitarán las cuñas de las placas hasta que el mortero haya endurecido.

Con resinas de uso rápido.

Con taco de expansión de uso inmediato.

A continuación se encajará la placa contigua.

Se realizarán juntas verticales de dilatación de 1 cm de anchura como mínimo, cada 6 m y a una distancia de 2 m de las esquinas del edificio, utilizando anclajes de media espiga. Se respetarán las juntas estructurales del edificio.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en caso de cámara ventilada, se colocarán separadores entre placas de hiladas sucesivas para dejar juntas abiertas de anchura mayor que 5 mm y ventilar así la cámara. El espesor de la cámara será conforme al proyecto y estará comprendido entre 3 cm y 10 cm. Se comprobará que no se acumulen restos de mortero en la cámara que reduzcan su espesor. Para evacuar el agua que pueda entrar en la cámara, se fijará un babero a la hoja exterior en las zonas donde la cámara se interrumpa con dinteles, forjados, etc.

En el caso de fachadas ventiladas con aislante, los orificios que deben practicarse en el aislante para el montaje de los anclajes puntuales se rellenarán posteriormente con proyectores portátiles del mismo aislamiento o recortes del mismo adheridos con colas compatibles.

Según el CTE DB HS 1, en el caso de fachada constituida por un material poroso, se realizará un zócalo con un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de altura mínima 30 cm, y que cubra la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada.

Además, en los zócalos, por ser las zonas más sensibles a las agresiones del tráfico urbano, será recomendable la solución de piezas de mayor espesor recibidas con morteros. Las juntas tendrán un espesor mínimo de 6 mm, y se rellenarán con mortero plástico y elástico.

Para la colocación en capa fina:

La técnica de colocación en capa gruesa, con material de agarre de mortero de cemento es desaconsejable por las posibles patologías que pudieran producirse, como eflorescencias, manchas por humedad, falta de adherencia, etc. Se procederá pues a la colocación en capa fina.

En su caso, la base de mortero o regularización con mortero pobre tendrá un espesor aproximado de 2 cm, en su máximo espesor y será de categoría CSII ó CSIII.

Se tendrá en consideración en la utilización de adhesivos el tiempo abierto máximo, para evitar desprendimientos posteriores de las baldosas.

En soportes más flexibles como capas aislantes, sujetos a variaciones térmicas por calefacción, etc., hay que esperar movimientos, por lo que se debe emplear un adhesivo con característica



adicional de deformabilidad. Además, es recomendable utilizar piezas de tamaño inferior a 30 x 30 cm e incrementar el ancho de juntas de colocación. Estos adhesivos pueden ser S1 ó S2. Éste último si se requiere una capacidad mayor de deformación.

Si se necesita una puesta en servicio rápida del aplacado se seleccionará un adhesivo con la característica de fraguado rápido (F).

Si se emplea piedra aglomerada o piedra con resina y malla por la superficie posterior se recomienda la utilización de adhesivos de resinas reactivas (R1) o (R2).

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Tolerancias admisibles**

Control de la desviación de planeidad: la desviación máxima medida con regla de 2 m no sobrepasará el límite de  $\pm 2$  mm.

Control de la desviación de nivel entre piezas adyacentes: la desviación entre dos piezas adyacentes (ceja) no sobrepasará el límite de:  $\pm 1$  mm (junta < 6 mm) o  $\pm 2$  mm (junta > 6 mm).

Control de la alineación de juntas de colocación: la diferencia de alineación de juntas, medida con regla de 1 m no excederá de  $\pm 1$  mm.

- **Condiciones de terminación**

La unión del zócalo con la fachada en su parte superior deberá sellarse o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

En caso de que la carpintería esté aplomada al trasdós del aplacado, no se sellarán las juntas perimetrales entre carpintería y aplacado.

Se comprobará que en el aplacado no se aprecian aspectos superficiales defectuosos tales como cambios de color, manchas, picaduras o fisuras.

Se comprobará la limpieza final en el aplacado acabado, apreciándose la ausencia de manchas (yeso, pintura, etc.) y, en su caso, medidas de protección antes de realizar otras actividades.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Puntos de observación.

– Comprobación del soporte:

Se comprobará que el soporte esté liso. En su caso, espesor de la capa de la base de mortero o capa de regularización.

– Replanteo:

Distancia entre anclajes. Juntas. Nivelación

– Ejecución:

Características de los anclajes (material, espesor, etc.) y de las piezas (espesor, taladros en los cantos, en su caso).

Sujeción de los anclajes al soporte, resistencia.

Espesor de la cámara. Disposición de elementos para la evacuación del agua, en su caso (CTE DB HS 1).

– Comprobación final:

Aplomado del aplacado. Comprobación de juntas. Rejuntado, en su caso. Relleno y color.

Planeidad en varias direcciones. Inspeccionar el aplacado para comprobar que no presentará imperfecciones o irregularidades como cejas, que supongan una variación respecto de las tolerancias indicadas anteriormente.

- **Conservación y mantenimiento**

Se tomarán las medidas necesarias para que las jardineras u otros elementos no viertan agua sobre el aplacado.

Todo elemento que sea necesario instalar sobre el aplacado, se recibirá a la fábrica que sustenta éste o a cualquier otro elemento resistente. Sobre el aplacado no se sujetarán elementos como soportes de rótulos, instalaciones, etc., que puedan dañarlo o provocar la entrada de agua.

Se comprobará el estado de las piezas de piedra para detectar posibles anomalías, o desperfectos. La limpieza se llevará a cabo según el tipo de piedra, mediante lavado con agua, limpieza química o proyección de abrasivos.

Se realizarán inspecciones visuales de los paramentos aplacados, reparando las piezas movidas o estropeadas. Los anclajes que deban reponerse serán de acero inoxidable.

Se evitará el golpeo o choque de objetos punzantes o de peso, las ralladuras por desplazamiento de objetos y los golpes durante las fases posteriores de la obra. En caso contrario se habrán previsto protecciones adecuadas para el revestimiento acabado, pudiendo cubrirse con cartón, plásticos gruesos, etc.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

## **2.6.1.3. REVESTIMIENTOS DECORATIVOS**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Revestimiento continuo para acabados de paramentos interiores verticales que pueden ser flexibles, de papeles, plásticos, micromadera, etc., o ligeros, con planchas rígidas de corcho, tableros de madera, elementos metálicos, etc., recibidos con adhesivos o mediante listones de madera.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de revestimiento realmente ejecutado, incluyendo sistema de fijación y tapajuntas en su caso. Incluso preparación del soporte, mochetas y dinteles y deduciéndose huecos y limpieza final.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

- Papel pintado lavable o vinílico: formado por capa base de papel y capa de recubrimiento de resinas sintéticas o PVC. Será lavable e inalterable a la luz y la impresión y gofrado se realizará a máquina.
- Micromadera o microcorcho: formado por capa base de papel y capa de recubrimiento de madera o corcho a láminas muy finas.
- Laminados decorativos de alta presión (HPL): láminas basadas en resinas termoestables (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.7).
- Plástico-flexible o plástico-flexible expandido. Podrá tener capa base de tejido de algodón y capa de recubrimiento de PVC. Será inalterable a la luz, no inflamable y poseerá acción bactericida.
- Revestimientos vinílicos.
- Revestimiento de corcho: será de aglomerado, vendrá tratada contra ataque de hongos e insectos.
- Revestimiento mural con tablero de madera (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.7.1)
  - Tableros de madera maciza o revestidos con chapa con placa estratificada con superficie decorativa, con lámina de PVC, etc. Podrán llevar los cantos lisos o machihembrados. El tablero base será de contrachapado, de partículas o de fibras. Estará exenta de repelo, albura, acebolladura y azulado, y vendrá tratada contra ataque de hongos e insectos. Las tablas, llegarán a obra, escuadradas y sin alabeos. En caso de ir chapada de madera, la chapa de acabado tendrá un espesor no menor de 0,20 mm.
  - Perfiles de PVC: el espesor del perfil será superior a 0,80 mm. Su cara vista será de superficie lisa, exenta de poros y defectos apreciables, estable a la luz y de fácil limpieza.
  - Perfiles de aluminio anodizado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.6.1). El espesor del perfil será superior a 0,50 mm y el anodizado será como mínimo de 15 micras.
  - Láminas de metal autoportantes para revestimiento de paredes (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.6.3).
  - Perfiles metálicos de acabado decorativo (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.2, 19.5). Su cara vista será una lámina de PVC, una pintura esmaltada al fuego u otro tipo de acabado, acabado resistente a la corrosión, estable a la luz y de fácil limpieza.
  - Placas rígidas de acero inoxidable: la placa irá provista de taladros para ser fijada con tirafondos.
  - Sistema de fijación:
    - Adhesivos. Será apto para unir los revestimientos a los soportes, incluso si son absorbentes. Será elástico, imputrescible e inalterable al agua.
    - Listones de madera.
    - Tirafondos, tornillos, clavos, etc.
  - Tapajuntas de acero inoxidable, madera, etc.
- Si las láminas son de madera o de corcho, se deben desembalar un mínimo de 24 horas antes para que se aclimaten a la temperatura y a la humedad.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

La superficie del paramento estará lisa. Se taparán grietas, agujeros o desniveles con pasta niveladora. En el momento de la instalación ha de estar perfectamente seco y limpio.

En caso de superficies enlucidas estarán totalmente secas.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando se utilicen adhesivos, éstos serán de metil-celulosa para papeles pintados, micromadera y microcorcho y de acetato de polivinilo para plásticos flexibles.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

En general: se respetarán los tiempos de secado de colas y adhesivos según las instrucciones del fabricante. Se replanteará previamente el entrepaño.

– Revestimiento vinílico: se extenderá una solución adhesiva. Este tipo de revestimiento se adquiere en rollos, por lo que será necesario cortarlo en franjas de las dimensiones del paramento. Después se fijará sobre el adhesivo, pegándolo con una espátula, de forma que quede uniforme.

– Revestimiento de papel: antes del encolado se procederá a cortar las tiras del revestimiento con la longitud correspondiente y a eliminar el orillo, si lo llevara. Estará seca la capa tapaporos aplicada a la superficie previamente. Se pegarán las tiras de revestimiento de arriba a abajo, pasando un cepillo para liberar el aire ocluido. En caso de los revestimientos con plástico flexible expandido que no tengan capa base, se solaparán las tiras unos 5 cm. Las uniones se repasarán con un rodillo especial para juntas, limpiándose las manchas o exceso de adhesivo con una esponja y agua. El secado se realizará a temperatura ambiente, evitando las corrientes de aire y un secado rápido.

– Revestimiento de planchas rígidas de corcho: el adhesivo se aplicará uniformemente y de forma simultánea sobre paramento y plancha. Una vez se hayan colocado varias losetas se fijarán definitivamente con unos golpes secos dados con un martillo sobre un taco para no dañar la superficie.

– Revestimiento de corcho en rollo: su fijación es la misma que con el revestimiento de papel.

– Revestimiento de tablas de madera: se dispondrán listones de madera con su cara mayor adosada al paño. Los listones que corten juntas estructurales del edificio se interrumpirán sobre ellas. Se extenderá pasta de yeso a todo lo largo del listón, para rellenar holguras. Las juntas entre tableros podrán ser a tope o machihembradas. Para ventilar interiormente el revestimiento, se cortarán los listones horizontales cada 2 m separándolos 10 mm. Se fijarán tapajuntas entre paneles.

– Revestimiento de perfiles de aluminio anodizado o perfiles metálicos de acabado decorativo: se dispondrán listones de madera a los cuales se atornillarán los perfiles.

– Revestimiento de perfiles de PVC: irán fijados con puntas clavadas sobre el soporte.

– Revestimiento de placas rígidas de PVC: irán fijadas al soporte mediante adhesivo.

– Revestimiento de placas rígidas de acero inoxidable: la fijación se hará atornillando las placas al soporte disponiendo tacos de fijación cuando sea necesario.

Según la naturaleza del soporte y en caso de revestimientos flexibles, los acabados de la superficie serán los siguientes: yeso: enlucido. Mortero de cemento, cal o mixto: bruñido. Hormigón o madera: liso. Metal: liso con protección antioxidante.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Condiciones de terminación

Revestimientos vinílicos: se eliminarán las manchas lo antes posible con paño húmedo o esponja. Al final del proceso se debe secar la superficie con un paño para eliminar los restos de los productos de limpieza.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

– Revestimientos flexibles:

No se aprecia humedad.

Variación en la alineación del dibujo inferior a 3 mm en toda la altura del paramento.

No habrá roturas, pliegues o bolsas apreciables a 1 m de distancia.

Las juntas están a tope.

– Revestimientos ligeros:

El revestimiento no se desprende al aplicarlo en el paramento o éste no está seco y limpio y no tiene errores de planeidad.

El adhesivo se ha aplicado simultáneamente sobre paramento y revestimiento y/o se ha repartido uniformemente.

Existencia de listones perimetrales.

La caravista de los listones está contenida en un mismo plano vertical.

Los listones que forman la esquina o rincón están clavados.

Los listones llevan clavadas puntas en sus cantos, y la distancia entre ellas es inferior a 20 cm.

La pasta de yeso cubre las puntas laterales de los listones.

El borde del revestimiento está separado del techo, suelo o rodapié un mínimo de 5 mm.

La junta vertical entre tableros o tableros y tapajuntas es mayor de 1 mm.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

#### **2.6.1.4. 7.1.4 ENFOSCADOS, GUARNECIDOS Y ENLUCIDOS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Revestimiento continuo: que se aplica en forma de pasta fluida directamente sobre la superficie que se reviste, puede ser:

– Enfoscado: para acabado de paramentos interiores o exteriores con morteros de cemento, cal, o mixtos, de 2 cm de espesor, maestreados o no, aplicado directamente sobre las superficies a revestir, pudiendo servir de base para un revoco u otro tipo de acabado.

– Guarnecido: para acabado de paramentos interiores, maestreados o no, a base de yeso, pudiendo ser monocapa, con una terminación final similar al enlucido, o bicapa, a base de un guarnecido de 1 a 2 cm de espesor realizado con pasta de yeso grueso (YG) y una capa de

acabado o enlucido de menos de 2 mm de espesor realizado con yeso fino (YF); ambos tipos podrán aplicarse manualmente o mediante proyectado.

– Revoco: para acabado de paramentos interiores o exteriores con morteros de cemento, cal, mejorados con resinas sintéticas, humo de sílice, etc., hechos en obra o no, de espesor entre 6 y 15 mm, aplicados mediante tendido o proyectado en una o varias capas, sobre enfoscados o paramentos sin revestir, pudiendo tener distintos tipos de acabado.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

– Enfoscado: metro cuadrado de superficie de enfoscado realmente ejecutado, incluso preparación del soporte, incluyendo mochetas y dinteles y deduciéndose huecos.

– Guarnecido: metro cuadrado de guarnecido con o sin maestreado y enlucido, realizado con pasta de yeso sobre paramentos verticales u horizontales, acabado manual con llana, incluso limpieza y humedecido del soporte, deduciendo los huecos y desarrollando las mochetas.

– Revoco: metro cuadrado de revoco, con mortero, aplicado mediante tendido o proyectado en una o dos capas, incluso acabados y posterior limpieza.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

- Agua. Procedencia. Calidad.
- Cemento común (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.1).
- Cal (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.7).
- Pigmentos para la coloración (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.22).
- Aditivos: plastificante, hidrofugante, etc. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.9).
- Enlistonado y esquineras: podrán ser metálicas para enlucido exterior (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.6.1), interior (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.6.2), etc.
- Malla de refuerzo: material (de tela metálica, armadura de fibra de vidrio etc.). Paso de retícula. Espesor.
- Morteros para revoco y enlucido (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.12).
- Yeso para la construcción (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.5).
- Aditivos de los morteros monocapa: retenedores de agua (mejoran las condiciones de curado), hidrofugantes (evitan que el revestimiento absorba un exceso de agua), aireantes (contribuyen a la obtención de una masa de producto más manejable, con menor cantidad de agua), cargas ligeras (reducen el peso del producto y su módulo elástico, aumentan su deformabilidad), fibras, de origen natural o artificial, (permiten mejorar la cohesión de la masa y mejorar su comportamiento frente a las deformaciones) y pigmentos (dan lugar a una extensa gama cromática).



– Junquillos para juntas de trabajo o para despieces decorativos: material (madera, plástico, aluminio lacado o anodizado). Dimensiones. Sección.

- Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

– Mortero húmedo: el camión hormigonera lo depositará en cubilotes facilitados por el fabricante.

– Mortero seco: se dispondrá en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, con amasado automático, o en sacos.

– Mortero predosificado: se dispondrá en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, separándose el conglomerante y el árido.

– Cemento: si el suministro es envasado, se dispondrán sobre palets, o plataforma similar, en lugar cubierto, ventilado y protegido de la intemperie, humedad del suelo y paramentos. Si el suministro es a granel, se almacenará en silos o recipientes aislados de la humedad.

En general, el tiempo máximo de almacenamiento será de tres, dos y un mes, para las clases resistentes de cemento 32,5, 42,5 y 52,5 o para morteros que contengan esos cementos.

– Cales aéreas (endurecen lentamente por la acción del CO<sub>2</sub> presente en el aire). Cal viva en polvo: se almacenará en depósitos o sacos de papel herméticos y en lugar seco para evitar su carbonatación. Cal aérea hidratada (apagada): se almacenará en depósitos herméticos, estancos a la acción del anhídrido carbónico, en lugar seco y protegido de corrientes de aire.

– Cales hidráulicas (fraguan y endurecen con el agua): se conservarán en lugar seco y protegido de corrientes de aire para evitar su hidratación y posible carbonatación.

– Áridos: se protegerán para que no se contaminen por el ambiente ni por el terreno, tomando las precauciones para evitar su segregación.

– Aditivos: se protegerán para evitar su contaminación ni la alteración de sus propiedades por factores físicos o químicos.

– Adiciones (cenizas volantes, humo de sílice): se almacenarán en silos y recipientes impermeables que los protejan de la humedad y la contaminación.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

– Enfoscados:

Compatibilidad con los componentes del mortero, tanto de sus características físicas como mecánicas: evitar reacciones entre el yeso del soporte y el cemento de componente de mortero. Las resistencias mecánicas del mortero, o sus coeficientes de dilatación, no serán superiores a los del soporte.

Estabilidad (haber experimentado la mayoría de las retracciones). No degradable. Resistencia a la deformación.

Porosidad y acciones capilares suficientes para conseguir la adhesión del mortero.

Capacidad limitada de absorción de agua.

Grado de humedad: si es bajo, según las condiciones ambientales, se mojará y se esperará a que absorba el agua; si es excesivo, no estará saturado para evitar falta de adherencia y producción de eflorescencias superficiales.

Limpieza. Exento de polvo, trazas de aceite, etc. que perjudiquen la adherencia del mortero.

Rugosidad. Si no la tiene, se creará mediante picado o colocación con anclajes de malla metálica o plástico.

Regularidad. Si carece de ella, se aplicará una capa niveladora de mortero con rugosidad suficiente para conseguir adherencia; asimismo habrá endurecido y se humedecerá previamente a la ejecución del enfoscado.

Libre de sales solubles en agua (sulfatos, portlandita, etc.).

La fábrica soporte se dejará a junta degollada, barriéndose y regándose previamente a la aplicación del mortero.

Si se trata de un paramento antiguo, se rasará hasta descascarillarlo.

Se admitirán los siguientes soportes para el mortero: fábricas de ladrillos cerámicos o sílico-calcáreos, bloques o paneles de hormigón, bloques cerámicos.

No se admitirán como soportes del mortero: los hidrofugados superficialmente o con superficies vitrificadas, pinturas, revestimientos plásticos o a base de yeso.

– Guarnecidos:

La superficie a revestir con el guarnecido estará limpia y humedecida. El guarnecido sobre el que se aplique el enlucido estará fraguado y tener consistencia suficiente para no desprenderse al aplicar éste. La superficie del guarnecido estará, además, rayada y limpia.

– Revocos:

Revoco con mortero hecho en obra de cemento o de cal: la superficie del enfoscado sobre el que se va a revocar estará limpia y humedecida y el mortero del enfoscado habrá fraguado.

Revoco con mortero preparado: en caso de realizarse sobre enfoscado, éste se limpiará y humedecerá. Si se trata de revoco monocapa sobre paramento sin revestir, el soporte será rugoso para facilitar la adherencia; asimismo garantizará resistencia, estabilidad, planeidad y limpieza. Si la superficie del soporte fuera excesivamente lisa se procederá a un "repicado" o a la aplicación de una imprimación adecuada (sintética o a base de cemento). Los soportes que mezclen elementos de distinto acabado se tratarán para regularizar su distinta absorción. Cuando el soporte sea muy absorbente se tratará con una imprimación previa que puede ser una emulsión añadida al agua de amasado.

• Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

– Enfoscados:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en fachadas, cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, será químicamente compatible con el aislante.

No son aptas para enfoscar las superficies de yeso, ni las realizadas con resistencia análoga o inferior al yeso. Tampoco lo son las superficies metálicas que no hayan sido forradas previamente con piezas de arcilla cocida.

En ambientes con ciclos hielo-deshielo, se controlará la porosidad del mortero, (tipo de conglomerante, aditivos, cantidad de agua de amasado, grado de hidratación, sistema de preparación, etc.), para evitar que el agua acceda a su interior.

Será recomendable el empleo de cementos resistentes a los sulfatos, de bajo contenido de aluminato tricálcico, para disminuir el riesgo de reacción con los iones sulfato procedentes de sales solubles en el agua (su existencia es posible dentro de la obra de fábrica), que daría lugar al compuesto expansivo "ettringita", lo que alteraría la estabilidad del mortero. Asimismo, dichas sales solubles pueden cristalizar en los poros del mortero dando lugar a fisuraciones.

En caso de que el mortero incorpore armaduras, el contenido de iones cloruro en el mortero fresco no excederá del 0,1% de la masa de cemento seco, pues pueden influir en la corrosión de las armaduras.

Para evitar la aparición de eflorescencias (manchas en la superficie del mortero por la precipitación y posterior cristalización de sales disueltas en agua, cuando esta se evapora): se controlará el contenido de nitratos, sulfatos, cloruros alcalinos y de magnesio, carbonatos alcalinos, e hidróxido de calcio carbonatado (portlandita), todos ellos solubles en el agua de la obra de fábrica o su entorno. Asimismo, se controlarán los factores que permitan la presencia de agua en la fábrica (humectación excesiva, protección inadecuada).

No se emplearán áridos que contengan sulfuros oxidables, en caso de utilizar escorias siderúrgicas, se comprobará que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

En caso de colocar armaduras en el mortero, se utilizarán aditivos anticongelantes no agresivos para las mismas, en especial los que contienen cloruros. El agua utilizada para el riego y curado del mortero no contendrá sustancias nocivas para el mismo.

– Guarnecidos:

No se revestirán con yeso los paramentos de locales en los que la humedad relativa habitual sea superior al 70%, los locales que frecuentemente hayan de ser salpicados por agua, como consecuencia de la actividad desarrollada, las superficies metálicas, sin previamente revestirlas con una superficie de arcilla cocida ni las superficies de hormigón realizadas con encofrado metálico si previamente no se han dejado rugosas mediante rayado o salpicado con mortero.

Según el CTE DB SE A, apartado 3, durabilidad, ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto y especialmente, los detalles, evitando el contacto directo con yesos, etc.

– Revocos:

El revoco con mortero preparado monocapa no se colocará sobre soportes incompatibles con el material (por ejemplo de yeso), ni sobre soportes no adherentes, como amianto - cemento o metálicos. Los puntos singulares de la fachada (estructura, dinteles, cajas de persiana) requieren un refuerzo o malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

– En general:

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.1, las juntas de dilatación de la hoja principal, tendrán un sellante sobre un relleno introducido en la junta, que quedará enrasado con el paramento sin enfoscar.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.2, en muros de sótano en contacto con el terreno, según el tipo de muro, de impermeabilización y el grado de impermeabilidad exigido, se revestirá su cara interior con una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.2, en fachadas, en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad, se exigirán las siguientes condiciones:

Para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm, (salvo los acabados con una capa plástica delgada), adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro (como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal) y adaptación a los movimientos del soporte. Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, se dispondrá una armadura (malla de fibra de vidrio o de poliéster) para mejorar el comportamiento frente a la fisuración.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración de la barrera contra la penetración del agua, se dispondrá un revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal, con las siguientes características: estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja

principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Para conseguir una resistencia media a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal, el enfoscado de mortero tendrá un espesor mínimo de 10 mm; para conseguir una resistencia alta a la filtración, el enfoscado de mortero llevará aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados se dispondrá un refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. En fachadas con revestimiento continuo, si la hoja principal está interrumpida por los pilares, se reforzará el revestimiento con armaduras colocadas a lo largo del pilar de forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.1.3. Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero: el paramento donde se va aplicar el revestimiento estará limpio. Se aplicarán al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no será mayor que 2 cm. No se aplicará el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0 °C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación. En los encuentros se solaparán las capas del revestimiento al menos 25 cm.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.3.2. Condiciones del revestimiento intermedio: se dispondrá adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 5.1.3.5. Condiciones del revestimiento exterior. Se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

Según el CTE DB HS 1 apartado 2.1.2. Si el muro en contacto con el terreno, para conseguir una impermeabilización tipo I1 y se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas, la capa protectora podrá ser un mortero reforzado con una armadura. Cuando el muro sea de fábrica para conseguir una impermeabilización tipo I3, se recubrirá por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, como una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior, sobre la barrera impermeable colocada en los arranques de fachada, se dispondrá una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.6. Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado podrán sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5. En cubiertas, cuando se disponga una capa de protección, y la cubierta no sea transitable, se podrá utilizar mortero que conforme una capa resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y con peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.2 Solado fijo. Podrá ser de capa de mortero o mortero filtrante.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.4 Capa de rodadura. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, se colocará entre estas dos capas una capa separadora de mortero para evitar la adherencia entre ellas de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración. Esta capa de mortero se aplicará sobre el impermeabilizante en los puntos singulares que estén impermeabilizados.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical. Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, éste podrá realizarse con mortero en bisel con un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento.

Según el CTE DB HR, apartado 5.1.1.1, en el caso de elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en

su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.

De la misma manera, deben evitarse los contactos entre el enlucido del tabique o de la hoja interior de fábrica de la fachada que lleven bandas elásticas en su encuentro con un elemento de separación vertical de una hoja de fábrica (Tipo 1, conforme al DB HR) y el enlucido de ésta. También deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

– Enfoscados:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos. Para enfoscados exteriores estará terminada la cubierta.

Se humedecerá el soporte, previamente limpio. Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir.

En caso de haber discontinuidades en el soporte, se colocará un refuerzo de tela metálica en la junta, tensa y fijada con un solape mínimo de 10 cm a cada lado.

No se confeccionará el mortero cuando la temperatura del agua de amasado sea inferior a 5 °C o superior a 40 °C. Se emplearán aditivos anticongelantes si así lo requiere el clima. Se amasará exclusivamente la cantidad que se vaya a necesitar.

En caso de enfoscados maestreados: se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero, formando arista en esquinas, rincones y guarniciones de hueco de paramentos verticales y en todo el perímetro del techo con separación no superior a 1 m en cada paño. Se aplicará el mortero entre maestras hasta conseguir un espesor de

15 mm; cuando sea se realizará por capas sucesivas. Si una capa de enfoscado se forma a base de varias pasadas de un mismo mortero fresco sobre fresco, cada pasada se aplicará después de comenzar a endurecer la anterior.

En caso de enfoscados sin maestrear, se dispondrán en paramentos donde el enfoscado vaya a quedar oculto o donde la planeidad final se obtenga con un revoco, estuco o plaqueado.

En enfoscados exteriores vistos se hará un llagueado, en recuadros de lado no mayor que 3 m, para evitar agrietamientos. Se respetarán las juntas estructurales.

Se suspenderá la ejecución en tiempo de heladas (comprobando el enfoscado al reiniciar el trabajo), en tiempo de lluvias si no está protegido y en tiempo seco o ventoso.

– Guarnecidos:

Previamente al revestido, se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas y repasado la pared, tapando los desperfectos que pudiera haber; asimismo se habrán recibido los ganchos y repasado el techo. Los muros exteriores estarán terminados, incluso el revestimiento exterior si lo lleva, así como la cubierta del edificio o al menos tres forjados sobre la planta en que se va a realizar el guarnecido.

No se realizará el guarnecido cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C.

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos, aplomándolos y punteándolos con pasta de yeso en su parte perforada. Una vez colocado se realizará una maestra a cada uno de sus lados.

En caso de guarnecido maestreado, se ejecutarán maestras de yeso a base de bandas de al menos 12 mm de espesor, en rincones, esquinas y guarniciones de huecos de paredes, en todo el perímetro del techo y en un mismo paño cada 3 m como mínimo.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin adición posterior de agua. Se aplicará la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas. El espesor del guarnecido será de 12 mm y se cortará en las juntas estructurales del edificio. Cuando el espesor del guarnecido sea superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas de este espesor máximo, previo fraguado de la anterior, terminada rayada para mejorar la adherencia. Se evitarán los golpes y vibraciones que puedan afectar a la pasta durante su fraguado.

– Revocos:



Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos.

En caso de revoco tendido con mortero de cemento: el mortero de revoco se aplicará con llana, comenzando por la parte superior del paramento; el espesor total del revoco no será inferior a 8 mm.

En caso de revoco proyectado con mortero de cemento: una vez aplicada una primera capa de mortero con el fratas de espesor no inferior a 3 mm, se proyectarán dos capas más, (manualmente con escobilla o mecánicamente) hasta conseguir un espesor total no inferior a 7 mm, continuando con sucesivas capas hasta conseguir la rugosidad deseada.

En caso de revoco tendido con mortero de cal o estuco: se aplicará con fratas una primera capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con grano grueso, debiéndose comenzar por la parte superior del paramento; una vez endurecida, se aplicará con el fratas otra capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con el tipo de grano especificado. El espesor total del revoco no será inferior a 10 mm.

En caso de revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: se iniciará el tendido por la parte superior del paramento. El mortero se aplicará con llana y la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor del revoco no será inferior a 1 mm.

En caso de revoco proyectado con mortero preparado de resinas sintéticas: se aplicará el mortero manual o mecánicamente en sucesivas capas evitando las acumulaciones; la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor total del revoco no será inferior a 3 mm.

En caso de revoco con mortero preparado monocapa: si se ha aplicado una capa regularizadora para mejorar la planeidad del soporte, se esperará al menos 7 días para su endurecimiento. Se replantearán y realizarán juntas de despiece con junquillos adheridos a la fachada con el propio mortero de base del monocapa antes de empezar a aplicar el revestimiento. Las juntas de despiece horizontales se dispondrán cada 2,20 metros y las verticales cada 7 metros y tendrán un ancho entre 10 y 20 mm, respetando las juntas estructurales. Se colocará malla de fibra de vidrio tratada contra los álcalis (que quedará embutida entre dos capas de revestimiento) en: todos los puntos singulares (dinteles, forjados, etc.), cajas de persiana sobresaliendo un mínimo de 20 cm a cada lado con el cerramiento, huecos de ventana con tiras como mínimo de 20 por 40 cm colocadas en diagonal. Los encuentros entre soportes de distinta naturaleza se resolverán, marcando la junta o puenteando la unión y armando el revestimiento con mallas.

El mortero predosificado industrialmente, se mezclará con agua y se aplicará en una única capa de unos 10 a

15 mm de espesor o en dos manos del producto si el espesor es mayor de 15 mm, dejando la primera con acabado rugoso. La aplicación se realizará mediante proyección mecánica (mediante máquinas de proyección continuas o discontinuas) o aplicación manual con llana. En caso de colocar refuerzos de malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica, se situará en el centro del espesor del revoco. La totalidad del producto se aplicará en las mismas condiciones climáticas. En climas muy secos, con viento, o temperaturas elevadas, se humedecerá la superficie con manguera y difusor para evitar una desecación excesiva. Los junquillos se retirarán a las 24 horas, cuando el mortero empiece a endurecer y tenga la consistencia suficiente para que no se deforme la línea de junta.

Se suspenderá la ejecución cuando la temperatura sea inferior a 0 °C o superior a 30 °C a la sombra, o en tiempo lluvioso cuando el paramento no esté protegido. Se evitarán golpes o vibraciones que puedan afectar al mortero durante el fraguado. En ningún caso se permitirán los secados artificiales. Una vez transcurridas 24 horas desde su ejecución, se mantendrá húmeda la superficie revocada hasta que haya fraguado.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2., para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm.

En caso de revoco con mortero preparado monocapa, el espesor podrá ser de unos 10 a 20 mm.



- Condiciones de terminación

- Enfoscados:

La textura (fratasado o sin fratar) será lo bastante rugosa en caso de que sirva de soporte a otra capa de revoco o estuco. Se mantendrá húmeda la superficie enfoscada mediante riego directo hasta que el mortero haya fraguado, especialmente en tiempo seco, caluroso o con vientos fuertes. Este sistema de curado podrá sustituirse mediante la protección con revestimiento plástico si se retiene la humedad inicial de la masa durante la primera fase de endurecimiento. El acabado podrá ser:

Fratasado, cuando sirva de soporte a un enlucido, pintura rugosa o aplacado con piezas pequeñas recibidas con mortero o adhesivo.

Bruñido, cuando sirva de soporte a una pintura lisa o revestimiento pegado de tipo ligero o flexible o cuando se requiera un enfoscado más impermeable.

- Guarnecidos:

Sobre el guarnecido fraguado se enlucirá con yeso fino terminado con llana, quedando a línea con la arista del guardavivos, consiguiendo un espesor de 3 mm.

- Revocos:

Revoco tendido con mortero de cemento: admite los acabados repicado, raspado con rasqueta metálica, bruñido, a fuego o esgrafiado.

Revoco tendido con mortero de cal o estuco: admite los acabados lavado con brocha y agua con o sin posterior picado, raspado con rasqueta metálica, alisado, bruñido o acabado con espátula.

Revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: admite los acabados pétreos con llana, raspado o picado con rodillo de esponja.

Revoco con mortero preparado monocapa: acabado en función de los pigmentos y la textura deseada (abujardado, bruñido, fratasado, lavado, etc.) que se obtienen al aplicando distintos tratamientos superficiales una vez aplicado el producto, o por proyección de áridos y planchado de la piedra cuando el mortero aún está fresco.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

- Enfoscados:

Comprobación del soporte: está limpio, rugoso y de adecuada resistencia (no yeso o análogos).

Idoneidad del mortero conforme a proyecto.

Tiempo de utilización después de amasado.

Disposición adecuada del maestreado.

Planeidad con regla de 1 m.

- Guarnecidos:

Comprobación del soporte: que no esté liso (rugoso, rayado, picado, salpicado de mortero), que no haya elementos metálicos en contacto y que esté húmedo en caso de guarnecidos.

Se comprobará que no se añade agua después del amasado.

Comprobar la ejecución de maestras o disposición de guardavivos.

- Revocos:

Comprobación del soporte: la superficie no está limpia y humedecida.

Dosificación del mortero: se ajusta a lo especificado en proyecto.

- Ensayos y pruebas

- En general:

Prueba escorrentía en exteriores durante dos horas.

Dureza superficial en guarnecidos y enlucidos >40 shore.

– Enfoscados:

Planeidad con regla de 1 m.

– Guarnecidos:

Se verificará espesor según proyecto.

Comprobar planeidad con regla de 1 m.

– Revocos:

Espesor, acabado y planeidad: defectos de planeidad superiores a 5 mm en 1 m, no se interrumpe el revoco en las juntas estructurales.

- Conservación y mantenimiento

Una vez ejecutado el enfoscado, se protegerá del sol y del viento para permitir la hidratación, fraguado y endurecimiento del cemento.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## **2.6.1.5. PINTURAS**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de superficie de revestimiento continuo con pintura o barniz, incluso preparación del soporte y de la pintura, mano de fondo y mano/s de acabado totalmente terminado, y limpieza final.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la

masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por el coeficiente de absorción acústica,  $\alpha$ , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos. En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$ .

– Imprimación: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosivo (de efecto barrera o protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, imprimación previa impermeabilización de muros, juntas y sobre hormigones de limpieza o regulación y las cimentaciones, etc.

– Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:

Medio de disolución: agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.); disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vinílica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).

Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).

Pigmentos.

Aditivos en obra: antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

En la recepción de cada pintura se comprobará, el etiquetado de los envases, en donde deberán aparecer: las instrucciones de uso, la capacidad del envase, el sello del fabricante.

Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del producto y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos, según el CTE DB SE A apartado 3 durabilidad.

Las pinturas se almacenarán de manera que no soporten temperaturas superiores a 40 °C, y no se utilizarán una vez transcurrido su plazo de caducidad, que se estima en un año.

Los envases se mezclarán en el momento de abrirlos, no se batirá, sino que se removerá.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Según el CTE DB SE A apartado 10.6, inmediatamente antes de comenzar a pintar se comprobará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante.

El soporte estará limpio de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones. Para poder aplicar impermeabilizantes de silicona sobre fábricas nuevas, habrán pasado al menos tres semanas desde su ejecución.

Si la superficie a pintar está caliente a causa del sol directo puede dar lugar, si se pinta, a cráteres o ampollas. Si la pintura tiene un vehículo al aceite, existe riesgo de corrosión del metal.

En soportes de madera, el contenido de humedad será del 14-20% para exteriores y del 8-14% para interiores.

Si se usan pinturas de disolvente orgánico las superficies a recubrir estarán secas; en el caso de pinturas de cemento, el soporte estará humedecido.

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

Según el tipo de soporte a revestir, se considerará:

– Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: se eliminarán las eflorescencias salinas y la alcalinidad con un tratamiento químico; asimismo se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro, se aislarán con productos adecuados. En caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.

– Superficies de madera: en caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con productos fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se realizará una limpieza general de la superficie y se comprobará el contenido de humedad. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se liján las superficies.

– Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. Si se trata de hierro se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo metálico, seguido de una limpieza manual de la superficie. Se aplicará un producto que desengrase a fondo de la superficie.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

Sobre ladrillo: cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.

Sobre madera: pintura al óleo, al esmalte y barnices.

Sobre metal: pintura al esmalte.

En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.

Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.

Sobre madera: pintura plástica, al óleo, al esmalte, laca nitrocelulósica y barniz.

Sobre metal: pintura al esmalte, pintura martelé y laca nitrocelulósica.

Las pinturas aplicadas sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

### Proceso de ejecución

- Ejecución

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido. No se pintará con viento o corrientes de aire por posibilidad de no poder realizar los empalmes correctamente ante el rápido secado de la pintura.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

– Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido, hasta la impregnación de los poros del ladrillo, yeso o cemento y una mano de acabado.

– Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

– Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías, dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.

- Pintura al cemento: se preparará en obra y se aplicará en dos capas espaciadas no menos de 24 horas.
- Pintura plástica, acrílica, vinílica: si es sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora y dos manos de acabado; si es sobre madera, se aplicará una mano de imprimación tapaporos, un plastecido de vetas y golpes con posterior lijado y dos manos de acabado.
- Pintura al aceite: se aplicará una mano de imprimación con brocha y otra de acabado, espaciándolas un tiempo entre 24 y 48 horas.
- Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida en caso de que el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado en caso de superficies metálicas.
- Pintura martelé o esmalte de aspecto martelado: se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva y una mano de acabado a pistola.
- Laca nitrocelulósica: en caso de que el soporte sea madera, se aplicará una mano de imprimación no grasa y en caso de superficies metálicas, una mano de imprimación antioxidante; a continuación, se aplicaran dos manos de acabado a pistola de laca nitrocelulósica.
- Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante.
- Barniz graso o sintético: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Condiciones de terminación**

- Pintura al cemento: se regarán las superficies pintadas dos o tres veces al día unas 12 horas después de su aplicación.
- Pintura al temple: podrá tener los acabados lisos, picado mediante rodillo de picar o goteado mediante proyección a pistola de gotas de temple.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Se comprobará que se ha ejecutado correctamente la preparación del soporte (imprimación selladora, anticorrosivo, etc.), así como la aplicación del número de manos de pintura necesarios.

- **Conservación y mantenimiento**

Se comprobará el aspecto y color, la inexistencia de desconchados, embolsamientos y falta de uniformidad, etc., de la aplicación realizada.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## **2.6.2. REVESTIMIENTOS DE SUELOS Y ESCALERAS**

### **2.6.2.1. REVESTIMIENTOS FLEXIBLES PARA SUELOS Y ESCALERAS**

#### **Descripción**

##### **Descripción**

Revestimientos de suelos y escaleras con materiales flexibles.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de pavimento flexible realmente ejecutado, incluyendo todos los trabajos y medios auxiliares, eliminación de restos y limpieza.

El revestimiento de peldaños, se medirá y valorará en metros lineales incluyéndose en el precio unitario, cuantos trabajos, materiales y medios auxiliares sean necesarios.

#### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ .

– Material de revestimiento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.8):

Moqueta en rollo o losetas.

Linóleo.

PVC en rollo o losetas.

Amianto-vinilo.

Goma natural en rollo o losetas.

Goma sintética en rollo o losetas.

Corcho en losetas, etc.

Se comprobarán las características y la clase de reacción al fuego cumpliendo el CTE DB SI 1, tabla 4.1.

El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo 2 de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado.

La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladicidad. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al CTE DB SUA 1, en función del uso y localización en el edificio.

– Sistema de fijación:

En caso de moqueta en losetas, éstas podrán ser autoadhesivas.

En caso de moqueta en rollo, ésta podrá ir adherida o tensada por adhesión o por rastreles.



En caso de linóleo, PVC, amianto - vinilo, tanto en losetas como en rollo, podrán ir adheridos al soporte.

En caso de goma en losetas o rollo, podrá ir adherido o recibido con mortero de cemento.

En cualquier caso el adhesivo podrá ser de resinas sintéticas con polímeros, resinas artificiales, bituminosos, cementos - cola, etc. La banda adhesiva en rollos podrá ser de cinta termoplástica impregnada con adhesivo por ambas caras.

– Mamperlán: podrá ser de madera, de acero inoxidable o perfil extrusionado en aleación de aluminio con recubrimiento anódico no menor de 15 micras, o PVC.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

La superficie del forjado, losa, suelo flotante o solera estará exenta de grasas, aceite o polvo y con la planeidad y nivel previsto.

En caso de pavimento de moqueta en losetas autoadhesivas o en rollo, linóleo y PVC en losetas o en rollo, losetas de amianto - vinilo y rollos y baldosas de goma adheridos, se extenderá sobre el forjado, suelo flotante o solera una capa de mortero de cemento, y sobre ésta una o más capas de pasta de alisado.

En caso de pavimento de goma en rollo o baldosas recibidas con cemento, se extenderá sobre el forjado, suelo flotante o solera una capa de mortero de cemento, y sobre ésta una capa de lechada de cemento.

Si puede haber humedad entre el soporte y la capa de mortero base del revestimiento, se colocará entre ambas una lámina impermeabilizante.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No se colocarán pavimentos de moqueta en locales húmedos.

No se colocarán pavimentos de linóleo o PVC en locales húmedos, ni en los que hayan de manejarse álcalis, disolventes aromáticos y cetonas.

No se colocarán pavimentos de amianto-vinilo en locales húmedos, ni en los que hayan de manejarse ácidos orgánicos diluidos, disolventes orgánicos aromáticos y particularmente cetonas.

No se colocarán pavimentos de goma en locales donde hayan de manejarse ácidos inorgánicos, orgánicos y oxidantes concentrados, disolventes aromáticos o clorados, aceites y grasas animales, vegetales y minerales.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

En caso de pavimentos suministrados en rollo, se cortarán en tiras con las medidas del local, dejando una tolerancia de 2-3 cm en exceso.

En caso de pavimentos de losetas, se replanteará su colocación sobre la pasta de alisado.

Las juntas de dilatación se harán coincidir con las del edificio y se mantendrán en todo el espesor del pavimento.

Las juntas constructivas se realizarán en el encuentro entre pavimentos diferentes.

Las losetas se colocarán de forma que queden a tope y sin cejas.

En caso de aplicar adhesivo, se hará en la forma y cantidad indicados por el fabricante del mismo.

En caso de rollos de moqueta tensados por adhesión, se colocará la banda adhesiva sobre la pasta de alisado y a lo largo del perímetro del suelo a revestir.

En caso de rollos de moqueta tensados por rastreles, éstos se recibirán en todo el perímetro del local al mortero de cemento, dejando una holgura con el paramento. La pasta de alisado quedará nivelada con el rastrel.

En caso de losetas o rollos de linóleo adheridos, las tiras se solaparán 20 mm en las juntas y el solape se cortará sirviendo de guía al borde superior, aplicándose posteriormente el adhesivo.

En caso de losetas de PVC homogéneo adheridos con juntas soldadas, cuando en los cantos del material no exista biselado de fábrica, se abrirá una roza en la junta con una fresa triangular donde se introducirá por calor y presión el cordón de soldadura.

Según el CTE DB SUA 1, apartado 4.2.3, en las mesetas de planta de las escaleras de zonas de uso público se dispondrá una franja de pavimento visual y táctil en el arranque de los tramos. Tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalizar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

En general, no se pisará el pavimento durante las 24 horas siguientes a su colocación.

- **Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- **Tolerancias admisibles**

Según el CTE DB SUA 1, apartado 2, el suelo no tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45º; los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%; en zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

- **Condiciones de terminación**

Se limpiarán las manchas de adhesivo o cemento que pudieran haber quedado.

En caso de revestimiento de peldaños, el mamperlán se colocará con adhesivo y se fijará de forma que no existan cejas con la huella y que solape la tabica. En caso de ser de madera o metálico se colocará con patillas o tornillos de acero protegidos contra la corrosión, y en caso de ser de goma, PVC o metálico, se colocará con adhesivo.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Puntos de observación.

– Comprobación del soporte:

Comprobar que el soporte está seco, limpio y nivelado.

– Ejecución:

Comprobar espesor de la capa de alisado.

Verificar horizontalidad de la capa de alisado.

Verificar la planeidad del revestimiento con regla de 2 m.

Aplicación del adhesivo. Secado.

– Comprobación final:

Inspeccionar existencia de bolsas y cejas.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## **2.6.2.2. REVESTIMIENTOS CONTINUOS PARA SUELOS Y ESCALERAS**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Revestimiento de suelos en interiores y exteriores, ejecutados en obra mediante tratamiento de forjados, suelos flotantes o soleras de forma superficial, o bien formación del pavimento continuo con un conglomerante y un material de adición, pudiendo recibir distintos tipos de acabado.

Según el uso que se le dé al pavimento los más usuales son: pavimento continuo de hormigón con distintos acabados; pavimento continuo a base de morteros; pavimentos continuos a base de resinas sintéticas; y pavimentos continuos de terrazo in situ.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de pavimento continuo realmente ejecutado, incluyendo pinturas, endurecedores, formación de juntas, eliminación de restos y limpieza.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

– Pastas autonivelantes para suelos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.3.8).

– Conglomerante:

Cemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.1): cumplirá las exigencias en cuanto a composición, características mecánicas, físicas y químicas que establece la Instrucción para la recepción de cementos RC-08.

La proporción que se use dependerá de la temperatura ambiental prevista durante el vertido, del espesor del pavimento y de su acabado.

Materiales bituminosos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4 y 19.8): podrán ser de mezcla en caliente constituida por un conglomerante bituminoso y áridos minerales.

Resinas sintéticas: es posible utilizar: epoxi, poliuretano, metacrilato, etc. Pueden ser transparentes, pigmentadas o mezcladas con cargas.

– Áridos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1): podrán ser redondeados o de machaqueo. Para pavimento de terrazo in situ se suele usar áridos de mármol triturado, áridos de vidrio triturado, etc.

– Áridos de cuarzo: deberán haber sido lavados y secados, estando, por tanto, exentos de polvo y humedad. En el caso de áridos coloreados podrán ser tintados con resinas epoxi o poliuretano, no aceptándose los tintados con silicatos.

– Agua: se admitirán todas las aguas potables y las tradicionalmente empleadas; en caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de acidez, contenido en sustancias disueltas, sulfatos, cloruros..., especificadas en las normas UNE.

– Aditivos en masa (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1): podrán usarse plastificantes para mejorar la docilidad del hormigón, reductores de aire, acelerantes, retardadores, pigmentos, etc.

– Malla electrosoldada de redondos de acero: los aceros cumplirán los requisitos técnicos establecidos en los artículos 32 y 33 de la Instrucción EHE-08. Serán de acero soldable, no presentarán defectos superficiales ni grietas, y estarán constituidas por:

Los diámetros nominales de los alambres (corrugados o grafilados) empleados en mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie:

4-4,5-5- 5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5-10-11-12-14 y 16 mm, y los tipos a utilizar serán: ME 500 SD - ME 400 SD - ME 500 S - ME - 400 S - ME 500 T - ME 400 T en mallas electrosoldadas, y AB 500 SD - AB 400 SD - AB 500 S - AB 500 T - AB 400 T en armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros 4 y 4,5 m sólo pueden utilizarse en la armadura de reparto conforme al artículo 59.2.2 de la Instrucción EHE-08, así como en el caso de armaduras básicas electrosoldadas en celosías utilizadas para forjados unidireccionales de hormigón, en cuyo caso se podrán utilizar únicamente en los elementos transversales de conexión de la celosía.

– Fibras metálicas o de polipropileno para dotar al pavimento de capacidad resistente. Se puede emplear como sustituto del mallazo.

– Lámina impermeable (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4).

– Líquido de curado.

– Productos de acabado:

Pintura: cumplirá las especificaciones recogidas en el capítulo Pinturas del presente Pliego de Condiciones Técnicas.

Moldes para el hormigón impreso.

Desmoldeante: servirá de material desencofrante para los moldes o patrones de imprimir, en caso de pavimentos continuos de hormigón con textura "in situ" permitiendo extraer texturas de las superficies de hormigón durante su proceso de fraguado. No alterará ninguna de las propiedades del hormigón, deberá ser estable, y servirá al hormigón como producto impermeabilizante impidiendo el paso del agua, a la vez que dota al hormigón de mayor resistencia a la helada. Asimismo será un elemento de curado que impedirá la evaporación del agua del hormigón.

Sellado: se puede usar laca selladora acrílica para superficies de hormigón o un impregnador en base metacrilato.

Resina de acabado: deberá ser incolora, y permitirá ser coloreada en caso de necesidad. Deberá ser impermeable al agua, resistente a la basicidad, a los ácidos ambientales, al calor y a los rayos UV (no podrá amarillear en ningún caso). Evitará la formación de hongos y microorganismos. Podrá aplicarse en superficies secas y/o húmedas, con frío o calor, podrá repintarse y dispondrá de una excelente rapidez de secado. Realzará los colores, formas, texturas y volúmenes de los pavimentos terminados.

– Juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9):

Material de relleno de juntas: elastómeros, perfiles de PVC, bandas de latón, etc.

Material de sellado de juntas: será de material elástico, de fácil introducción en las juntas.

Cubrejuntas: podrán ser perfiles o bandas de material metálico o plástico.

Resinas: todos los envases deberán estar etiquetados con la información que contengan; nombre comercial, símbolos correspondientes de peligro y amenazas, riesgo y seguridad, etc.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al CTE DB SUA 1, en función del uso y localización en el edificio.

Los acopios de los materiales se harán en lugares previamente establecidos, y conteniéndose en recipientes adecuadamente cerrados y aislados. Los productos combustibles o fácilmente inflamables se almacenarán alejados de fuentes de calor.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

- En caso de pavimentos exteriores, se colocarán previamente los bordillos o encofrados perimetrales.

- En caso de pavimento continuo con aglomerado bituminoso y con asfalto fundido, sobre la superficie del hormigón del forjado, suelo flotante o solera se dará una imprimación con un riego de emulsión de betún.

- En caso de pavimento de hormigón continuo tratado superficialmente con mortero de resinas sintéticas o mortero hidráulico polimérico, se eliminará la lechada superficial del hormigón del forjado, suelo flotante o solera mediante rascado con cepillos metálicos.

- En caso de pavimento continuo de hormigón tratado con mortero hidráulico, si el forjado, suelo flotante o solera tiene más de 28 días, se rasará la superficie y se aplicará una imprimación previa, de acuerdo con el tipo de soporte y el mortero a aplicar.

En caso que el pavimento vaya colocado sobre el terreno, éste estará estabilizado y compactado al 100% según ensayo Proctor Normal. En caso de colocarse sobre suelo flotante, solera o forjado, la superficie de éstos estará exenta de grasas, aceite o polvo. La superficie del soporte será lo suficientemente plana, sin baches, abultamientos ni ondulaciones.

Antes de la instalación del revestimiento de resinas se comprobarán las pendientes por si se previera la posibilidad de formación de charcos y poder así proceder a su reparación. Se realizará un ensayo de humedad al soporte, pues según el revestimiento que se use necesitará contener más o menos humedad. En sistemas cementosos se necesita una humectación previa a la aplicación. Mientras que en sistemas poliméricos se requiere una superficie seca del soporte.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

En caso de pavimentos continuos de hormigón tratados superficialmente con colorante-endurecedor para ser estampados posteriormente, el producto utilizado como desmoldeante tendrá que ser químicamente compatible con el colorante - endurecedor.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

- En general:

En todos los casos se respetarán las juntas de la solera, suelo flotante o forjado. En los pavimentos situados al exterior, se situarán juntas de dilatación formando una cuadrícula de lado no mayor de 5 m, que a la vez harán papel de juntas de retracción. En los pavimentos situados al interior, se situarán juntas de dilatación coincidiendo con las del edificio, y se mantendrán en todo el espesor del revestimiento. Cuando la ejecución del pavimento continuo se haga por bandas, se dispondrán juntas en las aristas longitudinales de las mismas.

- En caso de pavimento continuo de hormigón impreso:

Durante el vertido del hormigón se colocará una capa de malla electrosoldada o fibra de polipropileno. Se extenderá el hormigón de manera manual, alisando la superficie mediante llana; se incorporará capa de rodadura sobre el hormigón fresco; se aplicará polvo desencofrante para evitar la adherencia de los moldes con el hormigón; se estampará y dará textura a la superficie con el molde elegido; se realizarán los cortes de las juntas de dilatación; se llevará a cabo la limpieza del pavimento y finalmente se aplicará un líquido de curado.

- En caso de pavimento continuo de hormigón fratasado:

Una vez preparado el soporte se aplicará un puente de unión (pavimento monolítico), se colocará el mallazo sobre calzos y se realizará el hormigonado, pudiendo sustituir el mallazo por fibra metálica. Después se realizará un tratamiento superficial a base de fratasado mecánico con fratasadoras o helicópteros una vez que el hormigón tenga la consistencia adecuada; se incorporará opcionalmente una capa de rodadura con objeto de mejorar las características de la superficie.

- En caso de pavimento continuo con hormigón pulido:

Durante el vertido se colocará capa de malla electrosoldada o fibras de polipropileno; una vez realizada la superficie se pulirá y se incorporará la capa de rodadura de cuarzo endurecedor; se realizará el fratasado mecánico hasta que la solera quede perfectamente pulida; se dividirá la solera en paños según la obra para aplicar el líquido de curado; se realizará el aserrado de las juntas y sellado de las mismas con masilla de poliuretano o equivalente.

- En caso de pavimento continuo con hormigón reglado:

Vertido, extendido, reglado o vibrado del hormigón sobre solera debidamente compactada y nivelada; se colocará mallazo o fibras según proyecto; se realizarán los cortes de juntas de dilatación en paños según proyecto.

- En caso de pavimento continuo con terrazo in situ:

Se formará con un aglomerante a base de resina o cemento que proporcionará a la masa su color, cargas minerales que le darán textura, pigmentos y aditivos. Se ejecutará sobre capa de 2 cm de arena sobre el forjado o solera, sobre la que se extenderá una capa de mortero de 1,5 cm, malla electrosoldada y otra capa de mortero de 1,5 cm. Una vez apisonada y nivelada esta capa, se extenderá el mortero de acabado disponiendo banda para juntas en cuadrículas de lado no mayor de 1,25 m.

- En caso de pavimento de hormigón continuo tratado superficialmente:

Se aplicará el tratamiento superficial del hormigón (endurecedor, recubrimiento), en capas sucesivas mediante brocha, cepillo, rodillo o pistola.

- En caso pavimento continuo de hormigón tratado con mortero hidráulico:

Se realizará mediante aplicación sobre el hormigón del mortero hidráulico, bien por espolvoreo con un mortero en seco o a la llana con un mortero en pasta.

- En caso de pavimento continuo con mortero de resinas sintéticas:

En caso de mortero autonivelante, éste se aplicará con espátula dentada hasta espesor no menor de 2 mm, en caso de mortero no autonivelante, éste se aplicará mediante llana o espátula hasta un espesor no menor de 4 mm.

- En caso de pavimento continuo a base de resinas:

Las resinas se mezclarán y aplicarán en estado líquido en la obra.

- En caso de pavimento continuo con mortero hidráulico polimérico:

El mortero se compactará y alisará mecánicamente hasta espesor no menor de 5 mm.

- Juntas:

Las juntas se conseguirán mediante corte con disco de diamante (juntas de retracción o dilatación) o mediante incorporación de perfiles metálicos (juntas estructurales o de construcción). En caso de junta de dilatación: el ancho de la junta será de 1 a 2 cm y su profundidad igual a la del pavimento. El sellado podrá ser de masilla o perfil preformado o bien con cubrejuntas por presión o ajuste. En caso de juntas de retracción: el ancho de la junta será de 5 a 10 mm y su profundidad igual a 1/3 del espesor del pavimento. El sellado podrá ser de masilla o perfil preformado o bien con cubrejuntas. Previamente se realizará la junta mediante un cajeado practicado a máquina en el pavimento. Las juntas de aislamiento serán aceptadas o cubiertas por el revestimiento, según se determine. Las juntas serán cubiertas por el revestimiento, previo tratamiento con masilla de resina epoxídica y malla de fibra. La junta de dilatación no se recubrirá por el revestimiento.



Según el CTE DB HS 1, apartado 2.2.3. Deberán respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

– Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 de DB HS 1 del CTE, en función de la presencia de agua.

– Según el CTE DB HS 1, apartado 2.2.3.1, los encuentros del suelo con los muros serán:

Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

Cuando el muro sea un muro pantalla hormigonado in situ, el suelo debe encastrarse y sellarse en el intradós del muro de la siguiente forma:

- debe abrirse una roza horizontal en el intradós del muro de 3 cm de profundidad como máximo que dé cabida al suelo más 3 cm de anchura como mínimo;

- debe hormigonarse el suelo macizando la roza excepto su borde superior que debe sellarse con un perfil expansivo.

Cuando el muro sea prefabricado debe sellarse la junta conformada con un perfil expansivo situado en el interior de la junta.

– Encuentros entre suelos y particiones interiores:

Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

Respecto a la nivelación del soporte se recomienda por regla general una tolerancia de  $\pm 5$  mm.

Según el CTE DB SUA 1 apartado 2, con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- no tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°;

- los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;

- en zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.

#### • Condiciones de terminación

En caso de pavimento continuo con empedrado: se eliminarán los restos de lechada y se limpiará su superficie.

En caso de pavimento continuo con terrazo in situ: el acabado se realizará mediante pulido con máquina de disco horizontal sobre la capa de mortero de acabado.

En caso de pavimento continuo con aglomerado bituminoso: el acabado final se realizará mediante compactación con rodillos, durante la cual, la temperatura del aglomerado no bajará de 80 °C.

En caso de pavimento continuo con asfalto fundido: el acabado final se realizará mediante compactación con llana.

En caso de pavimento continuo con mortero hidráulico polimérico: el acabado final podrá ser de pintado con resinas epoxi o poliuretano, o mediante un tratamiento superficial del hormigón con endurecedor.

En caso de pavimento continuo de hormigón tratado superficialmente con endurecedor o colorante: podrá recibir un acabado mediante aplicación de un agente desmoldeante, para posteriormente obtener textura con el modelo o patrón elegido; ésta operación se realizará mientras el hormigón siga en estado de fraguado plástico. Una vez endurecido el hormigón, se procederá al lavado de la superficie con agua a presión para desincrustar el agente desmoldeante y materias extrañas. Para finalizar, se realizará un sellado superficial con resinas, proyectadas mediante sistema airless de alta presión en dos capas, obteniendo así el rechazo de la resina sobrante, una vez sellado el poro en su totalidad.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

Comprobación del soporte:

Se comprobará la limpieza del soporte e imprimación, en su caso.

Ejecución:

Replanteo, nivelación.

Espesor de la capa de base y de la capa de acabado.

Disposición y separación entre bandas de juntas.

Se comprobará que la profundidad del corte en la junta, sea al menos, de 1/3 del espesor de la losa.

Comprobación final:

Planeidad con regla de 2 m.

Acabado de la superficie.

- Conservación y mantenimiento

Se evitará la permanencia continuada sobre el pavimento de agentes químicos admisibles para el mismo y la caída accidental de agentes químicos no admisibles.

En caso de pavimento continuo de solados de mortero, éstos no se someterán a la acción de aguas con pH mayor de 9 o con concentración de sulfatos superior a 0,20 gr/l. Asimismo, no se someterán a la acción de aceites minerales orgánicos o pesados.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

### **2.6.2.3. REVESTIMIENTOS DE MADERA PARA SUELOS Y ESCALERAS**

#### **Descripción**

**Descripción**

Revestimientos de suelos constituidos por elementos de madera, con diferentes formatos, colocados sobre el propio forjado (soporte) o sobre una capa colocada sobre el soporte (normalmente suelo flotante conforme DB HR o solera, en su caso).

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de pavimento conformado por lamas apoyadas sobre el forjado o suelo flotante, tablillas adheridas a solera o a suelo flotante o tarima clavada o encolada a rastreles (fijos o flotantes), colocado, incluyendo o no lijado y barnizado, incluso cortes, eliminación de restos y limpieza. Los revestimientos de peldaño y los rodapiés, se medirán y valorarán por metro lineal.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ . En el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes se caracterizan por la rigidez dinámica,  $s'$ , en  $MN/m^3$ , obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE.

– Suelo flotante: ver capítulo Suelos flotantes, del presente Pliego.

– Solera: el soporte más habitual para la colocación de pavimentos de madera es la solera de mortero de cemento. Se recomienda como dosificación estándar la integrada por cemento CEM-II 32.5 y arena de río lavada con tamaño máximo de grano de 4 mm en proporciones de 1 a 3 respectivamente.

– Suelos de madera (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.5.1): pavimentos interiores formados por el ensamblaje de elementos de madera. Tipos:

Suelos de madera macizos: parqué con ranuras o lengüetas. Lamparqué macizo. Parqué con sistema de interconexión. Tabla de parqué pre-ensamblada.

Suelos de chapas de madera: parqué multicapa. Pavimento flotante.

Parqué: está constituido por tablillas de pequeño tamaño adosadas unas a otras pero no unidas entre sí, formando figuras geométricas.

Según el tamaño de la tablilla, los suelos de parquet pueden ser:

Lamparqué: para tablillas de longitud mínima de 200 mm (generalmente por encima de los 250 mm).

Parqué taraceado: para tablillas menores de 200 mm de longitud (generalmente por debajo de 160 mm).

Para evitar el efecto de subida y rebosamiento del adhesivo por los cantos, se recomienda que las tablillas lleven una pequeña mecanización en el perímetro, o que los cantos de las tablillas presenten un cierto ángulo de bisel (mínimo recomendado 6°) hacia el interior.

Para un mejor anclaje del adhesivo en la contracara de las tablillas se recomienda que lleven al menos 2 ranuras en contracara. Estas ranuras nunca serán de una profundidad mayor que 1/5 del grosor de la tablilla.

Tarima tradicional (clavada o encolada a los rastreles): el grueso de las tablas puede ser de 18 a 22 mm o mayor.

Rastreles, para colocación de entarimados: se admite cualquier madera conífera o frondosa siempre que no presente defectos que comprometan la solidez de la pieza (nudos, fendas etc.). Las maderas más habituales son las de conífera de pino a abeto. La anchura habitual de los rastreles será de entre 50 y 70 mm.

Tarima o parqué flotante, está formado por:

Capa base o soporte, de madera de conífera (generalmente de pino o abeto) de 2 mm de grosor, con la fibra recta, densidad mediana e hidrofugada. Esta capa es la que en la tarima instalada sirve de soporte a las demás y queda en contacto con la capa aislante.

Capa intermedia o persiana, formada por un enlistonado también en madera de conífera de 9 mm de grosor. Los listones van cosidos entre sí. Los listones de los extremos son sustituidos por tiras de contrachapado para dar mayor cohesión al machihembrado de testa de la tarima. Esta capa da la cohesión y flexibilidad al conjunto.

Capa noble o de uso, constituida por un mosaico de tablas de  $\pm 3,2$  mm de espesor, con disposición en paralelo y junta alternada.

Las tres capas van encoladas entre sí con adhesivos de urea formol, de bajo contenido en formaldehídos.

Las tarimas van machihembradas en todo su perímetro.

Laminados. La composición del suelo laminado de alta prestación en general:

Laminado de alta presión (HPL): es el componente exterior del conjunto. El laminado o estratificado de alta presión está formado por la superposición de tres elementos unidos entre sí mediante resinas, que se calientan y comprimen a alta presión formando una masa homogénea.

Capa superficial: en contacto con el ambiente exterior, proporciona la resistencia a la abrasión. Está formada por una o varias finas láminas de composición similar al papel, impregnadas en resinas melamínicas y reforzadas con óxido de aluminio en polvo.

Capa decorativa: es la capa intermedia, portadora del dibujo que se pretende reproducir. Su composición es similar a la anterior y también está impregnada en resina melamínica.

Capa base. Está formada por varias planchas de papel Kraft impregnadas en resinas fenólicas, que proporcionan cohesión al conjunto y disipan calor e impactos.

Aglomerado o tablero soporte: es la base donde descansa el laminado. Consiste en un tablero aglomerado de partículas de madera, con fibras de composición especial, que aporta las características mecánicas, cohesivas y de resistencia a la deformación del pavimento. La durabilidad del tablero aglomerado varía según el tipo de producto seleccionado ( $850 \div 1.100$  kg/m<sup>3</sup>).

Refuerzo inferior: es la protección inferior del conjunto. Su misión es obtener un óptimo equilibrio higrotérmico interno de la pieza. Se constituye con una hoja compuesta por dos papeles Kraft entre los que se dispone una fina capa de polietileno.

– Tarima para exteriores:

Para tarimas en exterior se utilizan normalmente las que debido a sus propiedades físico-mecánicas son más aptas. También es posible utilizar otras bastante menos resistentes a la intemperie, pero a estas es imprescindible someterlas a tratamientos de cuperización, impregnación, y/o autoclave.

Las primeras son de la familia de las frondosas tropicales. Todas ellas tienen una resistencia natural a la intemperie y sólo necesitan tratamiento de acabado si queremos resaltar o mantener su belleza a lo largo del tiempo.

Las segundas pertenecen a la familia de las frondosas de zonas templadas y coníferas, estas maderas, salvo excepciones deben ser tratadas según la clase de riesgo al que van a ser expuestas.

– Adhesivos:

Adhesivos en dispersión acuosa de acetato de polivinilo: se recomiendan para el pegado de parquet mosaico y lamparquet de pequeños formatos (por debajo de 300 mm de longitud y 12 mm de grosor).

**Adhesivos de reacción:** son productos a base de resinas epoxídicas o de poliuretano, exentos de solventes o productos volátiles. Se recomiendan para el pegado de grandes formatos. Existen los siguientes tipos: adhesivos de poliuretano monocomponentes y adhesivos de dos componentes.

Se recomienda la utilización de adhesivos que mantengan su elasticidad a lo largo de su vida de servicio.

Los adhesivos para la colocación de pavimentos flotantes deben ser como mínimo de la clase D2 según la norma

UNE EN 204. No sirven a este efecto los adhesivos convencionales de pegado de lamparquet y parquet mosaico.

– Aislante: ver capítulo Suelos flotantes del presente Pliego.

– Barrera contra el vapor.

Cuando sea necesario disponer barrera de vapor y salvo especificación en sentido contrario en el proyecto, estará integrada por films de polietileno PE-80 o PE-100, de 0,15 a 0,20 mm de espesor

– Materiales de juntas: relleno con materiales flexibles.

– Material auxiliar: para tarimas clavadas se recomienda la utilización de clavos de 1,3 x 35 mm o 1,4 x 40 mm. En caso de utilizar grapas serán como mínimo de la misma longitud que los clavos.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB-SUA 1, en función del uso y localización en el edificio.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, cuando se trate de revestimiento exterior, debe tener una resistencia a filtración.

• Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

Las cajas se transportarán y almacenarán en posición horizontal. El pavimento se aclimatará en el lugar de instalación, como mínimo 48 horas antes en el embalaje original. El plástico deberá ser retirado en el mismo momento de efectuar el trabajo. Durante el almacenaje e instalación, la temperatura media y la humedad relativa deben ser las mismas que existirán en el momento de habitar el edificio. En la mayoría de los casos, esto significa que la temperatura, antes y durante la instalación, debe ser entre 18 °C y 28 °C y la tasa de humedad entre 35% a 65%.

Los parquets se deben almacenar en obra al abrigo de la intemperie, en local fresco, ventilado, limpio y seco. Se apilarán dejando espacios libres entre la madera el suelo y las paredes. Si las tablas, tablillas o paneles llegan envueltos en plástico retráctil se mantendrán en su envoltorio hasta su utilización. Si los parquets llegan agrupados en palets se mantendrán en estos hasta su utilización.

Los barnices y adhesivos se almacenarán en locales frescos y secos a temperaturas entre 13 y 25 °C en sus envases cerrados y protegidos de la radiación solar directa u otras fuentes de calor. Normalmente en estas condiciones pueden almacenarse hasta 6 meses sin pérdida de sus propiedades.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

• Condiciones previas: soporte

El soporte, (independientemente de su naturaleza y del sistema de colocación del revestimiento de madera que vaya a recibir), deberá estar limpio y libre de elementos que puedan dificultar la adherencia, el tendido de rastreles o el correcto asentamiento de las tablas en los sistemas de colocación flotante.

El soporte deberá ser plano y horizontal antes de iniciarse la colocación del parquet.

El revestimiento de madera se colocará cuando el local disponga de los cerramientos exteriores acristalados, para evitar la entrada de agua de lluvias, los efectos de las heladas, las variaciones excesivas de la humedad relativa y la temperatura etc. Los materiales de paredes y techos deberán presentar una humedad inferior al 2,5%, salvo los yesos y pinturas que podrán alcanzar el 5%. No se iniciarán los trabajos de colocación hasta que se alcancen (y mantengan) las siguientes condiciones de humedad relativa de los locales:

En zonas de litoral: por debajo del 70%.

En zonas del interior peninsular: por debajo del 60%.

Las pruebas de instalaciones de abastecimiento y evacuación de aguas, electricidad, calefacción, aire acondicionado, incluso colocación de aparatos sanitarios, deberán realizarse antes de iniciar los trabajos de colocación del suelo de madera.

La colocación de otros revestimientos de suelos tales como los cerámicos, mármol etc., en zonas de baños, cocinas y mesetas de entrada a pisos estará concluida antes de iniciar la colocación del revestimiento de madera. En cualquier caso se asegurará el secado adecuado de los morteros con que se reciben estos revestimientos. Los trabajos de tendido de yeso blanco y colocación de escayolas estarán terminados. Los cercos o precercos de hueco de puerta estarán colocados.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Cuando sea preciso mejorar las prestaciones del barniz de fábrica de la tarima flotante según los requisitos de uso del local en que se va a colocar, se deberá prever la compatibilidad de nuevo producto con el barniz original aplicado en fábrica.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Suelo flotante: ver capítulo Suelos flotantes del presente Pliego.

Solera:

El mortero se verterá sobre forjado limpio. Se extenderá con regla y se alisará con llana (no con plancha). El grosor mínimo de las soleras será de unos 5 cm. En el caso de que la solera incluya tuberías de agua (sanitarias o de calefacción) estas deberán estar aisladas y el espesor mínimo recomendado anteriormente se medirá por encima del aislamiento.

En el caso de instalaciones de calefacción o suelo radiante se seguirán en este respecto las recomendaciones del fabricante del sistema.

Colocación de parquet encolado:

Se recomienda no realizar trabajos de encolado o de acabado por debajo de 10 °C, ni por encima de 30 °C. Los adhesivos se pueden aplicar con espátula dentada u otra herramienta que se adapte al tipo de adhesivo. Se seguirán las recomendaciones de aplicación y dosificación del fabricante del adhesivo. Salvo especificación en sentido contrario por parte del fabricante del adhesivo, se recomienda un tiempo mínimo de tránsito de 24 horas y un tiempo mínimo de espera para el lijado de 72 h.

Para iniciar la colocación de las tablillas, se verterá sobre el soporte la cantidad adecuada de adhesivo y se extenderá uniformemente con una espátula dentada, trabajando sobre la pasta varias veces con amplios movimientos en semicírculo, para que se mezcle bien el adhesivo. Una vez extendido el pegamento se colocarán las tablas de parquet, según el diseño elegido. Las tablas se empujarán suavemente unas contra otras, presionando a la vez hacia abajo, para su perfecto asentamiento y encolado. El pavimento recién colocado no deberá ser transitado al menos durante 24 horas después del pegado para dar tiempo al fraguado completo del adhesivo.

Una vez realizada la colocación, comienza el lijado y el barnizado. El proceso completo de lijado requiere diversas pasadas con lijas de diferentes granos, dependiendo de los desniveles de la superficie y de la madera instalada. Si después del pase de lija, se observan grietas, fisuras o imperfecciones, deberá aplicarse un emplaste que no manche la madera, llene las juntas y permita el lijado y pulido final en breve tiempo. Por último, se realizará el barnizado, que consiste en el lijado y afinado de la madera aplicando dos, tres o más capas de barniz para conseguir el acabado deseado. La duración del secado varia según el tipo de barniz, espesor de película, temperatura, humedad del aire, etc., no siendo recomendable pisar la superficie antes de las 24 horas después de la aplicación del barniz. No obstante el barniz continuará fraguando hasta conseguir su máxima



dureza a partir de los 18-20 días de su aplicación. El proceso culminará con la instalación del rodapié.

#### Colocación de tarima flotante:

Se dispondrá sobre el soporte una capa de material aislante a ruido de impactos conforme indicaciones de SF3 (ver capítulo Suelos flotantes del presente Pliego). Las bandas se deberán colocar en sentido perpendicular a las lamas. Si las dimensiones de los locales sobrepasan ciertos límites, deberán disponerse juntas de expansión que puedan absorber los movimientos de hinchazón y merma que sufren este tipo de pavimentos. Estas juntas de expansión serán de una anchura mínima de 10 mm.

Los lugares más adecuados para disponer las juntas de expansión son los arranques de pasillo, los pasos de puerta, y los estrechamientos entre tabiques que separan distintos espacios del recinto. Para rematar el extremo final de cada hilada se podrán utilizar recortes de longitudes cualesquiera, sin embargo en tramos intermedios no son admisibles recortes de longitud inferior a tres veces el ancho de la tabla. Las lamas deberán encolarse en todo su perímetro (testas y cantos). Los parquetts flotantes deberán llevar en todo el perímetro juntas de expansión de una anchura mínima del

0,15% de la dimensión del recinto perpendicular al sentido de colocación, y como mínimo de 1 cm. Esta junta deberá disponerse también en todos los elementos que atraviesen el parquet (tuberías de distintos tipos de instalaciones) y en las zonas de contacto con elementos de carpintería (cercos de puerta).

#### Colocación de tarima tradicional (parquet sobre rastreles):

Los sistemas de rastreles son dos, flotante, el sistema de rastreles (simple, doble, etc.), apoya sobre el soporte pero no se fija a éste (los rastreles podrán llevar material aislante a ruido de impactos, tanto en su cara superior como en la inferior, si estamos en un caso SF3 conforme al capítulo Suelos flotantes del presente Pliego) o fijo, el sistema de rastreles se fija al soporte, lo que a su vez puede realizarse mediante diferentes sistemas secos, (pegados al soporte; atornillados sobre tacos; clavados mediante sistema de impacto u otros), o húmedos (discontinuos, el rastrel apoya en distintos puntos sobre pellas de yeso blanco o negro o continuos, el rastrel apoya en toda su longitud sobre un mortero de cemento. Se dispondrán clavos alternados a ambos lados del rastrel cada 40 cm de longitud como máximo y en posición oblicua, para facilitar el agarre del rastrel sobre la pasta o mortero).

Distribución, colocación y nivelación de los rastreles: se iniciará la colocación disponiendo en el perímetro del recinto una faja de rastreles al objeto de proporcionar superficie de apoyo a los remates de menores dimensiones. Se guardará en todo momento una separación mínima de 2 cm respecto a los muros o tabiques. Se recomienda la distribución de los rastreles paralela a la dirección menor del recinto. En los sistemas húmedos la chapa o espesor de mortero entre la cara inferior del rastrel y el forjado o superficie de soporte será como mínimo de 2 cm. Los cantos del rastrel deberán quedar totalmente embebidos en la pasta o mortero.

Colocación de las tablas clavada: salvo especificación en sentido contrario, la tablazón se dispondrá siempre en sentido paralelo a la dirección mayor del recinto. Se nivelarán y fijarán los rastreles: de modo flotante sobre cuñas niveladoras, o sobre soportes o calzos, recibidos con mortero de cemento, y si la calidad del soporte es adecuada, también se colocan pegados. Si los rastreles se han recibido en húmedo no se iniciará la colocación hasta comprobar que la humedad del mortero es inferior al 2,5% y la del rastrel inferior al 18%. La fijación de la tabla al rastrel se hará clavando sobre macho, con clavos de hierro de cabeza plana o con grapas, con clavadoras semiautomáticas o automáticas. Los clavos que hayan quedado mal afianzados se embutirán manualmente con martillo y puntero. Los clavos deberán penetrar como mínimo 2 cm en el rastrel. Los clavos deberán quedar embutidos en la madera en toda su longitud para evitar problemas de afianzamiento entre sí de las tablas. El ángulo de clavado debe aproximarse a 45°. Cada tabla deberá quedar clavada y apoyada como mínimo sobre dos rastreles excepto en los remates de los perímetros. En general, no se utilizarán piezas menores de 40 cm salvo en los remates de los perímetros. En los paños paralelos a las tablas se dejará una junta perimetral del 0,15% de la anchura del entablado (dimensión en sentido perpendicular a las tablas). En todo caso la junta deberá quedar totalmente cubierta por el rodapié y éste deberá permitir el movimiento libre de la tablazón.

Colocación de las tablas pegadas: se seguirán las instrucciones del fabricante del adhesivo en cuanto a dosificación, separación entre rastreles, grosor de los cordones, etc.

#### Acabado:

La tarima puede venir barnizada o aceitada de fábrica, ser lijada y barnizada en obra después de su colocación. El proceso completo de lijado requiere diversas pasadas con lijas de diferentes granos, dependiendo de los desniveles de la superficie y de la madera instalada. Si después del pase de lija, se observan grietas, fisuras o imperfecciones, deberá aplicarse un emplaste que no manche la madera, llene las juntas y permita el lijado y pulido final en breve tiempo.

Por último, se realizará el barnizado, que consiste en el lijado y afinado de la madera aplicando dos, tres o más capas de barniz para conseguir el acabado deseado. La duración del secado varía según el tipo de barniz, espesor de película, temperatura, humedad del aire, etc., no siendo recomendable pisar la superficie antes de las 24 horas después de la aplicación del barniz. No obstante, el barniz continuará fraguando hasta conseguir su máxima dureza a partir de los

18-20 días de su aplicación. El proceso culmina con la instalación del rodapié.

#### Colocación de parquet sobre suelos con sistemas de calefacción radiante:

El sistema de colocación de parquet más adecuado a las instalaciones de calefacción sobre suelo radiante es el parquet encolado. Se deben utilizar preferentemente formatos pequeños. En todo caso el grosor del parquet será menor o igual que 2,2 cm. En este caso el contenido de humedad de la solera o suelo flotante será inferior al 2%. No se iniciarán trabajos de colocación hasta que la solera haya alcanzado la temperatura ambiente. Se recomienda un espesor mínimo de la solera o del suelo flotante de unos 3 cm contados por encima de las tuberías de conducción del sistema.

#### Tarimas exteriores:

La instalación comienza con la disposición, nivelado y sujeción de los rastreles. Los rastreles se nivelarán recibidos sobre mortero de cemento; atornillados o sujetos mediante otro sistema al soporte existente; flotantes apoyados sobre grava o arena acondicionada; flotantes sobre calzos niveladores; flotantes elevados sobre soportes regulables en altura. La separación entre rastreles estará en función de la tarima a instalar, entre 30 y 40 cm. Las tarimas utilizadas para su instalación en exteriores llegan de fábrica: las aristas de sus cantos son redondeadas, no llevan machos de unión, las hembras tienen un fresado especial dependiendo de la grapa de sujeción que se utilice para su anclaje o con un fresado antideslizante. Esta tarima se puede sujetar al rastrel atornillada realizando taladros previos o realizar su instalación utilizando grapas de acero u otros materiales plásticos atornilladas al rastrel. Las garras de estas grapas se introducen en las hembras de la tarima permitiendo la sujeción al ser apretadas contra el rastrel, marcando a la vez la separación obligatoria entre las tablas para la evacuación del agua. La tarima para exteriores, tanto si es madera natural apta sin tratamiento, como si es otro tipo de madera debidamente tratada, será tratada en obra aplicando una capa de aceite a base de linaza.

#### Barrera contra el vapor:

Cuando sea necesario se colocará solapando los pliegos 20 cm como mínimo y subiendo en el perímetro hasta la altura del rodapié. En el caso de que el soporte sea una solera o suelo flotante de mortero de cemento la barrera de vapor se colocará preferentemente debajo de ésta. Se dispondrá barrera de vapor en las soleras, suelos flotantes o forjados de planta baja de edificaciones de una sola altura y en los edificios de varias alturas en los forjados de primera planta, cuando bajo ésta haya locales no calefactados, tales como garajes, o almacenes.

#### Juntas:

La media de la anchura de las juntas no deberá sobrepasar por término medio el 2% de la anchura de la pieza.

Las juntas serán como máximo de 3 mm.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

#### Productos:

Las lamas de la tarima flotante cumplirán las siguientes tolerancias:

Espesor de la chapa superior o capa noble: □ 2,5 mm.

Desviación admisible en anchura:  $\square$  0,1%.

Desviación admisible en escuadría:  $\square$  0,2% respecto a la anchura.

Curvatura de canto:  $\square$  0,1% respecto a la longitud.

Curvatura de cara:  $\square$  0,2% respecto a la anchura.

Juntas perimetrales: deben disponerse juntas de  $5 \pm 1$  mm.

Tolerancias de colocación:

Diseños en damero (paneles de parquet mosaico o lamparquet): la desviación de alineación entre dos paneles consecutivos será menor de 2 mm. La desviación de alineación "acumulada" en una longitud de 2 m de paneles será de

5 mm. Diseños en espiga (lamparquet y tarima): la desviación máxima de alineación entre las esquinas de las tablas en cualquier tramo de 2 m de longitud de una misma hilada, será menor de 2 mm.

Diseño en junta regular (lamparquet y tarima): las juntas de testa entre dos tablas alternas (no adyacentes pertenecientes a hiladas diferentes deben quedar alineadas entre sí con una tolerancia de: lamparquet  $\pm 2$  mm, la tarima,  $\pm 3$  mm. El extremo de cada pieza debe coincidir con el punto medio de las piezas adyacentes con una tolerancia (b) de: lamparquet  $\pm 2$  mm, tarima  $\pm 3$  mm.

- Condiciones de terminación

Las tarimas flotantes se barnizan normalmente en fábrica. No obstante se podrán mejorar las prestaciones del barniz de fábrica según los requisitos de uso del local en que se va a colocar.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

– Soporte: planitud local: se medirá con regla de 20 cm no debiendo manifestarse flechas superiores a 1 mm cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla. Planitud general: se medirá con regla de 2 m. Se distinguen los siguientes casos: parquet encolados, (no deben manifestarse flechas de más de 5 mm cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla). Parquet flotantes, (no deben manifestarse flechas de más de 3 mm). Horizontalidad: se medirá con regla de 2 m y nivel, no debiendo manifestarse desviaciones de horizontalidad superiores al 0,5% cualquiera que sea el lugar y la orientación de la regla.

– Solera/suelo flotante: medición de contenido de humedad, previamente a la colocación de cualquier tipo de suelo de madera será inferior al 2,5%. Las mediciones de contenido de humedad de la solera/suelo flotante se harán a una profundidad aproximada de la mitad del espesor de la solera, y en todo caso a una profundidad mínima de 2 cm.

– Entarimado: colocación de rastreles, paralelismo entre sí de los rastreles, nivelación de cada rastrel (en sentido longitudinal), nivelación entre rastreles (en sentido transversal).

– Controles finalizada la ejecución.

– Entarimado: una vez finalizado el enrastrelado, los rastreles deberán quedar nivelados en los dos sentidos (cada rastrel y entre rastreles).

- Conservación y mantenimiento

En obra puede suceder que transcurran varias semanas (o incluso meses) desde la colocación del parquet (cualquiera que sea el sistema) hasta el inicio de operaciones de acabado. En este caso se protegerá con un material transpirable.

En el caso de los parquet barnizados en fábrica, dadas sus características de acabado y su rapidez de colocación, se realizarán si es posible, después de los trabajos de pintura.

Durante los trabajos de acabado se mantendrán las condiciones de higrometría de los locales.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

#### **2.6.2.4. REVESTIMIENTOS PÉTREOS PARA SUELOS Y ESCALERAS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Revestimiento para acabados de suelos y peldaños de escaleras interiores y exteriores, con piezas de piedra natural o artificial, recibidas al soporte mediante material de agarre, pudiendo recibir o no distintos tipos de acabado.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de pavimento con baldosas de piedra natural o artificial, placas, colocado, incluyendo o no material de rejuntado cementoso, de resinas reactivas o con lechada de mortero coloreada o no, cortes, eliminación de restos y limpieza. Los revestimientos de peldaño y los rodapiés, se medirán y valorarán por metro lineal.

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

– Productos de piedra natural. Baldosas para pavimento y escaleras (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.1.6): distintos acabados en su cara vista (pulido mate o brillante, apomazado, abujardado, etc.)

– Baldosas de terrazo (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.3.5, 8.3.6), vibrada y prensada, estarán constituidas por:

Aglomerante: cemento (terrazo, baldosas de cemento), resinas de poliéster (aglomerado de mármol, etc.), etc.

Áridos, lajas de piedra triturada que en según su tamaño darán lugar a piezas de grano micro, medio o grueso.

Colorantes inalterables.

Podrán ser desbastadas, para pulir en obra o con distintos tipos de acabado como pulido, lavado al ácido, etc.

– Baldosas de hormigón (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.3.3).

– Adoquines de piedra natural o de hormigón (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.1.2, 8.3.2).

– Piezas especiales: peldaño en bloque de piedra, peldaño prefabricado, etc.

– Bases para embaldosado:

Base de gravilla o de arena: con arena natural o de machaqueo para nivelar, rellenar o desolidarizar y servir de base en caso de losas de piedra y placas de hormigón armado.

Base de arena estabilizada: con arena natural o de machaqueo estabilizada con un conglomerante hidráulico para cumplir función de relleno y desolidarización.

Base de mortero o capa de nivelación regularización. Podrá formar parte de un suelo flotante (ver capítulo Suelos flotantes del presente Pliego): con mortero pobre, para evitar la deformación de capas aislantes medianamente compresibles y para base de pavimento con losas de hormigón.

Base de mortero o capa de nivelación o regularización con pasta autonivelante para la nivelación y regularización del soporte, con tiempos rápidos de secado y endurecimiento, reduciendo los tiempos de espera.

Base de mortero armado. Podrá formar parte de un suelo flotante (ver capítulo Suelos flotantes del presente Pliego): se utiliza como capa de refuerzo para el reparto de cargas y para garantizar la continuidad del soporte.

– Material de agarre:

Adhesivos cementosos (morteros cola) de varios tipos: normal (C1), mejorado (C2), en dispersión (D1) o (D2), y de resinas reactivas (R1) o (R2).

Mortero de cemento para albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Según RC-08, para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

– Material de rejuntado:

Material de rejuntado cementoso. Existen dos clases: normal (CG1) y mejorado (CG2). Este último reduce su absorción de agua y tiene mayor resistencia a la abrasión.

Material de rejuntado de resinas reactivas (RG), de elevada adherencia, resistencia a los productos químicos, resistencia bacteriológica, muy buena resistencia a la humedad y excelente resistencia a la abrasión.

Se podrán llenar parcialmente las juntas con tiras de un material compresible, (goma, plásticos celulares, láminas de corcho o fibras para calafateo) antes de llenarlas a tope.

– Material de relleno de juntas de dilatación: podrá ser de siliconas, etc.

El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo 2 de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado.

La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB SUA 1, en función del uso y localización en el edificio.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- **Condiciones previas: soporte**

El forjado soporte del revestimiento pétreo deberá cumplir las siguientes condiciones en cuanto a:

- Flexibilidad: la flecha activa de los forjados será inferior a 10 mm.
- Resistencia mecánica: el forjado soportará sin rotura o daños las cargas de servicio, el peso permanente del revestimiento y las tensiones del sistema de colocación.
- Sensibilidad al agua: los soportes sensibles al agua (madera, aglomerados de madera, etc.), pueden requerir una imprimación impermeabilizante.
- Rugosidad en caso de soportes muy lisos y poco absorbentes, se aumentará la rugosidad por picado u otros medios. En caso de soportes disgregables se aplicará una imprimación impermeabilizante.
- Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.
- Estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación: en caso de bases o suelos flotantes de mortero de cemento, 2-3 semanas y en caso de forjado, suelo flotante y solera de hormigón, 6 meses.
- Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite o grasas, desencofrantes, etc.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

El tipo de terrazo dependerá del uso que vaya a recibir, pudiendo éste ser normal o intensivo.

Se evitará el contacto del embaldosado con otros elementos tales como paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel mediante la disposición de juntas perimetrales.

Elección del revestimiento en función de los requerimientos del mismo como uso en interior o exterior, resistencia al deslizamiento, choque, desprendimiento de chispas, fuego, polvo, agentes químicos, cargas de tránsito, etc.

### **Proceso de ejecución**

- **Ejecución**

En caso de baldosas de piedra natural, cemento o terrazo, se limpiará y posteriormente humedecerá el soporte.

Las piezas a colocar se humedecerán de forma que no absorban el agua del mortero.

En general:

La puesta en obra de los revestimientos pétreos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa. La colocación debe efectuarse en unas condiciones climáticas normales (de 5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo y las corrientes de aire. Se respetarán las juntas estructurales y se preverán juntas de dilatación que se sellarán con silicona. Asimismo se dispondrán juntas de construcción en el encuentro de los pavimentos con elementos verticales o pavimentos diferentes.

En caso de baldosas de cemento, se colocarán las baldosas sobre una capa de cemento y arena para posteriormente extender una lechada de cemento.

En caso de terrazo, sobre el forjado, suelo flotante o solera, se extenderá una capa de espesor no inferior a 20 mm de arena, sobre ésta se extenderá el mortero de cemento, formando una capa de 20 mm de espesor, cuidando que quede una superficie continua de asiento del solado. Previamente a la colocación del revestimiento, y con el mortero fresco, se espolvoreará este con cemento.

En caso de losas de piedra o placas de hormigón armado, sobre el terreno compactado, se extenderá una capa de arena de 10 cm compactándola y enrasando su superficie.

En caso de adoquines de hormigón, sobre el terreno compactado se extenderá una capa de arena, asentando posteriormente las piezas sobre ésta, dejando juntas que también se rellenarán con arena.

En su caso, la base de gravilla o de arena tendrán un espesor inferior a 2 cm, y debe emplearse seca para evitar posibles retracciones.



En su caso, la base de arena estabilizada tendrá una dosificación aproximada 100 kg por m3 de arena y su espesor aproximado será de 2 a 4 cm.

En su caso, la base de mortero o capa de nivelación o regularización con mortero pobre tendrá un espesor entre 3 y 5 cm. Si la base es de pasta autonivelante, su espesor estará comprendido entre 2 mm y 7 cm.

En su caso, la base de mortero armado se realizará con mortero dosificado con 300 Kg de cemento por m3, armado con mallazo de cuantía variable, entre 200 y 700 gramos por m2. El espesor será de 4 a 6 cm.

La técnica de colocación en capa gruesa, con material de agarre: mortero de cemento es desaconsejable por las posibles patologías que pudieran producirse, como eflorescencias, manchas por humedad, falta de adherencia, etc. Si se recurre a este tipo de colocación, se sustituirá el tradicional espolvoreo de cemento superficial por la aplicación de una capa de contacto de un adhesivo C1 ó C1 en el reverso de la baldosa antes de asentarla sobre el lecho de mortero fresco.

Se tendrá en consideración en la utilización de adhesivos el tiempo abierto máximo, para evitar desprendimientos posteriores de las baldosas.

En soportes: más flexibles como capas aislantes, sujetos a variaciones térmicas por calefacción, etc., hay que esperar movimientos, por lo que se debe emplear un adhesivo con característica adicional de deformabilidad. Además, es recomendable utilizar baldosas de tamaño inferior a 30 x 30 cm e incrementar el ancho de juntas de colocación. Estos adhesivos pueden ser S1 ó S2. Éste último si se requiere una capacidad mayor de deformación.

Si se necesita una puesta en servicio rápida del pavimento se seleccionará un adhesivo con la característica de fraguado rápido (F).

Si se emplea piedra aglomerada o piedra con resina y malla por la superficie posterior se recomienda la utilización de adhesivos de resinas reactivas (R1) o (R2).

En caso de rodapié, las piezas que lo formen se colocarán a golpe sobre una superficie continua de asiento y recibido con material de agarre.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Tolerancias admisibles

Control de la desviación de planeidad: la desviación máxima medida con regla de 2 m no sobrepasará el límite de  $\pm 3$ mm.

Control de la desviación de nivel entre baldosas adyacentes: la desviación entre dos baldosas adyacentes (ceja) no sobrepasará el límite de:  $\pm 1$  mm (junta < 6 mm) o  $\pm 2$  mm (junta > 6 mm).

Control de la alineación de juntas de colocación: la diferencia de alineación de juntas, medida con regla de 1 m no excederá de  $\pm 2$  mm.

Control de la horizontalidad: se tendrá una tolerancia:  $\pm L/600$ , siendo L la distancia en mm entre los puntos fijados. (Método: utilizar cualquier tipo de nivel, agua, óptico, láser, etc.).

- Condiciones de terminación

Se comprobará que en el pavimento acabado no se aprecian aspectos superficiales defectuosos tales como cambios de color, manchas, picaduras o fisuras.

Se comprobará la limpieza final y protección en el pavimento acabado, apreciándose la ausencia de manchas (yeso, pintura, etc.) y, en su caso, medidas de protección antes de realizar otras actividades.

La piedra colocada podrá recibir en obra distintos tipos de acabado: pulido mate, pulido brillo, pulido vitrificado. Siempre se realizará el tratamiento con el pavimento limpio.

El pulido se realizará transcurridos al menos cinco días desde la colocación del pavimento. Se extenderá una lechada de cemento blanco para tapar las juntas y los poros abiertos y a las 48 horas se pulirá la superficie pasando una piedra abrasiva de grano fino y una segunda de afinado

para eliminar las marcas del rebaje para eliminar las marcas anteriores. En los rincones y orillas del pavimento se utilizará máquina radial de disco flexible, rematándose manualmente.

La superficie no presentará ninguna ceja.

El abrillantado se realizará transcurrido cuatro días desde la terminación del pulido. El abrillantado se realizará en dos fases, la primera aplicando un producto base de limpieza y la segunda, aplicando el líquido metalizador definitivo.

En ambas operaciones se pasará la máquina con una muñequilla de lana de acero hasta que la superficie tratada esté seca. La superficie no presentará ninguna ceja.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### **• Control de ejecución**

Puntos de observación.

Proyecto:

Clasificación del suelo en relación a la resistencia al deslizamiento, según proyecto y el CTE DB SUA 1.

En caso de baldosas de piedra:

Espesor de la capa de arena: menor o igual que 2 cm.

Replanteo de las piezas. Nivelación.

Espesor de la capa de la base de mortero o capa de nivelación o regularización. Humedecido de las piezas.

Comprobación de juntas. Relleno y color.

Verificar planeidad con regla de 2 m.

Inspeccionar existencia de cejas. Según el CTE DB SUA 1, apartado 2, en relación a las posibles discontinuidades, el suelo no tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.

En caso de baldosas de cemento (hidráulica, pasta y terrazo):

Comprobar la humedad del soporte y baldosa y la dosificación del mortero.

Anchura de juntas. Cejas. Nivelación. Extendido de lechada coloreada, en su caso.

Comprobar ejecución del pulido, en su caso (terrazo).

Verificar planeidad con regla de 2 m. Comprobar rejuntado.

#### **• Ensayos y pruebas**

Según el CTE DB SUA 1, apartado 1, en los casos en que haya que determinar in situ el valor de la resistencia al deslizamiento del solado, se realizará el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

#### **• Conservación y mantenimiento**

Se evitará la caída de objetos punzantes o de peso, las ralladuras por desplazamiento de objetos y los golpes en las aristas de los peldaños durante las fases posteriores de la obra. En caso contrario se habrán previsto protecciones adecuadas para el pavimento acabado, pudiendo cubrirse con cartón, plásticos gruesos, etc.

Se comprobará el estado de las juntas de dilatación y del material de sellado de las mismas.

Se comprobará si existe erosión mecánica o química, grietas y fisuras, desprendimientos, humedades capilares. Si fuera apreciada alguna anomalía, se realizará una inspección del pavimento, observando si aparecen en alguna zona baldosas rotas, agrietadas o desprendidas, en

cuyo caso se repondrán o se procederá a su fijación con los materiales y forma indicados para su colocación.

Para la limpieza se utilizarán los productos adecuados al material:

En caso de terrazo, se fregará con jabón neutro.

En caso de granito y cuarcita, se fregará con agua jabonosa y detergentes no agresivos.

En caso de pizarra, se frotará con cepillo.

En caso de caliza, se admite agua de lejía.

En cualquier caso, no podrán utilizarse otros productos de limpieza de uso doméstico, tales como agua fuerte, lejías, amoniacos u otros detergentes de los que se desconozca que tienen sustancias que pueden perjudicar a la piedra o a los componentes del terrazo y al cemento de las juntas. En ningún caso se utilizarán ácidos.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## **2.6.2.5. REVESTIMIENTOS CERÁMICOS PARA SUELOS Y ESCALERAS**

### **Descripción**

#### **Descripción**

Revestimiento para acabados de suelos interiores, exteriores y peldaños de escaleras con baldosas cerámicas esmaltadas o no, con mosaico cerámico de vidrio, y piezas complementarias y especiales, recibidos al soporte mediante material de agarre, con o sin acabado rejuntado.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de embaldosado realmente ejecutado, incluyendo cortes, parte proporcional de piezas complementarias y especiales, rejuntado, eliminación de restos y limpieza.

Los revestimientos de peldaño y los rodapiés, se medirán y valorarán por metro lineal.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

– Baldosas cerámicas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.4.4):

Gres esmaltado: baldosas con absorción de agua baja o media - baja, prensadas en seco, esmaltadas. Adecuadas para suelos interiores y exteriores.

Gres porcelánico: baldosas con muy baja absorción de agua, prensadas en seco o extruídas para suelos interiores y exteriores. Hay dos tipos básicos: gres porcelánico no esmaltado y gres porcelánico esmaltado.

Baldosín catalán: baldosas con absorción de agua desde media - alta a alta o incluso muy alta, extruídas, generalmente no esmaltadas. Se utiliza para solado de terrazas, balcones y porches

Gres rústico: baldosas con absorción de agua baja o media - baja, extruídas, generalmente no esmaltadas. Para revestimiento de solados exteriores.

Barro cocido: baldosas con de apariencia rústica y alta absorción de agua, en su mayoría no esmaltadas.

– Sistemas: conjuntos de piezas con medidas, formas o colores diferentes que tienen una función común:

Sistemas para escaleras; incluyen peldaños, tabicas, rodapiés o zanquines, generalmente de gres.

Sistemas para piscinas: incluyen piezas planas y tridimensionales. Son generalmente esmaltadas y de gres. Deben tener buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos de limpieza y aditivos para aguas de piscina.

– Mosaico: podrá ser de piezas cerámicas, de gres o esmaltadas, o mosaico de vidrio.

– Piezas complementarias y especiales, de muy diversas medidas y formas: listeles, tacos, tiras y algunas molduras y cenefas.

– Características mínimas que deben cumplir todas las baldosas cerámicas.

El dorso de las piezas tendrá rugosidad suficiente, preferentemente con entalladuras en forma de “cola de milano”, y una profundidad superior a 2 mm.

Características dimensionales.

Expansión por humedad, máximo 0,6 mm/m.

Resistencia química a productos domésticos y a bases y ácidos.

Resistencia a las manchas.

Resistencia al deslizamiento, para evitar el riesgo de resbalamiento de los suelos, según su uso y localización en el edificio se le exigirá una clase u otra (tabla 1.1. del CTE DB SUA 1).

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, cuando se trate de revestimiento exterior, debe tener una resistencia a filtración determinada, según el CTE DB HS 1.

– Bases para embaldosado:

Sin base o embaldosado directo: sin base o con capa no mayor de 3 mm, mediante película de polietileno, fieltro bituminoso, esterilla especial, etc.

Base de arena o gravilla: con arena gruesa o gravilla natural o de machaqueo de espesor inferior a 2 cm para nivelar, rellenar o desolidarizar. Debe emplearse en estado seco.

Base de arena estabilizada: con arena natural o de machaqueo estabilizada con un conglomerante hidráulico. Puede servir de relleno.

Base de mortero o capa de regularización. También podrá ser un suelo flotante (ver capítulo Suelos flotantes): con mortero pobre, de espesor entre 3 y 5 cm, para posibilitar la colocación con capa fina o evitar la deformación de capas aislantes.

Base de mortero armado. También podrá ser un suelo flotante (ver capítulo Suelos flotantes): mortero armado con mallazo, el espesor puede estar entre 4 y 6 cm. Se utiliza como capa de refuerzo para el reparto de cargas y para garantizar la continuidad del soporte.

– Sistema de colocación en capa gruesa: para su colocación se pueden usar morteros industriales (secos, húmedos), semiterminados y hechos en obra. Material de agarre: mortero tradicional (MC) (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.13). Según RC-08, para los morteros

de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

– Sistema de colocación en capa fina, adhesivos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.4.3):

Adhesivos cementosos o morteros cola (C): constituido por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos. Hay dos clases principales: adhesivo cementoso normal (C1) y adhesivo cementoso mejorado (C2).

Adhesivos en dispersión o pastas adhesivas (D): constituido por un conglomerante orgánico, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases: adhesivo en dispersión normal (D1) y adhesivo en dispersión mejorado (D2).

Adhesivos de resinas reactivas (R): constituido por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Existen dos clases principales: adhesivo de resinas reactivas normal (R1) y adhesivo de resinas reactivas mejorado (R2).

Características de los materiales de agarre: adherencia mecánica y química, tiempo abierto, deformabilidad, durabilidad a ciclos de hielo y deshielo, etc.

– Material de rejuntado:

Material de rejuntado cementoso (CG): constituido por conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que sólo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso. Existen dos clases: normal (CG1) y mejorado (CG2). Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a compresión; retracción; absorción de agua.

Material de rejuntado de resinas reactivas (RG): constituido por resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales. Sus características fundamentales son: resistencia a abrasión; resistencia a flexión; resistencia a la compresión; retracción; absorción de agua.

Lechada de cemento (L): producto no normalizado preparado in situ con cemento Pórtland y cargas minerales.

– Material de relleno de las juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, según material):

Juntas estructurales: perfiles o cubrecantos de plástico o metal, másticos, etc.

Juntas perimetrales: poliestireno expandido, silicona.

Juntas de partición: perfiles, materiales elásticos o material de relleno de las juntas de colocación.

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos tendrán una clase (resistencia al deslizamiento) adecuada conforme al DB-SUA 1, en función del uso y localización en el edificio.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

La puesta en obra de los revestimientos cerámicos se llevará a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa.

En general, el soporte para la colocación de baldosas debe reunir las siguientes características: estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica, sensibilidad al agua, planeidad.

En cuanto a la estabilidad dimensional del soporte base se comprobarán los tiempos de espera desde la fabricación.

En cuanto a las características de la superficie de colocación, reunirá las siguientes:

– **Planeidad:**

Capa gruesa: se comprobará que pueden compensarse las desviaciones con espesor de mortero.

Capa fina: se comprobará que la desviación máxima con regla de 2 m, no excede de 3 mm.

– **Humedad:**

Capa gruesa: en la base de arena (capa de desolidarización) se comprobará que no hay exceso de humedad.

Capa fina: se comprobará que la superficie está aparentemente seca.

– **Limpieza:** ausencia de polvo, pegotes, aceite, etc.

– **Flexibilidad:** la flecha activa de los forjados no será superior a 10 mm.

– **Resistencia mecánica:** el forjado deberá soportar sin rotura o daños las cargas de servicio, el peso permanente del revestimiento y las tensiones del sistema de colocación.

– **Rugosidad:** en caso de soportes muy lisos y poco absorbentes, se aumentará la rugosidad por picado u otros medios. En caso de soportes disgregables se aplicará una imprimación impermeabilizante.

– **Impermeabilización:** sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.

– **Humedad:** en caso de capa fina, la superficie tendrá una humedad inferior al 3%.

En algunas superficies como soportes preexistentes en obras de rehabilitación, pueden ser necesarias actuaciones adicionales para comprobar el acabado y estado de la superficie (rugosidad, porosidad, dureza superficial, presencia de zonas huecas, etc.).

En soportes deformables o sujetos a movimientos importantes, se usará el material de rejuntado de mayor deformabilidad.

En caso de embaldosado tomado con capa fina sobre madera o revestimiento cerámico existente, se aplicará previamente una imprimación como puente de adherencia, salvo que el adhesivo a utilizar sea C2 de dos componentes, o R.

En caso de embaldosado tomado con capa fina sobre revestimiento existente de terrazo o piedra natural, se tratará éste con agua acidulada para abrir la porosidad de la baldosa preexistente.

### **Proceso de ejecución**

#### • **Ejecución**

Condiciones generales:

La colocación se realizará en unas condiciones climáticas normales (5 °C a 30 °C), procurando evitar el soleado directo, las corrientes de aire, lluvias y aplicar con riesgo de heladas.

– **Preparación:**

Aplicación, en su caso, de base de mortero de cemento. Disposición de capa de desolidarización, caso de estar prevista en proyecto. Aplicación, en su caso, de imprimación.

Existen dos sistemas de colocación:

Colocación en capa gruesa: se coloca la cerámica directamente sobre el soporte, aunque en los suelos se debe de prever una base de arena u otro sistema de desolidarización.

Colocación en capa fina: se realiza generalmente sobre una capa previa de regularización del soporte.

– **Ejecución:**

**Amasado:**

Con adhesivos cementosos: según recomendaciones del fabricante, se amasará el producto hasta obtener una masa homogénea y cremosa. Finalizado el amasado, se mantendrá la pasta en reposo durante unos minutos. Antes de su aplicación se realizará un breve amasado con herramienta de mano. Con adhesivos en dispersión: se presentan listos para su uso. Con adhesivos de resinas reactivas: según indicaciones del fabricante.



#### Colocación general:

Es recomendable, al colocar, mezclar piezas de varias cajas. Las piezas cerámicas se colocarán sobre la masa extendida presionándola por medio de ligeros golpes con un mazo de goma y moviéndolas ligeramente hasta conseguir el aplastamiento total de los surcos del adhesivo para lograr un contacto pleno. Las baldosas se colocarán dentro del tiempo abierto del adhesivo, antes de que se forme una película seca en la superficie del mismo que evite la adherencia. Se recomienda extender el adhesivo en paños no mayores de 2 m<sup>2</sup>. En caso de mosaicos: el papel de la cara vista se desprenderá tras la colocación y la red dorsal quedará incorporada al material de agarre. En caso de productos porosos no esmaltados, se recomienda la aplicación de un producto antiadherente del cemento, previamente a las operaciones de rejuntado para evitar su retención y endurecimiento sobre la superficie del revestimiento.

#### Juntas

La separación mínima entre baldosas será de 1,5 mm. En caso de soportes deformables, la separación entre baldosas será mayor o igual a 3 mm.

Juntas de colocación y rejuntado: puede ser aconsejable llenar parcialmente las juntas de colocación con tiras de un material compresible antes de llenarlas a tope. El material compresible no debería adherirse al material de rejuntado o, en otro caso, debe cubrirse con una cinta de desolidarización. Estas cintas son generalmente autoadhesivas.

La profundidad mínima del rejuntado será de 6mm. Se deberán rellenar a las 24 horas del embaldosado.

Juntas de movimiento estructurales: deberán llegar al soporte, incluyendo la capa de desolidarización si la hubiese, y su anchura debe ser, como mínimo, la de la junta del soporte. Se rematan usualmente rellenándolas con materiales de elasticidad duradera.

Juntas de movimiento perimetrales: evitarán el contacto del embaldosado con otros elementos tales como paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel mediante se deben prever antes de colocar la capa de regularización, y dejarse en los límites de las superficies horizontales a embaldosar con otros elementos tales como paredes, pilares...Se puede prescindir de ellas en recintos con superficies menores de 7 m<sup>2</sup>. Deben ser juntas continuas con una anchura mayor o igual de 5 mm. Quedarán ocultas por el rodapié o por el revestimiento adyacente. Deberán estar limpias de restos de materiales de obra y llegar hasta el soporte.

Juntas de partición (dilatación): la superficie máxima a revestir sin estas juntas es de 50 m<sup>2</sup> a 70 m<sup>2</sup> en interior, y de la mitad de estas en el exterior. La posición de las juntas deberá replantearse de forma que no estén cruzadas en el paso, si no deberían protegerse. Estas juntas deberán cortar el revestimiento cerámico, el adhesivo y el mortero base con una anchura mayor o igual de 5 mm. Pueden rellenarse con perfiles o materiales elásticos.

#### Corte y taladrado:

Los taladros que se realicen en las piezas para el paso de tuberías, tendrán un diámetro de 1 cm mayor que el diámetro de estas. Siempre que sea posible los cortes se realizarán en los extremos de los paramentos.

#### • Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### • Tolerancias admisibles

Características dimensionales para colocación con junta mínima:

– Longitud y anchura/ rectitud de lados:

Para  $L \leq 100$  mm  $\pm 0,4$  mm

Para  $L > 100$  mm  $\pm 0,3\%$  y  $\pm 1,5$  mm.

– Ortogonalidad:

Para  $L \leq 100$  mm  $\pm 0,6$  mm

Para  $L > 100$  mm  $\pm 0,5\%$  y  $\pm 2,0$  mm.

– Planitud de superficie:

Para  $L \leq 100 \text{ mm}$   $\pm 0,6 \text{ mm}$

$L > 100 \text{ mm}$   $\pm 0,5\%$  y  $+ 2,0/- 1,0 \text{ mm}$ .

Según el CTE DB SUA 1, apartado 2, para limitar el riesgo de caídas el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.

Los desniveles menores o igual de 5 cm se resolverán con una pendiente  $\leq 25\%$ .

En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos donde puedan introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

- Condiciones de terminación

En revestimientos porosos es habitual aplicar tratamientos superficiales de impermeabilización con líquidos hidrófugos y ceras para mejorar su comportamiento frente a las manchas y evitar la aparición de eflorescencias.

Este tratamiento puede ser previo o posterior a la colocación.

En pavimentos que deban soportar agresiones químicas, el material de rejuntado debe ser de resinas de reacción de tipo epoxi.

Una vez finalizada la colocación y el rejuntado, la superficie del material cerámico suele presentar restos de cemento. Normalmente basta con una limpieza con una solución ácida diluida para eliminar esos restos.

Nunca debe efectuarse una limpieza ácida sobre revestimientos recién colocados.

Es conveniente impregnar la superficie con agua limpia previamente a cualquier tratamiento químico. Y aclarar con agua inmediatamente después del tratamiento, para eliminar los restos de productos químicos.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

– De la preparación:

Aplicación de base de cemento: comprobar dosificación, consistencia y planeidad final.

Capa fina, desviación máxima medida con regla de 2 m: 3 mm.

Capa de desolidarización: para suelos, comprobar su disposición y espesor.

Aplicación de imprimación: verificar la idoneidad de la imprimación y que la aplicación se hace siguiendo las instrucciones del fabricante.

– Comprobación de los materiales y colocación del embaldosado:

Baldosa: verificar que se ha realizado el control de recepción.

Mortero de cemento (capa gruesa):

Comprobar que las baldosas se han humedecido por inmersión en agua.

Comprobar reglado y nivelación del mortero fresco extendido.

En suelos: comprobar que antes de la colocación de las baldosas se espolvorea cemento sobre el mortero fresco extendido.

Adhesivo (capa fina):

Verificar que el tipo de adhesivo corresponde al especificado en proyecto.

Aplicación del adhesivo:

Comprobar que se utiliza siguiendo las instrucciones del fabricante.

Comprobar espesor, extensión y peinado con llana dentada adecuada.

Tiempo abierto de colocación:

Comprobar que las baldosas se colocan antes de que se forme una película sobre la superficie del adhesivo.

Comprobar que las baldosas se asientan definitivamente antes de que concluya el tiempo abierto del adhesivo.

Colocación por doble encolado: comprobar que se utiliza esta técnica en embaldosados en exteriores y para baldosas mayores de 35 cm o superficie mayor de 1225 cm<sup>2</sup>.

Juntas de movimiento:

Estructurales: comprobar que se cubren y se utiliza un sellante adecuado.

Perimetrales y de partición: comprobar su disposición, que no se cubren de adhesivo y que se utiliza un material adecuado para su relleno.

Juntas de colocación: verificar que el tipo de material de rejuntado corresponde con el especificado en proyecto. Comprobar la eliminación y limpieza del material sobrante.

– Comprobación final:

Desviación de planeidad del revestimiento: la desviación entre dos baldosas adyacentes no debe exceder de 1mm. La desviación máxima se medirá con regla de 2 m.

Para paramentos no debe exceder de 2 mm.

Para suelos no debe exceder de 3 mm.

Alineación de juntas de colocación; la diferencia de alineación de juntas se medirá con regla de 1 m.

Para paramentos: no debe exceder de  $\pm 1$  mm.

Para suelos: no debe exceder de  $\pm 2$  mm.

Limpieza final: comprobación y medidas de protección.

#### • Conservación y mantenimiento

Las zonas recién pavimentadas deberán señalizarse para evitar que el solado sea transitado antes del tiempo recomendado por el fabricante del adhesivo. Se colocará una protección adecuada frente a posibles daños debidos a trabajos posteriores, pudiendo cubrirse con cartón, plásticos gruesos, etc.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### • Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

#### **2.6.2.6. SOLERAS**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Capa resistente compuesta por una subbase granular compactada, impermeabilización y una capa de hormigón con espesor variable según el uso para el que esté indicado. Se apoya sobre el terreno, pudiéndose disponer directamente como pavimento mediante un tratamiento de acabado superficial, o bien como base para un solado.

Se utiliza para base de instalaciones o para locales con sobrecarga estática variable según el uso para el que este indicado (garaje, locales comerciales, etc.).

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de solera terminada, con sus distintos espesores y características del hormigón, incluido limpieza y compactado de terreno.

Las juntas se medirán y valorarán por metro lineal, incluso separadores de poliestireno, con corte y colocación del sellado.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de formar parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $\text{kg/m}^2$ .

- Capa subbase: podrá ser de gravas, zahorras compactadas, etc.
- Impermeabilización (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4): podrá ser de lámina de polietileno, etc.
- Hormigón en masa:
  - Cemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.1): cumplirá las exigencias en cuanto a composición, características mecánicas, físicas y químicas que establece la Instrucción RC-08.
  - Áridos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.14, 19.1.15): cumplirán las condiciones físico- químicas, físico- mecánicas y granulométricas establecidas en la Instrucción EHE-08. Se recomienda que el tamaño máximo del árido sea inferior a 40 mm, para facilitar la puesta en obra del hormigón.
  - Agua: se admitirán todas las aguas potables, las tradicionalmente empleadas y las recicladas procedentes del lavado de cubas de la central de hormigonado. Deberán cumplir las condiciones del artículo 27 de la Instrucción EHE-08. En caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de dicho artículo.
  - Armadura de retracción: será de malla electrosoldada de barras o alambres corrugados que cumple las condiciones en cuanto a adherencia y características mecánicas mínimas establecidas en la Instrucción EHE-08.
  - Aglomerantes, aglomerantes compuestos y mezclas hechas en fábrica para suelos autonivelantes a base de sulfato de calcio (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.20).
  - Aglomerantes para soleras continuas de magnesia. Magnesia cáustica y cloruro de magnesio (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.21).
- Incompatibilidades entre materiales: en la elaboración del hormigón, debido a su peligrosidad se permite el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables en una proporción muy baja, conforme a lo indicado en la Instrucción EHE-08.
- Sistema de drenaje

Drenes lineales: tubos de hormigón poroso o de PVC, polietileno, etc. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.1).

Drenes superficiales: láminas drenantes de polietileno y geotextil, etc. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.3).

– Encachados de áridos naturales o procedentes de machaqueo, etc.

– Arquetas de hormigón.

– Sellador de juntas de retracción (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9): será de material elástico. Será de fácil introducción en las juntas y adherente al hormigón.

– Relleno de juntas de contorno (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3): podrá ser de poliestireno expandido, etc.

Se eliminarán de las gravas acopiadas, las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños.

El árido natural o de machaqueo utilizado como capa de material filtrante estará exento de arcillas y/o margas y de cualquier otro tipo de materiales extraños.

Se comprobará que el material es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es la adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla sin alterar la homogeneidad del material.

Los acopios de las gravas se formarán y explotarán, de forma que se evite la segregación y compactación de las mismas.

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

- Condiciones previas: soporte

Se compactarán y limpiarán los suelos naturales.

Las instalaciones enterradas estarán terminadas.

Se fijarán puntos de nivel para la realización de la solera.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

No se dispondrán soleras en contacto directo con suelos de arcillas expansivas, ya que podrían producirse abombamientos, levantamientos y roturas de los pavimentos, agrietamiento de particiones interiores, etc.

#### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Ejecución de la subbase granular:

Se extenderá sobre el terreno limpio y compactado. Se compactará mecánicamente y se enrasará.

Colocación de la lámina de polietileno sobre la subbase.

Capa de hormigón:

Se extenderá una capa de hormigón sobre la lámina impermeabilizante; su espesor vendrá definido en proyecto según el uso y la carga que tenga que soportar. Si se ha disponer de malla electrosoldada se dispondrá antes de colocar el hormigón. El curado se realizará cumpliendo lo especificado en el artículo 71.6 de la Instrucción EHE-08

Juntas de contorno:

Antes de verter el hormigón se colocará el elemento separador de poliestireno expandido que formará la junta de contorno alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros.

Juntas de retracción:

Se ejecutarán mediante cajeados previstos o realizados posteriormente a máquina, no separadas más de 6 m, que penetrarán en 1/3 del espesor de la capa de hormigón.

Drenaje. Según el CTE DB HS 1 apartado 2.2.2:

Si es necesario se dispondrá una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En caso de que se utilice como capa drenante un encachado, deberá disponerse una lamina de polietileno por encima de ella.

Se dispondrán tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo. Cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, se colocará al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

En el caso de muros pantalla los tubos drenantes se colocarán a un metro por debajo del suelo y repartidos uniformemente junto al muro pantalla.

Se colocará un pozo drenante por cada 800 m<sup>2</sup> en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo será como mínimo igual a 70 cm. El pozo deberá disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deberán disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

En el caso de centrales de obra para la fabricación de hormigón, el agua procedente del lavado de sus instalaciones o de los elementos de transporte del hormigón, se verterá sobre zonas específicas, impermeables y adecuadamente señalizadas. Las aguas así almacenadas podrán reutilizarse como agua de amasado para la fabricación del hormigón.

Siempre que se cumplan los requisitos establecidos al efecto en el artículo 27 de la Instrucción EHE-08.

Como criterio general, se procurará evitar la limpieza de los elementos de transporte del hormigón en la obra. En caso de que fuera inevitable dicha limpieza, se deberán seguir un procedimiento semejante al anteriormente indicado para las centrales de obra.

En el caso de producirse situaciones accidentales que provoquen afecciones medioambientales tanto al suelo como a acuíferos cercanos, el constructor deberá sanear el terreno afectado y solicitar la retirada de los correspondientes residuos por un gestor autorizado. En caso de producirse el vertido, se gestionará los residuos generados según lo indicado en el punto 77.1.1 de la Instrucción EHE-08.

- Tolerancias admisibles

Se comprobará que las dimensiones ejecutadas presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el anejo nº11 de la Instrucción EHE-08.

- Condiciones de terminación



La superficie de la solera se terminará mediante reglado, o se dejará a la espera del solado.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

Ejecución:

Compacidad del terreno, planeidad de la capa de arena, espesor de la capa de hormigón, planeidad de la solera.

Resistencia característica del hormigón.

Planeidad de la capa de arena.

Resistencia característica del hormigón: no será inferior al noventa por ciento (90%) de la especificada.

Espesor de la capa de hormigón.

Impermeabilización: inspección general.

Comprobación final:

Planeidad de la solera.

Junta de retracción: separación entre las juntas.

Junta de contorno: espesor y altura de la junta.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el anejo nº 13 de la Instrucción EHE-08, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

- Conservación y mantenimiento

No se superarán las cargas normales previstas.

Se evitará la permanencia en el suelo de los agentes agresivos admisibles y la caída de los no admisibles.

La solera no se verá sometida a la acción de: aguas con pH menor de 6 o mayor de 9, o con una concentración en sulfatos superior a 0,20 gr/l, aceites minerales orgánicos y pesados, ni a temperaturas superiores a 40 °C.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

#### **2.6.2.7. SUELOS FLOTANTES**

##### **Descripción**

##### **Descripción**

Elemento constructivo sobre el forjado que comprende el solado o revestimiento del suelo con su capa de apoyo y una capa de un material aislante a ruido de impactos. Para criterios de medición y valoración el solado se incluirá aparte.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de suelo flotante terminado, con sus distintos componentes (salvo el solado, cuya medición y valoración se realizará aparte), incluyendo limpieza y regularización del soporte. Componentes:

Para suelo flotante con solera o capa rígida de mortero de cemento u hormigón (SF1): material aislante a ruido de impactos, solapes entre láminas, cinta de sellado de juntas y zócalo perimetral o prolongación del material aislante en todos los encuentros con paramentos verticales para evitar la unión rígida entre éstos y la solera; en su caso, parte proporcional de barrera impermeable entre capa de mortero y aislante; y capa de mortero u hormigón (con o sin armado).

Para suelo flotante con capa rígida de doble placa de yeso laminado (solera seca) (SF2): material aislante a ruido de impactos, solapes entre láminas, cinta de sellado de juntas y zócalo perimetral de material aislante en todos los encuentros con paramentos verticales para evitar la unión rígida entre éstos y la solera; y doble placa de yeso laminado, incluso parte proporcional de pegado, atornillado y nivelación superficial de las placas de yeso laminado.

Para suelo flotante formado por una tarima flotante (SF3): material aislante a ruido de impactos (directo bajo parquet o tarima de madera), solapes entre láminas, cinta de sellado de juntas y zócalo perimetral o prolongación del material aislante en todos los encuentros con paramentos verticales para evitar la unión rígida entre éstos y la solera.

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según CTE DB HE 1, apartado 4, en caso de que el suelo flotante forme parte de la envolvente térmica, se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados en los cerramientos se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ , y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ , cumpliendo con la transmitancia térmica máxima exigida a los cerramientos que componen la envolvente térmica.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie  $kg/m^2$ .

– Material aislante a ruido de impactos: para SF1, podrá ser de lana mineral, poliestireno expandido elastificado, espuma de polietileno expandido o reticulado o láminas multicapa; para SF2, podrá ser de lana mineral o poliestireno expandido elastificado; y para SF3, podrá ser de lana mineral o espuma de polietileno expandido o reticulado. En cualquier caso, se debe indicar el espesor, su rigidez dinámica,  $s'$ , en  $MN/m^3$ , obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3)

– Barrera impermeable: se tratará de un material plástico impermeable, podrá ser una lámina de polietileno de 0,2 mm de espesor, etc. Se utilizará si el material aislante a ruido de impactos no es impermeable (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4)

– Capa rígida: suele disponerse de una capa de mortero de cemento de unos 50 mm de espesor y adecuada al tipo de material aislante a ruido de impactos empleado. Se recomienda un mortero dosificado con 300 kg de cemento por  $m^3$ , armado con mallazo de cuantía variable, entre 200 y 700 gramos por  $m^2$ , en función de las necesidades del proyecto, especialmente cuando sobre él se apoyen cargas lineales, como los tabiques. Si no se incluye un mallazo de reparto, se recomienda utilizar una dosificación rica de mortero.

Pastas autonivelantes para suelos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.3.8).

Conglomerante:

Cemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.1): cumplirá las exigencias en cuanto a composición, características mecánicas, físicas y químicas que establece la Instrucción para la recepción de cementos RC-08.

Áridos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1)

Agua: se admitirán todas las aguas potables y las tradicionalmente empleadas; en caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de acidez, contenido en sustancias disueltas, sulfatos, cloruros..., especificadas en las normas UNE.

Aditivos en masa (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1): podrán usarse plastificantes para mejorar la docilidad del hormigón, reductores de aire, acelerantes, retardadores, pigmentos, etc.

Malla electrosoldada de redondos de acero: los aceros cumplirán los requisitos técnicos establecidos en los artículos 32 y 33 de la Instrucción EHE-08. Serán de acero soldable, no presentarán defectos superficiales ni grietas, y estarán constituidas por:

Los diámetros nominales de los alambres (corrugados o grafilados) empleados en mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie:

4-4,5-5- 5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5-10-11-12-14 y 16 mm, y los tipos a utilizar serán: ME 500 SD - ME 400 SD - ME 500 S - ME - 400 S - ME 500 T - ME 400 T en mallas electrosoldadas, y AB 500 SD - AB 400 SD - AB 500 S - AB 500 T - AB 400 T en armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros 4 y 4,5 m sólo pueden utilizarse en la armadura de reparto conforme al artículo 59.2.2 de la Instrucción EHE-08, así como en el caso de armaduras básicas electrosoldadas en celosías utilizadas para forjados unidireccionales de hormigón, en cuyo caso se podrán utilizar únicamente en los elementos transversales de conexión de la celosía.

Fibras metálicas o de polipropileno para dotar al pavimento de capacidad resistente. Se puede emplear como sustituto del mallazo.

En caso de disponerse una capa de hormigón, ver Prescripciones sobre los productos de la subsección Estructuras de hormigón del presente pliego.

En caso de emplear pastas autonivelantes para suelos, ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.3.8.

También pueden utilizarse los llamados suelos secos, que consisten en varias placas de yeso laminado. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2).

– Revestimiento de suelo: podrá ser de baldosas cerámicas, madera, etc. Ver Prescripciones sobre los productos en el capítulo correspondiente al material seleccionado.

• Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, gestión de residuos, Conservación y mantenimiento)

– Para los productos cemento, áridos, aditivos y armaduras, consultar el apartado Prescripciones sobre los productos de la subsección Estructuras de hormigón del presente Pliego.

– En caso de láminas de polietileno:

El material debe resguardarse de la intemperie, de la luz solar y almacenarse en posición vertical.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

• Condiciones previas: soporte

– En general: el forjado garantizará la estabilidad con flecha mínima y compatibilidad química con los componentes del suelo flotante. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y liso. Se limpiará la superficie

del soporte de forma que no haya restos de obra ni imperfecciones significativas que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos. Si se utilizan láminas antiimpacto de polietileno estas imperfecciones no deberán tener un espesor superior a 5 mm. Si existen huecos en el forjado, éstos deben rellenarse con mortero pobre o con arena, con el fin de que la superficie del forjado quede lisa. Estos huecos no podrán tener una profundidad superior a 5 mm si se utiliza una lámina antiimpacto de polietileno, especialmente si la lámina tiene 3 mm de espesor. Los suelos flotantes se ejecutarán una vez que se haya llevado a cabo la ejecución de los cerramientos verticales de separación entre unidades de uso diferentes.

– SF1: La tabiquería puede ejecutarse indistintamente sobre el suelo flotante o sobre el forjado. Si en el proyecto estuviera previsto que los tabiques apoyaran en el forjado o sobre bandas elásticas, los suelos flotantes se ejecutarán una vez se hayan ejecutado todas las cerramientos verticales del edificio (elementos de separación verticales, tabiquería, fachadas, etc.). Si en el proyecto estuviera previsto que las instalaciones discurrieran bajo el material aislante a ruido de impactos, se colocarán las tuberías de instalaciones revestidas de un material elástico y se colocará una capa niveladora, por ejemplo de arena o mortero pobre.

– SF2: Si en el proyecto estuviera previsto, las instalaciones irán siempre bajo el material aislante a ruido de impactos. Las tuberías de las instalaciones deberán revestirse con un material elástico previamente. Se colocarán y se ejecutará una capa niveladora, por ejemplo de arena o mortero pobre.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Los encuentros entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el suelo flotante y los elementos constructivos perimétricos.

Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.

En los hormigones armados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

### **Proceso de ejecución**

- **Ejecución**

– En general:

El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.

Se recomienda que las tuberías se lleven a cámaras registrables si es posible, como por ejemplo falsos techos.

– SF1:

- Si como material aislante a ruido de impactos se utilizan paneles de lana mineral, poliestireno expandido elastificado o láminas multicapa: se colocará un zócalo de material aislante en todo el perímetro del recinto hasta una altura 5 cm superior a la altura de la solera que esté prevista ejecutar. También se colocará ese zócalo en los pilares y tuberías que atraviesen el suelo flotante. Se colocará el material aislante a ruido de impactos cubriendo toda la superficie del recinto, acometiendo al zócalo perimetral. Los paneles se colocarán a tope y si fuera preciso se sellarán conforme a las especificaciones del fabricante. Se colocará un film impermeable a contrapeado sobre el material aislante a ruido de impactos de forma que se evite el contacto directo entre el mortero y el forjado. Este film es necesario si el material aislante a ruido de impactos es poroso o sus juntas no están selladas. Se efectuará un solape de 5 cm entre distintos paños del film. Dicho film también cubrirá el zócalo perimetral. Si se produce una rotura o desgarró del material aislante a ruido de impactos o del film plástico, se deberá cubrir con el mismo producto de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.

- Si como material aislante a ruido de impactos se utiliza una lámina de polietileno: se colocará la lámina de impacto cubriendo toda la superficie del recinto, y se prolongará sobre los cerramientos verticales y pilares al menos 5 cm por encima de la solera que esté previsto ejecutar. Entre láminas de impacto se realizará un solape de al menos 5 cm y se sellará con cinta adhesiva. Se

procurará que no se produzcan roturas en las láminas, se tendrá especial cuidado con las láminas de 3 mm de espesor. Si se produjeran dichas roturas, se corregirán colocando trozos de lámina antiimpacto con al menos 5 cm de solape y sellándolos con tira adhesiva, de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.

- Si así estuviera previsto, se colocarán los conductos de instalaciones.
- Se colocará el mallazo de reparto sobre separadores.
- Se verterá el mortero encima del film plástico o de la lámina de impacto de polietileno, según el caso, (sin que llegue a entrar en contacto con los cerramientos verticales perimetrales del recinto). Se recomienda que el espesor sea de unos 5 cm y adecuado al tipo de material aislante a ruido de impactos empleado.
- Juntas de retracción: se ejecutarán mediante cajeados previstos o realizados posteriormente a máquina, no separadas más de 6 m, que penetrarán en 1/3 del espesor de la capa de hormigón.
- Juntas de hormigonado: preferentemente coincidiendo con las de retracción.
- Se cubrirá toda la superficie con el solado o acabado final sin que éste llegue a tocar directamente a los cerramientos verticales.
- Se cortará a ras del pavimento, según corresponda, el zócalo perimetral del material aislante a ruido de
- Encuentro con tuberías de instalaciones: las tuberías pueden llevarse sobre la lámina/paneles del material aislante a ruido de impactos o bajo los mismos. Preferiblemente se llevarán por encima del material aislante a ruido de impactos, aunque, independientemente del montaje efectuado, las tuberías que discurran por el suelo flotante no pueden conectar el forjado con la capa mortero. Las tuberías que discurran por el suelo estarán protegidas preferiblemente con coquillas de un material elástico, por ejemplo, coquillas de espuma de polietileno, espuma elastomérica, etc. Si se ha proyectado un sistema de calefacción por suelo radiante, puede instalarse éste por encima del material aislante a ruido de impactos.

Si se llevan por debajo de la lámina/panel aislante a ruido de impactos debe tenerse en cuenta si la lámina/panel es suficientemente flexible para doblarse sin deteriorarse y salvar el desnivel producido por las tuberías. Si los paneles no permiten esta configuración, tal es el caso de los paneles de poliestireno expandido elastificado o lana mineral, las tuberías que se coloquen por debajo del suelo flotante deben llevar una capa niveladora de relleno, podrá ser una capa de arena, para evitar que el vertido del mortero deteriore el material aislante a ruido de impactos.

– SF2:

- Se colocará un zócalo de material aislante a ruido de impactos en todo el perímetro del recinto hasta una altura de al menos 5 cm por encima del nivel previsto para la solera seca terminada. También se instalará ese zócalo en los pilares y tuberías que atraviesen el suelo flotante.
- Se colocarán los paneles de material aislante a ruido de impactos, cubriendo toda la superficie del recinto, acometiendo contra el zócalo perimetral. Los paneles se colocarán a tope y si fuera preciso se sellarán conforme a las especificaciones del fabricante. Si se produce una rotura o desgarro del material aislante a ruido de impactos, se deberá cubrir con el mismo producto de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.
- Se colocarán las placas de yeso laminado ajustadas contra el zócalo perimetral. Se colocarán al menos 2 placas de 10 mm de espesor cada una. Cada una de las fases de placas se desfazarán al menos 5 cm y se unirán entre sí mediante grapas, tornillos o pasta.
- Se cubrirá toda la superficie con el solado o acabado final del suelo sin que éste llegue a tocar directamente a los cerramientos verticales.
- Encuentros entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares: la solera no debe entrar en contacto con los elementos verticales: particiones, pilares, fachadas, trasdosados, tabiquería, etc. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos, que impida el contacto entre el suelo y las particiones. El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo, un cordón de silicona o espuma de poliuretano. La tabiquería debe apoyar en el forjado.

- Encuentro con tuberías de instalaciones: las tuberías no pueden poner en contacto las placas de yeso laminado y el forjado. En caso de que las tuberías se lleven por el suelo, siempre lo harán bajo el material aislante a ruido de impactos. Para salvar el desnivel, se colocará una capa niveladora, que puede ser de arena, mortero pobre, etc. El material de relleno de la solera deberá cubrir las instalaciones o bien cajearse para permitir el paso de dichas instalaciones. En los casos en los que se instale una capa de arena o de cualquier otro material granular, se recomienda instalar una placa de yeso sobre la capa niveladora, previa a la instalación del material aislante a ruido de impactos, para distribuir el peso. Las tuberías que discurren por el suelo estarán protegidas preferiblemente con coquillas de un material elástico, por ejemplo, coquillas de espuma polietileno, espuma elastomérica, etc.

– SF3:

- Si como material aislante a ruido de impactos se utilizan paneles de lana mineral se colocará un zócalo de material aislante en todo el perímetro del recinto con una altura de unos 5 cm. También se colocará ese zócalo en los pilares y tuberías que atraviesen el suelo flotante. Se colocará el material aislante a ruido de impactos cubriendo toda la superficie del recinto, acometiendo al zócalo perimetral. Los paneles se colocarán a tope y si fuera preciso se sellarán conforme a las especificaciones del fabricante. Si se produce una rotura o desgarro del material aislante a ruido de impactos, se deberá cubrir con el mismo producto de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.

- Si como material aislante a ruido de impactos se utiliza una lámina de polietileno: se colocará la lámina de impacto cubriendo toda la superficie del recinto, y se prolongará sobre los cerramientos verticales y pilares al menos unos 5 cm. Entre láminas de impacto se realizará un solape de al menos 5 cm y se sellará con cinta adhesiva. Se procurará que no se produzcan roturas en las láminas, se tendrá especial cuidado con las láminas de 3 mm de espesor. Si se produjeran dichas roturas, se corregirán colocando trozos de lámina antiimpacto con al menos 5 cm de solape y sellándolos con tira adhesiva, de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.

- Se cubrirá toda la superficie con el solado o acabado final sin que éste llegue a tocar directamente a los cerramientos verticales.

- Se cortará a ras del pavimento, según corresponda, el zócalo perimetral del panel de lana mineral o la prolongación vertical de la lámina de impacto de polietileno.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III:

- Tolerancias admisibles

Respecto a la nivelación del soporte se recomienda por regla general una tolerancia de  $\pm 5$  mm.

Para la solera de hormigón, se comprobará que las dimensiones presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. Se estará a lo dispuesto en el proyecto de ejecución o, en su defecto a lo establecido en el anejo nº11 de la Instrucción EHE-08. En cualquier caso, se tendrán en cuenta las tolerancias del soporte del pavimento de acabado y su modo de colocación.

- Condiciones de terminación

La superficie de la solera se terminará mediante reglado, o se dejará a la espera del solado.

En el caso de la solera seca, previo a la colocación del solado, es necesario realizar una imprimación (conforme instrucciones del fabricante de las placas de yeso laminado) para regularizar la capacidad de absorción y mejorar la adherencia. La imprimación debe estar completamente seca antes de colocar el revestimiento.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

– Previo a la ejecución: se comprobará que los materiales que componen el suelo flotante se encuentran en correcto estado. Para SF1, que los cerramientos verticales que delimitan cada unidad de uso están ejecutados, o si son de fábrica, se han ejecutado al menos las 2 primeras hiladas. Si corresponde, si se ha ejecutado la tabiquería.



Comprobación del soporte: se comprobará que la superficie del forjado esté limpia, seca y sin irregularidades significativas.

– Ejecución:

En general, replanteo, nivelación y acabado de la superficie.

SF1:

En su caso, las instalaciones que van por el suelo no están en contacto directo con el forjado y se han revestido de un material elástico. Si las instalaciones van bajo el material aislante a ruido de impactos, se ha colocado una capa niveladora de arena, mortero pobre, etc.

Colocación del zócalo perimetral/prolongación de la lámina de material aislante a ruido de impactos.

Cubrición de toda la superficie con el material aislante a ruido de impactos.

El zócalo perimetral/prolongación de la lámina de material aislante a ruido de impactos sobresale al menos 5 cm por encima de la altura de la solera que se va a instalar.

En su caso, se comprobará que la barrera impermeable (film de plástico) cubre toda la superficie del suelo, así como el zócalo perimetral. Antes de verter la solera de mortero, la superficie del film se ha colocado contrapeado y no presenta deterioros ni roturas.

Si se utiliza una lámina antiimpacto de polietileno, se comprobará que antes de verter la solera de mortero la superficie no presenta deterioros ni roturas.

Armaduras de reparto.

La solera de mortero no entra en contacto directo con los cerramientos verticales.

Junta de retracción: comprobación de la separación entre las juntas.

Junta de contorno: comprobación del espesor y altura de la junta.

La solera tiene el espesor que se indica en proyecto.

SF2:

En su caso, si las instalaciones apoyan en el forjado, capa niveladora (arena, mortero pobre, etc.).

Comprobar si se ha colocado el zócalo perimetral de material absorbente acústico.

El material aislante a ruido de impactos cubre toda la superficie del suelo. Comprobar que se instala según indicaciones del fabricante y del proyecto.

Comprobar que las placas de yeso se han colocado contrapeadas y se han fijado entre sí y no entra en contacto directo con los cerramientos verticales.

SF3:

Colocación del zócalo perimetral/prolongación de la lámina de material aislante a ruido de impactos.

Cubrición de toda la superficie con el material aislante a ruido de impactos.

El zócalo perimetral/prolongación de la lámina de material aislante a ruido de impactos sobresale al menos 5 cm.

Se comprobará que previo a la colocación del solado, la superficie del material aislante no presenta deterioros ni roturas.

– Comprobación final: el acabado de suelo final no está en contacto directo con cerramientos verticales de separación de distinta unidad de uso, fachadas, y/o pilares.

#### • Conservación y mantenimiento

Instalar el material aislante a ruido de impactos en la fecha más próxima posible a la ejecución de la solera, para evitar su deterioro por el paso de oficios, instalaciones, otras labores que se lleven a cabo en el edificio, etc.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de aislamiento acústico a ruido de impactos, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo y en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto.

### 2.6.3. FALSOS TECHOS

#### Descripción

##### **Descripción**

Revestimiento de techos en interiores de edificios mediante placas de escayola, de yeso laminado, metálicas, conglomerados, etc., (sin juntas aparentes cuando se trate de techos continuos, fijas o desmontables en el caso de techos registrables), con el fin de reducir la altura de un local, y/o aumentar el aislamiento acústico y/o térmico, y/o ocultar posibles instalaciones o partes de la estructura.

##### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de superficie realmente ejecutada de falso techo, incluso parte proporcional de elementos de suspensión, entramados, soportes.

Metro lineal de moldura perimetral si la hubiera.

Unidad de elemento decorativo si lo hubiere.

#### Prescripciones sobre los productos

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Según DB HR, apartado 4.1, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación. Se comprobarán que se corresponden con las especificadas en proyecto. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>. Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por: la resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa·s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE EN 29053, en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación y el coeficiente de absorción acústica,  $\alpha$ , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos. En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$ .

– Techos suspendidos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.9).

– Panel de escayola, con distintos tipos de acabado: con cara exterior lisa o en relieve, con/sin fisurado y/o material acústico incorporado, etc. Las placas de escayola no presentarán una humedad superior al 10% en peso, en el momento de su colocación.

– Placas o paneles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, según material):

Paneles metálicos, de chapa de aluminio, (espesor mínimo de chapa 0,30 mm, espesor mínimo del anodizado,

15 micras), chapa de acero cincado lacado, etc. con acabado perforado, liso o en rejilla, con o sin material absorbente acústico incorporado.

Placa rígida de conglomerado de lana mineral u otro material absorbente acústico.

Placas de yeso laminado con/sin cara vista revestida por lámina vinílica. Espesor mínimo 1 placa: 15 mm. Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm.

Placas de escayola (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.10).

Placa de fibras vegetales unidas por un conglomerante: será incombustible y estará tratada contra la pudrición y los insectos.

Paneles de tablero contrachapado.

Lamas de madera, aluminio, etc.

– Estructura de armado de placas para techos continuos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.5.3):

Estructura de perfiles de acero galvanizado o aluminio con acabado anodizado (espesor mínimo 10 micras), longitudinales y transversales.

Sistema de fijación:

Elemento de suspensión: podrá ser mediante varilla roscada de acero galvanizado con gancho cerrado en ambos extremos, perfiles metálicos galvanizados, tirantes de reglaje rápido, etc.

Elemento de fijación al forjado:

Si es de hormigón, podrá ser mediante clavo de acero galvanizado fijado mediante tiro de pistola y gancho con tuerca, etc.

Si son bloques de entrevigado, podrá ser mediante taco de material sintético y hembrilla roscada de acero galvanizado, etc.

Si son viguetas, podrá ser mediante abrazadera de chapa galvanizada, etc.

En caso de que el elemento de suspensión sean cañas, éstas se fijarán mediante pasta de escayola y fibras vegetales o sintéticas.

Elemento de fijación a placa: podrá ser mediante alambre de acero recocido y galvanizado, pella de escayola y fibras vegetales o sintéticas, perfiles laminados anclados al forjado, con o sin perfilera secundaria de suspensión, y tornillería para la sujeción de las placas, etc., para techos continuos. Para techos registrables, podrá ser mediante perfil en T de aluminio o chapa de acero galvanizada, perfil en U con pinza a presión, etc., pudiendo quedar visto u oculto.

– Material de juntas entre planchas para techos continuos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2): podrá ser de pasta de escayola (80 l de agua por cada 100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas, etc.

– Elementos decorativos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.9): molduras o florones de escayola, fijados con pegamento cola, etc.

El acopio de los materiales deberá hacerse a cubierto, protegiéndolos de la intemperie.

Las placas se trasladarán en vertical o de canto, evitando la manipulación en horizontal.

Para colocar las placas habrá que realizar los ajustes previamente a su colocación, evitando forzarlas para que encajen en su sitio.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

#### • Condiciones previas: soporte

Antes de comenzar la colocación del falso techo se habrán dispuesto, fijado y terminado todas las instalaciones situadas debajo del forjado. Las instalaciones que deban quedar ocultas se habrán sometido a las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Preferiblemente se habrán ejecutado las particiones (cuando se trate de elementos de separación entre unidades de uso diferentes, conforme al DB HR, debe ejecutarse primero el elemento de separación vertical y

después le techo), la carpintería de huecos exteriores con sus acristalamientos y cajas de persianas.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

### **Proceso de ejecución**

- Ejecución

Se habrán obtenido los niveles en todos los locales objeto de actuación, marcando la altura de forma indeleble en todos los paramentos y elementos singulares y/o sobresalientes de los mismos, tales como pilares, marcos, etc.

Los falsos techos no serán continuos entre dos recintos pertenecientes, conforme al DB HR, a unidades de uso diferentes. La cámara de aire entre el forjado y el techo suspendido debe interrumpirse o cerrarse cuando el techo suspendido acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes.

Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido, debe evitarse que dichos conductos conecten rigidamente el forjado y las capas que forman el techo.

En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.

En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante. Además se recomienda que el material absorbente suba hasta el forjado por todos los lados del plenum.

Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

– Techos continuos:

Se dispondrán un mínimo de 3 elementos de suspensión, no alineados y uniformemente repartidos por m<sup>2</sup>.

En caso de fijaciones metálicas y varillas suspensoras, éstas se dispondrán verticales y el atado se realizará con doble alambre de diámetro mínimo 0,70 mm. Cuando se trate de un sistema industrializado, se dispondrá la estructura sustentante anclada al forjado y atornillada a la perfilera secundaria (si existe), así como a la perimetral. Las placas se atornillarán perpendicularmente a la perfilera y alternadas. Se recomienda suspender el falso techo mediante amortiguadores que eviten la conexión rígida entre él y el techo original.

En caso de fijación con cañas, éstas se recibirán con pasta de escayola (en la proporción de 80 l de agua por

100 kg de escayola) y fibras vegetales o sintéticas. Estas fijaciones podrán disponerse en cualquier dirección.

En caso de planchas de escayola, éstas se dispondrán sobre reglones que permitan su nivelación, colocando las uniones longitudinalmente en el sentido de la luz rasante, y las uniones transversales alternadas.

Las planchas perimetrales estarán separadas 5 mm de los paramentos verticales.

Las juntas de dilatación se dispondrán cada 10 m y se formarán con un trozo de plancha recibida con pasta de escayola a uno de los lados y libre en el otro.

Si se hubieran proyectado 2 o más placas para formar el falso techo, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior.

Si el techo tiene trampillas de registro, las juntas perimetrales de dichas trampillas deben ser herméticas.

– Techos registrables:

Las varillas roscadas que se usen como elemento de suspensión, se unirán por el extremo superior a la fijación y por el extremo inferior al perfil del entramado, mediante manguito o tuerca.

Las varillas roscadas que se usen como elementos de arriostramiento, se colocarán entre dos perfiles del entramado, mediante manguitos; la distancia entre varillas roscadas no será superior a 120 cm.

Los perfiles que forman el entramado y los perfiles de remate se situarán convenientemente nivelados, a las distancias que determinen las dimensiones de las placas y a la altura prevista en todo el perímetro; los perfiles de remate se fijarán mediante tacos y tornillos de cabeza plana, distanciados un máximo de 50 cm entre sí.

La colocación de las placas se iniciará por el perímetro, apoyando las placas sobre el ángulo de chapa y sobre los perfiles del entramado.

En caso de placas acústicas metálicas, su colocación se iniciará por el perímetro transversalmente al perfil U, apoyadas por un extremo en el elemento de remate y fijadas al perfil U mediante pinzas, cuya suspensión se reforzará con un tornillo de cabeza plana del mismo material que las placas.

- Gestión de residuos

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

- Condiciones de terminación

Las uniones entre planchas se rellenarán con fibras vegetales o sintéticas y pasta de escayola, (en la proporción de 80 l de agua por cada 100 kg de escayola), y se acabarán interiormente con pasta de escayola en una proporción de

100 l de agua por cada 100 kg de escayola.

Antes de realizar cualquier tipo de trabajos en el falso techo, se esperará al menos 24 horas.

Para la colocación de luminarias, o cualquier otro elemento, se respetará la modulación de las placas, suspensiones y arriostramientos.

El falso techo quedará limpio, con su superficie plana y al nivel previsto. El conjunto quedará estable e indeformable.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- Control de ejecución

Puntos de observación.

– Previo a la ejecución:

Se comprobará que ya están ejecutados todos los cerramientos verticales que delimitan el recinto, y éstos llegan hasta el forjado. Dichos cerramientos verticales deben tener el revestimiento que se indica en proyecto, incluso en la zona que va a quedar tapada por el techo suspendido.

Se comprobará que los materiales que componen el cerramiento se encuentran en correcto estado y no existen roturas en las placas.

– Ejecución:

Se comprobará que la humedad de las placas es menor del 10%.

Se comprobará el relleno de uniones y acabados. No se admitirán defectos aparentes de relleno de juntas o su acabado.

Se comprobarán las fijaciones en tacos, abrazaderas, ataduras y varillas. La perfilera o elementos de fijación del techo suspendido se colocan según se indica en proyecto (amortiguados o no).

Se comprobará que la separación entre planchas y paramentos es menor de 5 mm.

Se comprobará que los conductos de instalaciones no reposan sobre las placas de yeso laminado. Las perforaciones para el paso de instalaciones se ejecutan únicamente en el punto de salida y según se indica en proyecto.

Suspensión y arriostramiento. La separación entre varillas suspensoras y entre varillas de arriostramiento, será inferior a 1,25 m. No se admitirá un atado deficiente de las varillas de suspensión, ni habrá menos de 3 varillas por m<sup>2</sup>.

Se comprobará que en caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior.

Las cajas los mecanismos eléctricos y luminarias son apropiadas para las placas de yeso laminado.

Se comprobará la planeidad en todas las direcciones con regla de 2 m. Los errores en la planeidad no serán superiores a 4 mm.

Se comprobará la nivelación. La pendiente del techo no será superior a 0,50%.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

- Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB HR.

Para el cumplimiento de las exigencias del DB HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.



## 2.7. INSTALACIONES

### ÍNDICE

|   |            |
|---|------------|
| <b>2.7. INSTALACIONES</b>   | <b>417</b> |
| 2.7.1. DOCUMENTACIÓN GENERAL TÉCNICA  | 422        |
| 2.7.2. SISTEMA DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE  | 426        |
| 2.7.3. UNIDAD CLIMATIZADORA Y VENTILADORA DE AIRE   | 429        |
| 2.7.4. SISTEMA DE CONTROL EN LAS UNIDADES CLIMATIZADORAS EN LOS SISTEMAS DE GESTION       | 439        |
| 2.7.4.1. Generales  | 439        |
| 2.7.4.2. Caudal de Aire   | 440        |
| 2.7.4.2.1. Ventiladores   | 440        |
| 2.7.4.2.2. Sistemas de volumen de aire constante  | 440        |
| 2.7.4.2.3. Sistemas de volumen de aire variable.  | 440        |
| 2.7.4.3. Filtros de Aire  | 441        |
| 2.7.4.3.1. Presostatos  | 441        |
| 2.7.4.3.2. Sonda de presión diferencial   | 441        |
| 2.7.4.4. Control de Presión   | 442        |
| 2.7.4.4.1. Sondas de presión absoluta (sistemas de volumen variable)                      | 442        |
| 2.7.4.4.2. Sondas de velocidad de aire  | 442        |
| 2.7.4.4.3. Sondas de presión diferencial en salas   | 442        |
| 2.7.4.5. Recuperadores de Energía   | 442        |
| 2.7.4.5.1. Tipo de recuperadores  | 442        |
| 2.7.4.5.2. Humectadores adiabáticos   | 443        |
| 2.7.4.5.3. Modo de funcionamiento recuperadores   | 443        |
| 2.7.4.6. Free Cooling   | 444        |
| 2.7.4.7. Control de Temperatura de impulsión  | 447        |
| 2.7.4.7.1. Control de temperatura de impulsión climatizadores caudal constante            | 447        |
| 2.7.4.7.2. Control de temperatura de impulsión climatizadores caudal variable             | 448        |
| 2.7.4.7.3. Control de temperatura de impulsión climatizadores aire primario (ventilación) | 448        |
| 2.7.4.8. Proceso de Deshumidificación   | 449        |
| 2.7.4.9. Proceso de Humidificación  | 449        |
| 2.7.4.9.1. Humectadores de vapor  | 449        |
| 2.7.4.10. Control de Calidad de Aire  | 450        |
| 2.7.5. VENTILADOR RESISTENTE AL FUEGO   | 451        |
| 2.7.6. VENTILADORES   | 452        |
| 2.7.7. UNIDADES FAN-COIL  | 453        |
| 2.7.8. CONDUCTOS RECTANGULARES EN CHAPA GALVANIZADA                                       | 457        |
| 2.7.9. CONDUCTOS EN PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO  | 462        |
| 2.7.10. CONDUCTOS DE AIRE RESISTENTES AL FUEGO  | 465        |

|   |     |
|---|-----|
| 2.7.11. CONDUCTOS FLEXIBLES.....  | 466 |
| 2.7.12. DIFUSORES DE TECHO ROTACIONALES .....                                     | 466 |
| 2.7.13. REJILLAS DE IMPULSION Y RETORNO .....                                     | 468 |
| 2.7.14. REJAS DE TOMA Y DESCARGA DE AIRE EXTERIOR .....                           | 469 |
| 2.7.15. BOCAS CIRCULARES DE VENTILACION .....                                     | 470 |
| 2.7.16. REGULADOR DE CAUDAL CONSTANTE .....                                       | 470 |
| 2.7.17. REGULADOR DE CAUDAL VARIABLE .....  | 471 |
| 2.7.18. COMPUERTA DE REGULACIÓN O CIERRE .....                                    | 472 |
| 2.7.19. COMPUERTA CORTAFUEGO.....   | 473 |
| 2.7.20. HUMIDIFICADORES ISOTÉRMICOS .....   | 473 |
| 2.7.21. BOMBAS ACELERADORAS EN LINEA.....   | 474 |
| 2.7.22. BOMBAS CENTRIFUGAS EN LINEA .....   | 475 |
| 2.7.23. BOMBA ACELERADORA PARA CIRCUITO RETORNO AGUA CALIENTE .....               | 475 |
| 2.7.24. CÁMARA DE BOMBEO .....  | 476 |
| 2.7.25. TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADO.....  | 476 |
| 2.7.26. SOPORTES PARA TUBERIAS .....  | 481 |
| 2.7.27. TUBERIAS DE ACERO NEGRO .....   | 482 |
| 2.7.28. TUBERIAS DE COBRE PARA AGUA .....   | 484 |
| 2.7.29. TUBERÍAS DE COBRE PARA INSTALACIONES FRIGORÍFICAS.....                    | 487 |
| 2.7.30. REDES PARA GASES MEDICINALES COMPRIMIDOS Y VACIO .....                    | 492 |
| 2.7.31. SISTEMAS DE SANEAMIENTO.....  | 497 |
| 2.7.32. TUBERIAS DE PVC PRESION PARA COLECTORES.....                              | 500 |
| 2.7.33. TUBERIAS DE POLIETILENO RETICULADO (PE-X) PARA SUELOS RADIANTES .....     | 501 |
| 2.7.34. VALVULAS DE MARIPOSA Y DE BOLA .....                                      | 501 |
| 2.7.35. VALVULAS DE BOLA INSTALACION GASES MEDICINALES.....                       | 501 |
| 2.7.36. DILATADORES .....   | 502 |
| 2.7.37. DEPÓSITO DE EXPANSIÓN CERRADO NO AUTOMÁTICO .....                         | 502 |
| 2.7.38. DEPOSITO ACUMULADOR E INTERACUMULADOR DE AGUA CALIENTE<br>SANITARIA ..... | 502 |
| 2.7.39. ENTRADA ANALOGICA, DIGITAL, ESTADO Y ESTADO TERMICO .....                 | 505 |
| 2.7.40. ACTUADORES PARA COMPUERTAS DE AIRE .....                                  | 505 |
| 2.7.41. ACTUADOR PARA VALVULA DE DOS Y TRES VIAS, ACCION TODO-NADA.....           | 506 |
| 2.7.42. ACTUADOR PARA VÁLVULA DE DOS Y TRES VIAS, ACCIÓN PROPORCIONAL .....       | 507 |
| 2.7.43. Sonda de temperatura ambiente interior .....                              | 507 |
| 2.7.44. Sonda de temperatura ambiente exterior .....                              | 507 |
| 2.7.45. Sonda de temperatura para conductos de aire .....                         | 508 |
| 2.7.46. Sonda de temperatura de inmersión para líquidos .....                     | 508 |
| 2.7.47. Sonda de humedad relativa y temperatura de aire interior .....            | 509 |
| 2.7.48. ONDA DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR .....             | 509 |
| 2.7.49. Sonda de humedad relativa y temperatura en conducto .....                 | 509 |
| 2.7.50. Sonda de humedad relativa en conducto.....                                | 510 |
| 2.7.51. Sonda de humedad relativa en ambiente .....                               | 510 |
| 2.7.52. TERMOSTATO AMBIENTE .....   | 510 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.7.53. SONDA DE PRESIÓN DIFERENCIAL DE CONDUCTO PARA AIRE .....   | 510 |
| 2.7.54. SONDA DE PRESIÓN DE LÍQUIDOS DIFERENCIAL POR INMERSIÓN .....                                       | 511 |
| 2.7.55. SONDA DE PRESION ABSOLUTA DE CONDUCTO PARA AIRE.....   | 511 |
| 2.7.56. PRESOSTATO DIFERENCIAL DE AIRE EN CONDUCTO .....   | 511 |
| 2.7.57. SONDA AMBIENTE PARA MEDICIÓN DE CO2 / CALIDAD DE AIRE .....  | 511 |
| 2.7.58. SONDA DE CONDUCTO PARA CALIDAD DE AIRE Y TEMPERATURA.....  | 512 |
| 2.7.59. SONDA DE VELOCIDAD DEL AIRE .....  | 512 |
| 2.7.60. CONTADORES DE AGUA.....  | 512 |
| 2.7.61. INTERRUPTOR FIN DE CARRERA.....  | 513 |
| 2.7.62. SUBESTACIONES.....   | 513 |
| 2.7.63. MANDO Y CONTROL DESDE ENTORNO GRAFICO.....   | 514 |
| 2.7.64. PANTALLAS TIPO GESTIÓN.....  | 519 |
| 2.7.65. SOFTWARE DEL SISTEMA DE GESTION.....   | 529 |
| 2.7.66. AISLAMIENTO TÉRMICO PARA CONDUCTOS .....   | 535 |
| 2.7.67. AISLAMIENTO TÉRMICO PARA TUBERÍAS .....  | 536 |
| 2.7.68. AISLAMIENTO ACUSTICO PARA PAREDES .....  | 538 |
| 2.7.69. TECHO AISLANTE ACUSTICO SALAS ENFRIADORAS, G.ELECTRÓGENOS,<br>ELECTROBOMBAS Y CLIMATIZADORES ..... | 538 |
| 2.7.70. ABSORBENTE ACUSTICO PARA PAREDES.....  | 539 |
| 2.7.71. REGISTROS DE LA RED DE SANEAMIENTO.....  | 539 |
| 2.7.72. SUMIDEROS Y REJILLAS DESAGÜE DE PVC .....  | 539 |
| 2.7.73. SIFONES SIMPLES.....   | 539 |
| 2.7.74. APARATOS SANITARIOS.....   | 541 |
| 2.7.75. GRIFERIA .....   | 541 |
| 2.7.76. DISTRIBUCIÓN Y TOMAS DE GASES MEDICINALES .....  | 542 |
| 2.7.77. DETECTOR DE HUMOS FOTOELECTRICO ANALOGICO.....   | 544 |
| 2.7.78. PULSADOR MANUAL DE ALARMA DE INCENDIOS .....   | 546 |
| 2.7.79. MODULO DE ENTRADA ANALOGICO DEL SISTEMA DE DETECCION DE<br>INCENDIOS .....                         | 547 |
| 2.7.80. MODULO DE SALIDA ANALOGICO DEL SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS..                                 | 548 |
| 2.7.81. PROCESO DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS .....   | 550 |
| 2.7.82. CENTRAL DE DETECCION DE INCENDIOS ANALOGICA.....   | 554 |
| 2.7.83. ARMARIO EQUIPO DE MANGUERA 25 MM .....   | 561 |
| 2.7.84. EXTINTORES POLVO SECO PRESION ADOSADA.....   | 562 |
| 2.7.85. EXTINTORES POLVO SECO PRESION INCORPORADA .....  | 562 |
| 2.7.86. EXTINTORES DE ANHIDRIDO CARBONICO .....  | 563 |
| 2.7.87. PEDAL DE ALARMA ATRACO.....  | 564 |
| 2.7.88. CENTRAL DE CONTROL Y SEÑALIZACION DE LA INSTALACION DE SEGURIDAD<br>CONTRA INTRUSION .....         | 564 |
| 2.7.89. LECTORA DE TARJETAS.....   | 565 |
| 2.7.90. CENTRAL DE CONTROL DE ACCESOS .....  | 565 |
| 2.7.91. LOCALES TECNICOS PARA INSTALACIONES DE MEDIA TENSION.....  | 567 |
| 2.7.92. VENTILACION DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACION.....  | 569 |
| 2.7.93. CABINAS PREFABRICADAS MEDIA TENSION .....  | 573 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.7.94. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN ENCAPSULADOS .....  | 575 |
| 2.7.95. CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO PARA BAJA TENSIÓN INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS .....     | 578 |
| 2.7.96. CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO CON AISLAMIENTO SECO PARA MEDIA TENSIÓN .....                     | 581 |
| 2.7.97. EMBARRADOS DE TRANSPORTE .....  | 582 |
| 2.7.98. CABLE DE PARES TRENZADOS APANTALLADOS (FTP) Y NO APANTALLADOS (UTP) PARA RED DE VOZ Y DATOS ..... | 583 |
| 2.7.99. CABLEADO PARA SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES .....  | 586 |
| 2.7.100. CANALIZACIONES POR TUBERIA AISLANTE RÍGIDA .....   | 587 |
| 2.7.101. CANALIZACIONES POR TUBERIA AISLANTE FLEXIBLE .....   | 587 |
| 2.7.102. CANALIZACIONES POR BANDEJA METÁLICA .....  | 588 |
| 2.7.103. CANALIZACIONES POR BANDEJA METÁLICA DE VARILLAS .....  | 589 |
| 2.7.104. CUADROS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN .....   | 589 |
| 2.7.105. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS COMPACTOS .....  | 592 |
| 2.7.106. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE BASTIDOR .....  | 596 |
| 2.7.107. APARAMENTA MODULAR .....   | 600 |
| 2.7.108. BATERIAS AUTOMATICAS DE CONDENSADORES .....  | 605 |
| 2.7.109. SISTEMAS DE ALIMENTACION ININTERRUMPIDA .....  | 606 |
| 2.7.110. POTENCIA NOMINAL A PARTIR DE 10 KVA .....  | 606 |
| 2.7.111. LOCALES TECNICOS PARA SAI'S .....  | 610 |
| 2.7.112. VARIADORES DE FRECUENCIA .....   | 611 |
| 2.7.113. PEQUEÑO MATERIAL ELÉCTRICO .....   | 613 |
| 2.7.114. LUMINARIAS LED ESTANCAS .....  | 616 |
| 2.7.115. SOFTWARE DEL SISTEMA DE GESTION .....  | 617 |
| 2.7.116. LUMINARIAS LED TIPO PANEL .....  | 618 |
| 2.7.117. LUMINARIAS LED TIPO DOWNLIGHT .....  | 620 |
| 2.7.118. APARATOS AUTÓNOMOS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN CON FUENTE LED .....                             | 621 |
| 2.7.119. DETECTOR DE PRESENCIA Y LUZ NATURAL .....  | 622 |
| 2.7.120. SISTEMA DE MEGAFONÍA PARA EVACUACIÓN .....   | 623 |
| 2.7.121. INSTALACIÓN TV-FM .....  | 628 |
| 2.7.122. DEFINICION DE ENLACE CLASE E <sub>A</sub> PARA CABLEADOS APANTALLADOS Y NO APANTALLADOS .....    | 629 |
| 2.7.123. ETIQUETADO DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....  | 633 |
| 2.7.124. ARMARIO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....   | 634 |
| 2.7.125. TOMAS PARA SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO APANTALLADAS (FTP) Y NO APANTALLADAS (UTP) .....     | 636 |
| 2.7.126. CERTIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....                                       | 637 |
| 2.7.127. LOCALES TECNICOS PARA GRUPOS ELECTROGENOS .....  | 637 |
| 2.7.128. INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS .....   | 639 |
| 2.7.129. GRUPOS ELECTROGENOS REFRIGERADOS POR AGUA .....  | 643 |
| 2.7.130. PUESTA A TIERRA .....  | 645 |
| 2.7.131. TRANSPORTE NEUMATICO DE MUESTRAS .....   | 647 |
| 2.7.132. ESTACION AUTOMATICA TRANSPORTE NEUMATICO DE MUESTRAS .....                                       | 647 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.7.133. EQUIPO AUTOMATICO DE BIFURCACION /DESVÍO PARA TRANSPORTE<br>NEUMATICO DE MUESTRAS ..... | 647 |
| 2.7.134. TUBO DE TRANSPORTE NEUMÁTICO .....  | 648 |
| 2.7.135. PINTURA Y SEÑALIZACION DE LA RED DE TUBERIAS .....                                      | 648 |
| 2.7.136. PINTURA DE LA INSTALACION DE GASES MEDICINALES .....                                    | 648 |
| 2.7.137. ZANJAS OBRA CONDUCCIONES DE SANEAMIENTO .....   | 649 |
| 2.7.138. POZOS DE REGISTRO CONSTRUIDOS EN OBRA (SANEAMIENTO) .....                               | 651 |
| 2.7.139. CONEXION CON ALCANTARILLADO PUBLICO .....   | 652 |
| 2.7.140. CRITERIOS GENERALES DE PREVENCIÓN DE LEGIONELOSIS EN<br>INSTALACIONES .....             | 652 |

Incluye descripción de las condiciones técnicas que deben cumplir los diferentes elementos de la instalación en lo que hace referencia a las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.

### **2.7.1. DOCUMENTACIÓN GENERAL TÉCNICA**

#### **PROCESO DE OBRA, PLANOS DE COORDINACIÓN, MONTAJE Y REGULACIÓN DE PUESTA EN MARCHA**

Con la documentación del proyecto y la información adicional, en su caso, el Contratista elaborará antes del inicio de la obra una lista de los planos de coordinación y montaje que va a realizar, que será aprobada por la Dirección Facultativa. También presentará un programa de producción de estos planos de acuerdo con el programa general de la obra.

Los planos de coordinación y montaje son los que complementan a los planos del proyecto en aquellos aspectos propios de la ejecución de la instalación, y que permiten detectar y resolver problemas de ejecución y coordinación con otras instalaciones antes de que se presenten en la obra.

Sin ser exhaustivos, los planos de montaje deben incluir: coordinación en falsos techos e interferencias entre instalaciones, detalles de patios de instalaciones, relación de las instalaciones con la estructura, solución de salas de máquinas, ejecución de bancadas y soportes, etc.

El Contratista realizará y presentará a la Dirección Facultativa los planos de coordinación y montaje, con tiempo suficiente para que puedan ser revisados antes de su ejecución.

De acuerdo con los planos de coordinación y montaje conformados y en el momento oportuno según el plan de obra, el Contratista marcará de forma visible la instalación con puntos de anclaje, rozas, taladros, etc. lo cual deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes de empezar su ejecución.

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras de los materiales a montar.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto y a los planos de montaje realizados por el Contratista y aprobados por la Dirección Facultativa.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o sustituir los materiales aprobados por otros, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa en la forma por ella establecida.

En los proyectos desarrollados en Revit/BIM, en el proceso de la obra se seguirán los mismos procedimientos indicados en los apartados anteriores, adaptados a los proyectos en Revit, estando los contratistas obligados a desarrollar la obra en la plataforma BIM. Sin ser exhaustivos ni limitativos como mínimo se seguirá el siguiente proceso:

- El contratista revisará el modelo original y lo complementará para poder ejecutar convenientemente la obra. En los casos en que el contratista tenga, según contrato, que aumentar el nivel de definición LOD, realizará los cambios para conseguir el nivel LOD requerido adoptando por defecto los estándares BSRIA o los de contrato en caso de que se especifique. Se considera un mínimo de LOD350.
- Para realizar la adaptación a obra y generación de los planos de montaje se realizarán escaneados por plantas y zonas según la estructura ejecutada, por nube puntos en color y con una resolución de distancia entre puntos inferior a 2 cm y con el procesado de los solapes de escaneados. Los escaneados se realizarán por parte y con coste a asumir por el contratista. Las nubes de puntos se utilizarán para verificar que los elementos a instalar son compatibles con los ejecutados, desviaciones de forjados, pasos disponibles, etc.
- El modelo Revit complementado por el contratista, al que le adjuntará un listado exhaustivo de las modificaciones efectuadas en el modelo original, será entregado a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación. Una vez aceptadas las modificaciones por la DF el documento será clasificado apto para la obra, será el “Modelo de Obra”.
- El contratista, para toda la duración de la obra, incorporará y asumirá los costes de la figura del modelador Gestor del Modelo BIM y la dotará de los equipos y software necesarios. Esta figura tendrá los conocimientos de BIM suficientes y necesarios para desarrollar su labor. En caso que



los costes de esta figura no deban ser asumidos por el contratista, se indicará específicamente en contrato.

– El Gestor de Modelo BIM trabajará bajo las órdenes de la Dirección Facultativa y será la figura encargada, y única habilitada para incorporar al Modelo de Obra modificaciones, sean originadas por el contratista o desde la DF y siempre que estén validadas según este procedimiento. Se partirá del último Revit revisado por el contratista y validado por la DF, Modelo de Obra. El Gestor del Modelo BIM incorporará las modificaciones, registrará y distribuirá cada última versión validada del Revit a los distintos integrantes de la obra, contratistas, dirección facultativa, PM y propiedad. La plataforma de distribución de la información se definirá en cada caso.

– Cualquier modificación que el contratista considere que se deba incorporar al modelo, para poder ser llevada a obra, el contratista la incorporará a la última versión validada y distribuida de Revit, le adjuntará listado preciso de todo lo que se ha modificado y remitirá todo ello a la DF para su revisión y validación por escrito. Solo una vez se disponga de la validación por escrito de la DF, el Gestor de Proyecto BIM incorporará la modificación al modelo para poder ser distribuida, conjuntamente con el listado validado de cambios efectuados. Los ahorros o costes de las modificaciones se gestionaran según proceso de obra. En el modelo de obra no se permitirá ninguna modificación que no está previamente validada por escrito por la DF.

– En el proceso se validan solo las modificaciones indicadas y registradas en los listados. En caso de que con posterioridad a una revisión se detecte que se introdujeron modificaciones no indicadas en los listados, estas no se consideran aprobadas y se deberá proceder a su corrección en el modelo y su desmontaje de obra, con los costes de todo ello a asumir por el contratista.

– Cualquier modificación que la DF considere que se deba incorporar al modelo para poder ser llevada a obra, esta se incorporará a la última versión validada de Revit, se le adjuntará listado preciso de todo lo que se ha modificado y remitirá todo ello al contratista y al Gestor de Proyecto BIM. El Gestor de Proyecto incorporará la modificación al modelo para poder ser distribuida, conjuntamente con el listado validado de cambios efectuados.

– Previo a la instalación de los falsos techos es obligada la realización, por parte y con coste a asumir por el contratista, de los escaneados de nube de puntos en color y con una resolución de distancia entre puntos inferior a 1 cm, con el procesado de los solapes de escaneados. Las nubes de puntos se utilizarán para verificar que los elementos instalados corresponden con los proyectados, actualizando el modelo en caso de no ser coincidentes. Los modelos de nube de puntos se agregarán a la documentación final de obra.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. Aquellas partes móviles de las máquinas y motores dispondrán de envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías o conductos que vayan a quedar abiertos durante algún tiempo.

Todos los elementos de la instalación se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su revisión, mantenimiento, reparación o sustitución.

Todas las ayudas tales como cualquier ayuda de peonaje o elementos mecánicos para transporte y colocación de material, descarga de camiones, suministros de anclajes, soportes, andamios, etc., sin que sea esta relación limitativa, corren por cuenta del Contratista de la instalación, ya que debe prever una instalación completa, perfectamente terminada y entregada en completo y buen orden de marcha.

El Contratista coordinará perfectamente con el Contratista general, si lo hubiese, o con quién haga sus veces y con los demás Contratistas. Si surgen dificultades se someterán a la Dirección Facultativa, cuya decisión acatarán.

En el caso concreto de utilizar soportes, bancadas o elementos auxiliares comunes, se pondrán de acuerdo en el reparto de costes. De no haber avenencia entre ellos, acatarán la decisión de la Dirección Facultativa.

Al finalizar la ejecución de la instalación, el Contratista está obligado a regular y equilibrar todos los circuitos y a realizar las pruebas de funcionamiento, rendimiento y seguridad de los diferentes equipos de la instalación. El Contratista cumplimentará las fichas del protocolo de pruebas de proyecto en su totalidad (una ficha para cada elemento de la instalación).

En un plazo suficiente, el Control de Calidad, comprobará la documentación entregada y emitirá un plan de comprobaciones y pruebas que deberán ser realizadas por el Contratista en presencia de la Dirección Facultativa o personal de la empresa de Control de Calidad.

Caso de resultar negativas, aunque sea en parte, se propondrá otro día para efectuar las pruebas, cuando el Contratista considere pueda tener resueltas las anomalías observadas y corregidos los planos no concordantes.

Si en esta segunda revisión se observan de nuevo anomalías que impidan, a juicio de la Dirección Facultativa, proceder a la Recepción, los gastos ocasionados por las siguientes revisiones correrán por cuenta del Contratista, con cargo a la liquidación.

### **CRITERIOS DE MEDICIÓN DE LAS INSTALACIONES, TRABAJOS INCLUIDOS EN LAS UNIDADES DE OBRA**

Toda medición deberá ser reproducible admitiendo márgenes de error tolerables. Se emplearán los instrumentos de medición de uso normal en una obra (reglas rígidas o cintas métricas) en aquellos casos en que sea posible hacerlo.

La unidad de medida será la que se exprese en el estado de mediciones o la que la Dirección Facultativa dictamine, en caso de duda.

Los elementos discretos se medirán por unidades instaladas.

Las tuberías se medirán por su eje, según el recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas, sin descontar de la medición la longitud ocupada por válvulas y demás accesorios. No se admitirán suplementos por injertos, derivaciones, mermas, etc.

El aislamiento de tuberías se medirá según el mismo criterio que las tuberías, e incluirá la valvulería, curvas y accesorios. No se admitirán suplementos por estos conceptos ni por mermas de material.

La medición de conductos se realizará normalmente en metros cuadrados, en base a sus dimensiones nominales, midiendo sobre el recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas. Los codos y curvas se medirán por su parte exterior. Las reducciones se medirán en su longitud real y aplicando la mayor de las secciones. No se admitirán suplementos de medición por curvas, injertos, embocaduras, derivaciones, etc. o por mermas de material.

Los conductos de fibra, paneles fenólicos o similares se medirán con los mismos criterios del apartado anterior pero tomando como base de medición las dimensiones exteriores de conducto.

Los conductos resistentes al fuego con paneles de fibrosilicatos, lana de roca de alta densidad y similares se consideran siempre con conducto de chapa por su interior, aislado o sin aislar según uso y la protección exterior resistente al fuego con panel, los cuales se medirán en base a sus dimensiones exteriores de las caras que se protegen, midiendo sobre el recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas. Los codos y curvas se medirán por su parte exterior. No se admitirán suplementos de medición por curvas, injertos, embocaduras, derivaciones, etc. o por mermas de material.

El aislamiento de conductos se medirá siguiendo los mismos criterios indicados para los conductos, pero tomando como base las dimensiones nominales del conducto que se aísla.

Los tubos para cableado eléctrico se medirán por su eje, siguiendo su recorrido real, incluyendo tramos rectos, sin descontar de la medición la longitud ocupada por cajas de empalme y derivación. No se admitirán suplementos por curvas, derivaciones, empalmes, etc. ni por mermas de material.

Las bandejas para cableado eléctrico se medirán por su eje, siguiendo su recorrido real, incluyendo tramos rectos y curvas. Los codos y las curvas se medirán por su parte exterior. No se admitirán suplementos de medición por curvas, injertos, derivaciones, etc. ni por mermas de material.

Las partidas de punto de conexionado de cableado eléctrico incluyen la parte proporcional de la totalidad de las canalizaciones desde cuadro secundario hasta punto de alumbrado o fuerza, e incluyendo la parte proporcional de interruptor de encendido si lo hubiera. No se admiten suplementos de medición por estas canalizaciones, tubo o bandeja.

El cableado eléctrico y de comunicaciones (que no esté incluido en conceptos como punto de conexonado) se medirá por su recorrido real desde borna a borna de conexión. No se admitirán suplementos de medición por derivaciones, empalmes, reservas o mermas de material.

En el caso de que la extracción de la medición se realice sobre plataforma Revit, Navisworks o similares, la medición de bandejas, de tubos eléctricos o de fluidos y de su aislamiento se considerará sobre la suma de los tramos rectos a eje, incrementando su longitud en un 5% para compensar la parte proporcional de curvas y accesorios considerados también como medición longitudinal a eje.

En el caso de que la extracción de la medición de conductos o aislamiento se realice sobre plataforma Revit, Navisworks o similares, la medición se considerará sobre la suma de la superficie de los tramos rectos a eje, incrementando su superficie total por codos, derivaciones y accesorios en uno de los dos sistemas: a) Suma de las superficies de los accesorios considerando la medición a eje por su parte exterior y sección más desfavorable b) Incrementando la medición de superficie de tramos rectos en un 20% para compensar la parte proporcional de curvas, injertos y accesorios. Se adoptará solo uno de los dos sistemas. No se admitirán suplementos de medición por mermas de material.

Todos los precios unitarios de los elementos del proyecto se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes, así como su regulación, puesta en marcha y pruebas de funcionamiento, a menos que específicamente se excluyan algunos de ellos en el artículo correspondiente.

Asimismo se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos, accesorios, transportes, herramientas, gastos generales y toda clase de operaciones, directas o accidentales, necesarias para dejar las unidades de obra terminadas y en funcionamiento con arreglo a las condiciones especificadas en el proyecto.

Se entiende pues, que la expresión "completamente instalado/a", se refiere a unidades de obra totalmente montadas, conectadas y en perfecto funcionamiento.

En el caso que no exista una partida específica para la realización de ensayos y pruebas en fábrica y finales, se entiende que también queda incluido en el precio unitario la parte proporcional para la realización de dichos ensayos y pruebas.

La descripción de las operaciones y materiales necesarios para ejecutar las unidades de obra que figuran en el proyecto no es exhaustivo. Por lo tanto, cualquier operación o material no descrito o relacionado, pero necesario para ejecutar una unidad de obra, se considera siempre incluido en los precios.

## **DOCUMENTACIÓN FINAL**

El Contratista preparará la siguiente documentación que denominamos Documentación Final de Obra y que se integrará en la Documentación de Obra Ejecutada que exige el artículo 8. 1 del la Parte I del Código Técnico de la Edificación:

- 1) Memoria actualizada con todos sus apartados.
- 2) Resultado de las pruebas realizadas de acuerdo con el protocolo de proyecto y/o Reglamentación vigente.
- 3) Proyecto de mantenimiento preventivo (según artículo 8.1 de la Parte I del Código Técnico de la Edificación. Ver apartado "Proyecto de mantenimiento" de este pliego).
- 4) Planos de la instalación terminada.
  - Los planos se entregaran en papel y en formato pdf y dwg, estos reflejarán fehacientemente la instalación realizada.
  - Si el proyecto se ha realizado utilizando BIM, Revit o equivalentes, la entrega de la documentación final de obra, además de los planos as-built del apartado anterior, se deberá entregar el fichero Revit que incorpore la totalidad de cambios y/o modificaciones que se han realizado en el transcurso de la obra, sin interferencias y con el nivel LOD de contrato. Dentro de este modelo Revit, para cada una de las familias y tipos de Revit, el contratista deberá incorporar nuevos parámetros con los datos de los equipos instalados, marca, modelo, características técnicas, operaciones de mantenimiento necesarias,

parámetros y datos COBIE, contactos de los suministradores y toda documentación que se considere necesaria para el mantenimiento y la explotación del edificio. Se adjuntará además los escaneados de nube de puntos a color de todas las plantas previos al montaje de los falsos techos y con el procesamiento de solapes.

- 5) Lista de materiales empleados y catálogos.
- 6) Relación de suministradores y teléfonos.
- 7) Y la necesaria para cumplimentar la normativa vigente y conseguir la legalización y suministros de fluidos o energía. (Boletines de la instalación, etc.).

De la documentación anterior se entregará una primera copia sin aprobar a la Dirección Facultativa o a la empresa de Control de Calidad.

Al mismo tiempo el Contratista aclarará a los servicios de mantenimiento de la Propiedad cuantas dudas encuentren.

Al resultar positivas las pruebas y aclaradas las dudas al Servicio de Mantenimiento se procederá a formalizar la Recepción de la obra que será firmada por la Propiedad y el Contratista, y, caso de que así lo decida la Propiedad, lo firmarán también su servicio de mantenimiento y la Dirección Facultativa.

Para formalizar la Recepción será necesario que el Contratista haya entregado previamente en soporte informático de la Documentación Final de Obra corregidas con las observaciones correspondientes.

#### **PERMISOS Y LEGALIZACIONES**

En los documentos de proyecto y de contrato se establecerán una de las dos modalidades siguientes. En caso que no se indique nada en contrato, se considerará la modalidad a):

##### **a) Permisos y legalizaciones por cuenta del Contratista**

Corre por cuenta del Contratista la confección y presentación de los boletines de la instalación, así como el resto de documentos que reglamentariamente deben ser preparados y aportados por el Contratista.

Corre por cuenta del Contratista la redacción, visado y tramitación ante organismos oficiales (Delegación de Industria, Ayuntamiento, etc.) de los documentos técnicos necesarios para obtener todos los permisos oficiales para la construcción, puesta en marcha y conexión de las instalaciones objeto del pliego.

Asimismo, el Contratista es el responsable de la confección, visado y tramitación de los certificados finales de obra necesarios.

Los costes de las tasas de visado y tramitación corren por cuenta del Contratista.

##### **b) Permisos y legalizaciones por cuenta de la Propiedad.**

Corre por cuenta del Contratista la confección y presentación de los boletines de la instalación y manual de instrucciones y mantenimiento, así como el resto de documentos que reglamentariamente deben ser preparados y aportados por el Contratista.

La obtención del resto de permisos oficiales para la construcción, puesta en marcha y conexión de las instalaciones objeto de este pliego es responsabilidad de la Dirección Facultativa y la Propiedad.

### **2.7.2. SISTEMA DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE**

Los sistemas de volumen de refrigerante variable deben incorporar toda la documentación referente a:

- A. Unidad exterior/condensadora
- B. Unidad interior /evaporadora
- C. Módulo de recuperación
- D. Derivadores
- E. Tubería de refrigerante

F. Central de control

G. Cableado de control

El diseño y agrupación de los sistemas debe contemplar orientaciones diferentes en el caso de los módulos de recuperación, además de simultaneidades de cargas térmicas para la elección de la unidad exterior y asegurar un buen funcionamiento a cargas bajas.

**Unidades exteriores:** Unidades de refrigeración de expansión directa (DX) refrigeradas por aire, diseñadas específicamente para su uso con unidades interiores; deben estar montados en fábrica y cableado con todos los controles electrónicos y de refrigerante necesarios. Las unidades exteriores se basan en un diseño modular para agrupar unidades múltiples.

- A. Circuito de refrigeración: Formado por compresores de “scroll”, motores, ventiladores, bobina del condensador, válvulas de expansión electrónica, válvulas solenoides, válvulas de 4 vías, cabeceras de distribución, capilares, filtros, válvulas de cierre, separadores de aceite, puertos de servicio y regulador de refrigerante.
- B. Refrigerante: cargado de fábrica.
- C. Control de volumen variable: Modula la capacidad del compresor automáticamente para mantener presiones constantes de succión y condensación mientras se varía el volumen de refrigerante para adaptarse a las cargas de calefacción / refrigeración.
- D. La conexión de cables y tuberías debe poder ser flexible, es decir, hacia la izquierda, derecha, parte posterior o inferior.
- E. Capaz de funcionar en modo de calefacción con temperaturas exteriores bajas (sin necesidad de ser extremas), sin controles adicionales o fuentes de calor auxiliar; durante el modo calefacción, no está permitido revertir el ciclo para el retorno de aceite o el descongelamiento, ya que se podría producir una reducción de la temperatura del espacio.
- F. Nivel de presión sonora o potencia: según lo especificado en ficha técnica. En el caso de presión sonora, especificar la distancia de medición desde el frente de la unidad.
- G. Modo de fallo de alimentación: Se debe reiniciar automáticamente la operación después de un fallo de alimentación sin perder la configuración programada.
- H. Dispositivos de seguridad: sensor e interruptor de alta presión, sensor/ interruptor de baja presión, fusibles del circuito de control, calentadores del cárter, tapón fusible, relé de sobrecarga, protector de sobrecarga del inversor, protectores térmicos para compresores y motores de ventilador, protección contra sobrecorriente para el inversor y anti temporizadores de reciclaje.
- I. Capacidad de proporcionar un subenfriamiento de refrigerante para garantizar que el refrigerante líquido no se inflame cuando suministre unidades interiores.
- J. Ciclo de recuperación de aceite: Automático. Mantener el calentamiento continuo durante la operación de retorno de aceite.
- K. Carcasa resistente a la corrosión mediante paneles de acero
- L. Ventiladores: uno o más ventiladores de transmisión directa, descarga vertical/horizontal, con velocidad variable a través de un inversor.
  - Presión estática externa: ajustada en fábrica a 30Pa, como mínimo.
  - Caudal de aire del ventilador: como se indica en ficha técnica de equipos.
  - Motores del ventilador: instalado de fábrica; rodamientos lubricados permanentemente; protección inherente; protector de ventilador.
- M. Batería del condensador: tubos de cobre expandidos con aletas de aluminio.
- N. Compresores: tipo “scroll”, sellado herméticamente, impulsado por variador de velocidad variable y velocidad fija en combinación para adaptarse a la capacidad total. Se utilizará un mínimo de dos compresores por unidad de condensación y podrán controlar la capacidad dentro del rango mínimo del 20% de la capacidad total.

- Cuando haya varios módulos en una misma unidad exterior, se equilibrarán las horas de funcionamiento de los compresores totales.
- En caso de fallo de un compresor, funcionarán los compresores restantes a una capacidad proporcionalmente reducida.
- Cada compresor tendrá un calentador de cárter.
- Habrá separadores de aceite y una gestión inteligente del mismo.
- Se instalarán muelles que aislen de vibraciones los compresores.

**Unidades interiores:** Todas las unidades de interiores serán ensambladas y probadas en fábrica, con válvula de expansión proporcional electrónica, placa de circuito de control, cableado y tubería de fábrica, autodiagnóstico, función de reinicio automático, demora de fusible de 3 minutos e interruptor de ejecución de prueba.

- A. Refrigerante: Circuitos de refrigerante cargados en fábrica con aire deshidratado, para carga en obra.
- B. Mecanismo de control de temperatura: Termistor de retorno de aire (se utilizará el termistor del comando en vez del de retorno) y control computarizado de Derivado Integral Integral (PID) del sobrecalentamiento.
- C. Batería de expansión directa construida a partir de tubos de cobre expandidos en aletas de aluminio.
- D. Ventiladores: transmisión directa, con impulsores equilibrados estática y dinámicamente; velocidades altas y bajas a menos que se indique lo contrario; Motor protegido térmicamente.
- E. Filtro de aire de retorno: filtro de larga duración lavable con resina resistente al moho, a menos que se indique lo contrario. Si se especifica en proyecto se instalará en cajón portafiltros.
- F. Drenaje del condensado: Bandeja de drenaje de condensado incorporada con conexión de drenaje de PVC.
- G. Aislamiento de la carcasa: aislamiento de poliestireno espumado y polietileno que absorbe el ruido.

Se instalarán todos los equipos según las indicaciones del fabricante. También se instalarán las tuberías según los requisitos del fabricante (lo descrito en la especificación correspondiente) y la instalación eléctrica cumplirá con el Reglamento de Baja Tensión.

Se dejarán configurados todos los parámetros de cada equipo según lo indicado en la ficha técnica, y el fabricante hará una supervisión de la instalación para hacer las pruebas correspondientes. Después de todas las pruebas de funcionamiento hechas y su puesta en marcha se cambiarán los filtros de aire.

Todas las unidades interiores se deberán dejar configuradas durante la puesta en marcha de modo que se ajusten a las necesidades de cada espacio:

- Se configurará el equipo para que funcione con control de temperatura de evaporación variable
- En ningún caso se utilizarán temperaturas de impulsión inferiores a 11°C
- Para el control de la temperatura ambiente se utilizará la sonda del mando de control situado en sala.
- En modo calor, para una correcta regulación se limitará el ancho de banda de la sonda de temperatura a  $\pm 1^\circ\text{C}$
- Se establecerá una velocidad mínima del ventilador para que la difusión del aire en la sala sea óptima en frío y calor.
- Se ajustará la presión disponible de cada unidad interior según las pérdidas de carga de cada instalación



### 2.7.3. UNIDAD CLIMATIZADORA Y VENTILADORA DE AIRE

Las unidades climatizadoras de aire cumplen las funciones de acondicionamiento del aire interior de diferentes espacios. Pueden realizar todas o algunas de las siguientes funciones: filtraje, calentamiento, enfriamiento, recuperación de calor, humectación, deshumectación y renovación del aire.

La presente especificación también se aplica a unidades ventiladoras y extractores de aire que sean con ventiladores del tipo centrífugo o plugfan, en las partes que les correspondan.

A efectos de esta especificación, se distinguen los climatizadores/ventiladores en tres grupos:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Pequeños climatizadores: de 280 a 1.000 l/s   | (1.000 - 3.600 m³/h)  |
| Climatizadores medianos: de 1.000 a 5.000 l/s | (3.600 - 18.000 m³/h) |
| Grandes climatizadores: más de 5.000 l/s      | (más de 18.000 m³/h)  |

Los climatizadores estarán formados por la unión de diferentes secciones, todas de la misma sección transversal, contruidos con panel sándwich de chapa de acero galvanizada, como se describe a continuación.

#### Envolvente del climatizador

Las secciones del climatizador se formarán a partir de paneles sándwich que se irán fijando a un bastidor:

- Bastidor: Formado por perfiles de chapa de acero galvanizada o de aluminio, de 2 mm de espesor. Las cantoneras de los perfiles serán de fundición de aluminio. La geometría de los perfiles será tal que no existirán puentes térmicos para que no haya condensaciones en el exterior de los mismos.
- Paneles: Paneles tipo sándwich con la siguiente composición:

Exterior: Chapa de acero galvanizada y pintada de color a especificar por la Dirección Facultativa.

Espesor mínimo: 1,0 mm

Aislamiento: Manta de fibra de vidrio de alta densidad, de los siguientes espesores:

|                  |                    |       |
|------------------|--------------------|-------|
| Para interior:   | Clim. peq. y med.: | 25 mm |
|                  | Clim. grandes:     | 40 mm |
| Para intemperie: | Clim. peq. y med.: | 50 mm |
|                  | Clim. grandes:     | 50 mm |

El material del aislamiento de los climatizadores debe ser de clasificación al fuego A1 o A2-s1 d0 (No Combustible). No obstante, se aceptarán aislamientos del tipo clase A2, B, C-s3 d2 siempre que tengan una compuerta cortafuegos instalada en pared que actúe como barrera contra el fuego aguas abajo del climatizador para que impida la expansión del fuego y humos a espacios ventilados.

Interior: Chapa de acero galvanizada lisa, con los siguientes espesores:

|                  |        |
|------------------|--------|
| Suelo (pisable): | 1 mm   |
| Paredes y techo: | 0,8 mm |

- Ejecución para intemperie:

Los climatizadores para ser instalados en intemperie deberán estar contruidos con consideraciones especiales respecto a las inclemencias climatológicas: espesores de aislamiento, posibilidad de heladas, caída de rayos, protección para la radiación solar directa o la lluvia. En particular, el diseño del climatizador debe impedir la entrada y acumulación de agua de lluvia en la unidad. Para ello, los climatizadores de intemperie adoptarán las siguientes configuraciones:

Clim. pequeños: Cubiertos con una lámina plástica continua y sin juntas, o con lámina asfáltica protegida por chapa galvanizada o de aluminio, de 0,8 mm de espesor.

Clim. med. y gra.: Los paneles de techo de las diferentes secciones serán en tejadillo a dos aguas de igual construcción a los del resto del climatizador.

d) Coeficientes de transmisión y atenuación acústica:

Los paneles cumplen una doble función de aislamiento térmico y acústico de la unidad. Los valores máximos del coeficiente de transmisión térmica del panel y de los puentes térmicos provocados por la estructura se limitan en la ficha técnica. Además, en las mismas fichas también se indica la atenuación acústica de la envolvente para disminuir la potencia sonora radiada por la unidad.

e) Resistencia mecánica:

Los suelos de las unidades tendrán la rigidez suficiente para soportar las tareas de mantenimiento, y los paneles serán en general rígidos y no deformables. Debe tener una resistencia mecánica inferior a lo especificado en la ficha técnica.

f) Estanqueidad:

Los paneles se fijarán al bastidor firmemente atornillado o ensamblados, con juntas de goma entre paneles y bastidor para garantizar la estanqueidad. Las pérdidas (fugas) o entradas de aire por los paneles del climatizador no deben superar los valores establecidos en la ficha técnica.

En climatizadores higiénicos se sellarán las juntas entre módulos tanto por el interior como por el exterior, con el fin de asegurar una mayor estanqueidad.

El fabricante se encargará de la supervisión in situ del montaje del climatizador o de la propia ejecución de dicho montaje.

g) Acabado interior: En los climatizadores higiénicos se utilizará un acabado totalmente liso con pintura apropiada para este uso y que facilite la limpieza interior. En caso de requerir unas exigencias higiénicas extremas se podría recurrir al uso de un acabado de acero inoxidable.

Se evitarán los ángulos rectos y se redondearán las esquinas de manera que se evite la acumulación de suciedad y se facilite la limpieza del climatizador.

Los tornillos y elementos de sujeción interiores serán de acero inoxidable para evitar la corrosión.

### **Accesos al interior del climatizador**

Los paneles de la unidad deberán incorporar sistemas de acceso para realizar operaciones de verificación y mantenimiento en el interior de los climatizadores. Los accesos mínimos obligatorios serán:

|                |  |
|----------------|--|
| Ventiladores:  | cambio correas/motor/ ventilador       |
| Filtros:       | cambio filtros                         |
| Baterías:      | limpieza, peinado, bandeja condensados |
| Humectadores:  | limpieza, cubetas                      |
| Recuperadores: | limpieza, peinado, bandeja condensados |

La dimensión de los accesos será tal que permita realizar fácilmente las operaciones anteriormente descritas. En el caso de los climatizadores grandes, permitirá el acceso de personal al interior de la unidad.

Para climatizadores pequeños, los accesos se realizarán con paneles extraíbles en su totalidad, con cierres de tipo rápido, sin herramientas, con junta de estanqueidad.

Para climatizadores medianos y grandes, se dispondrán puertas con bisagras y cierres tipo rápido, sin herramientas ni cerraduras, con cierre accionable también desde el interior (para evitar quedarse encerrado).

En los climatizadores grandes se practicarán mirillas de inspección en accesos, con cristal transparente de seguridad, de 10 mm de espesor. La mirilla será circular, de diámetro mínimo 25 cm.

Todos los climatizadores higiénicos dispondrán de mirillas en las secciones de ventilador independientemente del tamaño.

En los climatizadores grandes se instalará luz interior en las zonas de acceso, accionable desde un solo interruptor para todo el climatizador, situado en un panel lateral del mismo (lado de accesos). Los apliques se fijarán a paredes interiores de los paneles, serán estancos, IP 65, en fundición de aluminio, lámpara LED a 220 V. La instalación eléctrica asociada a esta iluminación será estanca.

#### **Placa de características de la unidad**

La unidad deberá incorporar en lugar bien visible una placa metálica de características, remachada al climatizador y con las características grabadas de forma indeleble en la misma. Los datos mínimos que deben figurar son:

- a) Marca, modelo y número de serie del climatizador
- b) Fecha de fabricación
- c) Caudal de aire ventilador/es
- d) Potencia eléctrica motor/es ventilador/es
- e) Presión disponible ventilador/es
- f) Potencia térmica batería/s

#### **Ventilador (impulsión - retorno)**

Todos los ventiladores cumplirán con la directiva ErP y se seleccionará siguiendo los criterios de: máximo rendimiento (al menos un 70 %), mínimo nivel sonoro y mínimo coste; y por este orden.

Para los diferentes tipos de ventiladores se cumplirán las condiciones siguientes:

Ventilador con correas: Centrífugo, doble aspiración, equilibrado dinámica y estáticamente, con palas de reacción, excepto los que tengan el motor con conexión directa. Ha de permitir la medida de sus revoluciones con un tacómetro.

Las correas deben tener una conexión del ventilador al motor con poleas acanaladas y correas trapezoidales, dimensionadas para un 130 % de la potencia del motor. No se admite el acoplamiento directo motor-ventilador. El conjunto de correas-poleas será ajustable para variar el caudal ventilador en un  $\pm 10$  %. Todas las correas incorporarán un cubre-correas de protección, con malla metálica. Para medianos y grandes climatizadores, se instalarán un mínimo de 2 correas para cada ventilador, y de modo que cada una de ellas sea capaz de transmitir el 100 % de la potencia.

El motor será con arranque directo hasta 5,5 kW y estrella-triángulo para potencias superiores. Motor trifásico, índice protección IP 54. Para los pequeños climatizadores, el motor podrá ser monofásico. Fijado a la bancada común motor-ventilador mediante una placa soporte regulable para regular la altura y distancia respecto al ventilador. También deberán estar preparados para operar con un variador de frecuencia.

Ventilador Plugfan / Plugfan EC: Ventiladores plugfan de acoplamiento directo de estructura de acero de alta resistencia, con soldadura robótica, anticorrosivo, desengrasado y fosfatado. El ventilador se entregará equilibrado estático y dinámicamente según DIN 1940. Módulo completo optimizado sobre bastidor único preparado para montaje con eje horizontal/vertical.

En el caso del Plugfan, éste deberá ser adecuado para operación mediante variador de frecuencia comandado por una señal analógica de 0 - 10 V. Además, el variador limitará la corriente de arranque del motor a un 120 % de la nominal. El variador tendrá protección térmica incorporada.

La electrónica del ventilador Plugfan con motor EC está integrada en el propio motor con rotor externo y deberá ser compatible con el sistema de gestión para obtener y controlar el giro del propio ventilador.

La instalación del ventilador dentro del climatizador intentará favorecer el paso del aire en todo su recorrido y colocar deflectores a 45° en aquellos tramos donde tengamos cambios de dirección a 90°. La zona de aspiración del ventilador ha de estar libre de elementos que interfieran la entrada de aire (perfiles de sujeción, otros elementos del climatizador, etc.) y se deberán mantener las distancias mínimas recomendadas por el fabricante del ventilador. En el caso de montar

ventiladores en paralelo se deberá colocar una separación en medio de los flujos de los ventiladores para evitar interferencias que afecten al rendimiento del sistema y dificulten la lectura de presión diferencial.

Las sondas de presión diferencial deben de estar calculadas correctamente en función del caudal previsto y el fabricante debe proporcionar los datos necesarios del ventilador para poder ajustar correctamente el caudal a partir de la lectura de la presión diferencial. La toma de presión (-) se tomará de la tobera de aspiración en el rodete del ventilador y la toma de presión (+) del plenum de aspiración, perpendicular al flujo de aire para evitar interferencias que puedan provocar errores de lectura

Además de las especificaciones anteriores, todos los tipos de ventiladores deben cumplir lo siguiente

- a) Bancada: Bancada metálica de chapa galvanizada, apoya sobre amortiguadores de vibración tipo muelle. Para los pequeños climatizadores, los amortiguadores podrán ser del tipo tacos de goma.
- b) Embocadura: La posición de descarga del ventilador puede ser horizontal frontal, vertical ascendente y vertical descendente. La conexión de la embocadura del ventilador a la envolvente se realizará con junta flexible.
- c) V.A.V.: Para los sistemas de Volumen de Aire Variable en ventiladores con correas o Plugfan, se emplearán variadores electrónicos de frecuencia, mandados por señal analógica de 0 - 10 V. Además, el variador limitará la corriente de arranque del motor a un 120 % de la nominal. El variador tendrá protección térmica incorporada.
- d) Distancias: La cámara del ventilador deberá dimensionarse de modo que el ventilador mantenga las distancias mínimas recomendadas por el fabricante de modo que se garantice el correcto funcionamiento del ventilador sin alterar las prestaciones nominales del mismo.

### **Compuertas**

La sección de compuertas sirve para regular la cantidad de aspiración, descarga y mezcla de aire. Las compuertas se construirán con lamas de chapa de acero galvanizada, de accionamiento opuesto, con perfil aerodinámico, cojinetes plásticos y bielas y accionamientos fuera del flujo del aire.

El accionamiento de las compuertas puede ser manual (para fijar en una posición) o motorizado (para regulación, con actuadores todo-nada o proporcionales). Los actuadores se instalarán en el interior del climatizador, y serán del par adecuado a la resistencia de las compuertas.

En climatizadores de intemperie, las compuertas de toma y descarga de aire se situarán en posición vertical (en los laterales del climatizador) para evitar entrada de agua en caso de lluvia. Para evitar cortocircuitos del aire, se instalarán en lados opuestos del climatizador. Incorporarán malla antipájaros y lamas exteriores con perfil antilluvia.

Las compuertas de aspiración y mezcla deberían estar preferentemente a 90 grados para optimizar el rendimiento de la sección de compuertas, consiguiendo una buena homogeneidad en la mezcla de aire.

Las compuertas deberán poder estar taradas para mantener un mínimo paso de aire. La posición de apertura de las compuertas deberá poder verse desde el exterior con un indicador mecánico.

Quando haya compuertas de regulación motorizadas, se deben seleccionar para que su característica de control sea lineal. La compuerta de regulación debe producir un incremento de presión equivalente a la diferencia de presión entre las cámaras de descarga y aire exterior, y deberá complementar a la compuerta de toma de aire exterior, para asegurar el caudal de aire constante a través del climatizador.

La velocidad de paso considerada como máxima para las compuertas es de 6m/s.

### **Baterías**

En la sección de baterías se produce el atemperamiento del aire, enfriándolo (por agua fría o expansión directa de refrigerante) o calentándolo (por agua caliente o resistencias eléctricas).

- a) Enfriamiento por agua:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de acero galvanizado. La batería incorporará purgador de aire y desagüe, conducido hasta bajante.

En la parte inferior de la batería se instalará una bandeja para recogida de condensados, construida en acero inoxidable, aislada interiormente con lámina asfáltica para evitar condensaciones en el exterior de la bandeja. No se aceptará la utilización de pintura asfáltica como aislante. La bandeja tendrá conexión para desagüe en su parte inferior. En grandes climatizadores, se instalará una bandeja de condensados adicional a media altura de la batería, para evitar el arrastre de condensados por el aire. La conexión de bandeja a desagües se realizará a través de un sifón. Las conexiones serán resistentes a la corrosión. La bandeja tendrá una pendiente mínima del 3 % hacia el desagüe, y la altura mínima del borde será de 5 cm.

La circulación de agua por la batería será a contracorriente respecto al flujo de aire, esto es, el agua entrará a la batería por la parte inferior de la última fila y saldrá por la parte superior de la primera fila.

Para garantizar un mínimo tiempo de contacto del aire con la batería, el número mínimo de filas de la batería será de 6.

Velocidad máxima de paso de aire por batería: 2,50 m/s

Presión de prueba: 30 kg/cm<sup>2</sup>

Presión de trabajo: 15 kg/cm<sup>2</sup>

Velocidad de agua en batería: 1,5 m/s

En el caso de un climatizador higiénico se deberá separar la batería de frío en dos baterías de 4 filas cada una (4+4).

b) Enfriamiento por expansión directa:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de cobre.

En la parte inferior de la batería se instalará una bandeja para recogida de condensados, construida en acero inoxidable, aislada interiormente con lámina asfáltica para evitar condensaciones en el exterior de la bandeja. No se aceptará la utilización de pintura asfáltica como aislante. La bandeja tendrá conexión para desagüe en su parte inferior. En grandes climatizadores, se instalará una bandeja de condensados adicional a media altura de la batería, para evitar el arrastre de condensados por el aire. La conexión de bandeja a desagües se realizará a través de un sifón. Las conexiones serán resistentes a la corrosión. La bandeja tendrá una pendiente mínima del 3 % hacia el desagüe, y la altura mínima del borde será de 5 cm.

Velocidad máxima de paso de aire por batería: 2,50 m/s

c) Calentamiento por agua:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de acero galvanizado. La batería incorporará purgador de aire y desagüe, conducido hasta bajante.

La circulación de agua por la batería será a contracorriente respecto al flujo de aire, esto es, el agua entrará a la batería por la parte inferior de la última fila, y saldrá por la parte superior de la primera fila.

Para garantizar un mínimo tiempo de contacto del aire con la batería, el número mínimo de filas será de 2.

Velocidad máxima de paso de aire por batería: 3,5 m/s

Presión de prueba: 30 kg/cm<sup>2</sup>

Presión de trabajo: 15 kg/cm<sup>2</sup>

Velocidad de agua en batería: 1,5 m/s

d) Calentamiento por resistencias eléctricas:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Resistencias monofásicas bajo tubo de acero y aletas acero galvanizado. Las resistencias estarán escalonadas en etapas, con un máximo de 5 kW por etapa. Esta batería incorporará un termostato de seguridad para limitar temperatura máxima de aire a 40 grados, y un interruptor de caudal para detectar la falta de circulación de aire.

Velocidad máxima de paso por batería: 3,5 m/s

**Filtros**

La sección de filtraje estará formada por módulos de dimensiones máximas 600x600 mm. Marco del módulo de acero galvanizado. Fijación al climatizador con sistema rápido (tipo clips) y con junta de estanqueidad para evitar by-pass de aire. El material de los filtros será no inflamable (clasificación M1). Los diferentes tipos de filtros que se pueden especificar son:

a) Prefiltros planos o en V:

Se utilizarán como prefiltros de otros filtros de más rendimiento.

|                   |   |
|-------------------|---|
| Material:         | Fibra de vidrio o sintética (lavable)                                       |
| Clase de filtro:  | EU4   |
| Rendimiento:      | 90 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm)<br>% polvo atmosférico |
| Pérdida de carga: | 50 - 100 Pa (limpio - sucio)  |

b) Filtros de bolsas:

Filtros de alta eficacia, con marco frontal y bolsas en V instaladas verticalmente.

|                   |  |
|-------------------|--|
| Material:         | Fibra de vidrio (desechable)   |
| Clase de filtro:  | EU7  |
| Rendimiento:      | 98 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm)<br>85 % polvo atmosférico |
| Pérdida de carga: | 150 - 300 Pa (limpio - sucio)  |

c) Filtros absolutos:

Filtros para aplicaciones especiales (laboratorios, quirófanos, salas blancas) de muy alta eficacia. Estos filtros se ensayarán individualmente y exhaustivamente para comprobar la calidad de su ejecución y su eficacia.

|                   |   |
|-------------------|---|
| Material:         | Fibra de vidrio con distanciadores de aluminio                                    |
| Clase de filtro:  | --  |
| Rendimiento:      | 99,99 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm)<br>-- % polvo atmosférico |
| Pérdida de carga: | 250 - 600 Pa (limpio - sucio)   |

d) Filtros de carbón activo:

Filtros específicos para la absorción de gases y olores presentes en el aire (SOx, NOx, etc.). Formado por gránulos de carbón activado alojados en paneles que se instalan horizontalmente en el filtro.

Uno de los paneles será registrable para realizar el análisis de colmatación del carbón activo en laboratorio, sin parar el sistema de filtrado.

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Material:         | Carbón activo |
| Pérdida de carga: | 100 Pa        |



Se instalarán prefiltros planos para proteger los de carbón activo, y post-filtros planos para captar los posibles gránulos de carbón activo que pudieran ser arrastrados por el aire.

### **Humectación**

La sección de humectación permite aumentar la humedad relativa del aire tratado hasta los niveles necesarios según el proyecto. En cualquier caso, precisará alimentación de corriente, toma de agua y desagüe. El humectador debe estar preparado para funcionar correctamente con agua corriente, sin ningún especial tratamiento. Existen dos posibles sistemas:

#### **a) Humectación celular:**

El aire pasa por paneles de celulosa saturados de agua, y absorbe parte de este agua en forma de vapor de agua. El sistema se compone de la bomba de circulación de agua, los paneles de celulosa y la cubeta de recogida de agua.

La bomba de circulación de agua se encuentra sumergida en la cubeta, en la que hay una alimentación de agua a través de una válvula de flotador. La cubeta incorporará un rebosadero y un grifo de vaciado, y estará construida en acero inoxidable y aislada con lámina asfáltica para evitar condensaciones en su parte exterior. La bomba impulsa el agua a los paneles de celulosa higroscópica, que están tratados con sales anti-incrustantes y que quedan saturados de agua. El agua sobrante de los paneles va a parar a la cubeta.

Con este sistema se garantiza un mínimo nivel de humedad, pero el aire se humecta siempre hasta su saturación. La humectación es adiabática, y el aire se enfría al captar humedad. El sistema de control es todo/nada, actuando sobre la bomba.

#### **b) Humectación por vapor:**

Es el sistema que se utilizará preferentemente.

En los humectadores de vapor se genera vapor de agua por calentamiento de un depósito de agua por resistencias eléctricas o por circulación de corriente eléctrica. El vapor de agua así generado es inyectado en el climatizador (o el conducto) a través de unas lanzas de inyección de vapor. La dimensión de las lanzas será tal que ocuparán al menos el 75 % de la dimensión horizontal del conducto en el que están instaladas.

La conexión del humectador a la lanza de inyección de vapor se realizará con manguera flexible especial para vapor (hasta 2 m de longitud) o con tubo de acero galvanizado aislado térmicamente, para distancias hasta 5 m. En ambos casos la conexión debe tener pendiente mínima de un 5 % hacia el humectador. Siempre que sea posible, se instalará el humectador por debajo de la lanza de vapor. Si no es posible, deberá preverse una evacuación adicional de agua en la conexión del humectador a la lanza de inyección.

Para garantizar una correcta absorción del vapor de agua en la corriente de aire, la lanza de vapor debe ser instalada en un tramo de climatizador o conducto recto y sin obstáculos, de un mínimo de 1 m (a partir de la posición de la lanza).

Si el humectador se encuentra en intemperie, deberá estar instalado en un armario metálico de protección.

Con este sistema se puede garantizar un nivel de humedad controlado. La humectación es prácticamente isotérmica. El control puede ser modulante del 0 al 100 %, o por etapas.

El sistema de control del humectador debe permitir, al menos, las siguientes señales de entrada: conexión/desconexión general y nivel de producción de vapor; y las siguientes señales de salida: humectación y avería general.

Se colocará una sonda limitadora de humedad en la impulsión para evitar que se sature el aire de impulsión y haya condensación en el conducto o climatizador.

En el caso de climatizadores higiénicos solamente se podrá utilizar la humectación por vapor.

### **Recuperación de calor**

Las secciones de recuperación de calor sirven para aprovechar parte de la energía del aire viciado que se descarga para precalentar o preenfriar el aire fresco de ventilación. Todos los recuperadores deben cumplir la directiva ErP vigente. Existen tres posibles sistemas:

#### **a) Recuperadores estáticos o de placas:**

Envolvente en acero galvanizado tipo sandwich, como el resto del climatizador. Bloque intercambiador en chapas de aluminio de 0,2 mm de espesor, espaciadas entre 3,0 y 8,0 mm. El flujo de aire debe ser cruzado. La velocidad máxima de paso de aire es 3,0 m/s. La presión máxima diferencial entre los dos flujos que debe poder soportar es 1.200 Pa. El rendimiento mínimo debe ser del 73 % del calor disponible en modo calor.

Opcionalmente, si el intercambiador realiza intercambio latente, deberá incorporar bandeja aislada de recogida de condensados y sifón para desagüe.

El climatizador debe incorporar un sistema para by-pasar el recuperador estático cuando no interese el intercambio de calor (por ejemplo, para realizar free-cooling).

**b) Recuperadores rotativos o entálpicos:**

Envolvente en acero galvanizado tipo sándwich, como el resto del climatizador. Rueda intercambiadora formada por chapas de aluminio tipo nido de abeja. El flujo de aire debe ser cruzado. El rendimiento mínimo debe ser del 73 % del calor disponible en modo calor.

La rueda intercambiadora gira accionada por un motor eléctrico, de velocidad variable, para controlar la capacidad de intercambio de la rueda.

El intercambiador dispondrá de una bandeja aislada de recogida de condensados y sifón para desagüe, así como una purga de aire en el lado de extracción para minimizar en lo posible la entrada de contaminantes en el aire nuevo.

**c) Recuperadores por baterías:**

Sistema de recuperación de calor basado en la instalación de una batería de intercambio en cada uno de los flujos de aire, y circulación de agua-glycol entre ambas baterías.

Las baterías de recuperación serán de la misma construcción que las baterías principales de intercambio agua-aire. El circuito hidráulico de conexión de las baterías comprenderá las tuberías de interconexión (en acero negro estirado aislado), la bomba de circulación, purga manual, llenado del circuito, grifo de vaciado, válvula de seguridad, vaso de expansión, manómetro, válvulas de corte en baterías y bomba, y válvula de tres vías de regulación.

El control del funcionamiento y capacidad del conjunto se realizará modulando sobre la válvula de tres vías. El rendimiento mínimo debe ser del 68 % del calor total disponible.

En las baterías de recuperación que pueda haber condensados se instalará una bandeja aislada para recogida de los mismos, y sifón para desagüe.

**Silenciadores**

El ruido generado por los ventiladores del climatizador y por otros elementos del mismo se transmite de dos modos al exterior:

**Radiante:** Las ondas sonoras son radiadas al exterior a través de la envolvente del climatizador. El ruido radiante se reduce con el aislamiento térmico-acústico de las paredes de la envolvente del climatizador.

**En conducto:** Las ondas sonoras son transportadas en el aire de climatización. Para reducir este ruido, se pueden instalar silenciadores de aire en los climatizadores.

Los silenciadores estarán formados por paneles con marco de chapa de acero galvanizada y rellenos de lana mineral con un velo de fibra de vidrio para impedir el arrastre de partículas (abrasión) y evitar que sea afectado por variaciones de humedad. El material del silenciador será incombustible. El conjunto de paneles formará una sección uniforme con una envolvente de acero galvanizada.

El silenciador puede ir instalado en el conducto, y en este caso irá convenientemente aislado como el resto del conducto. También puede estar alojado en el climatizador, dentro de una sección del mismo.

El nivel de atenuación del silenciador será el indicado en el proyecto, con un mínimo de 20 dB a 250 Hz. La máxima pérdida de carga admisible es de 60 Pa.

**Instalación eléctrica**

Se realizará con cable tipo RZ 0,6/1 kV, manguera, continuo desde el cuadro eléctrico hasta el elemento alimentado. La canalización será bajo tubo o bandeja. La conexión final a la unidad se realizará con tubo aislante flexible reforzado (IP67) y racord de conexión.

En climatizadores medianos y grandes, se instalará un interruptor de seccionamiento de seguridad, para cada acometida eléctrica, colocado en el propio climatizador, para realizar operaciones de mantenimiento en el climatizador.

Cuando los climatizadores se instalen en intemperie, se conectarán a la red de protección contra descargas atmosféricas del edificio, a base de cable de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

### **Instalación de control**

Los diferentes elementos captadores (sondas) y actuadores se instalarán en el climatizador de modo que no provoquen puentes térmicos.

Las sondas de humedad, temperatura y presión deben penetrar en el climatizador al menos un 25 % de la dimensión lateral del mismo, para poder medir valores significativos.

En el caso de un climatizador tipo V.A.V. en el que se instale una sonda de temperatura en la batería de frío y antes de la batería de calor, se deberá espaciar ambas baterías al menos 20 cm, para garantizar que la lectura de temperatura de frío no está afectada por la radiación de la batería de calor.

La instalación de los diferentes elementos se realizará de acuerdo con sus especificaciones. En el caso de climatizadores en intemperie, los elementos deberán estar adecuadamente protegidos.

### **Equipos que incorporan el control desde fábrica (plug & play)**

Los equipos que incorporen el control dentro del suministro del fabricante del climatizador, incluirá la totalidad de las sondas y actuadores indicadas en los planos, esquemas y fichas técnicas, los controladores, cableado y protecciones, así como se suministraran con las programaciones realizadas desde fábrica. El fabricante del climatizador deberá incluir la puesta en marcha en obra, para realizar todos los ajustes necesarios en obra, sin límite de visitas.

La integración de estos controladores con el control general del edificio se realizará con todo el soporte del fabricante del climatizador, facilitando este el mapeado del bus y toda la información necesaria para que el integrador general pueda comunicar correctamente con los diferentes climatizadores, modificar consignas, horarios, recoger alarmas, puntos de trabajo, históricos, etc. En caso de ser necesaria asistencia en obra para la comprobación conjunta de la comunicación entre climatizadores y sistema de gestión general, se realizaran todas las visitas necesarias a obra, considerando este apartado como puesta en marcha en obra, hasta que el funcionamiento global del sistema sea el óptimo.

Por cada climatizador se incluirá cableado de control de forma que se pueda parar el funcionamiento de los ventiladores directamente desde la instalación de detección de incendios, mediante contacto libre de tensión (abierto ventiladores parados).

### **Equipos que incorporan las protecciones eléctricas desde fábrica (plug & play)**

Los equipos que incorporen las protecciones eléctricas dentro del alcance del suministro del fabricante del climatizador, estas se dispondrán dentro de armario o cofret, del tipo superficie o integrado en las paredes del equipo y cumpliendo con grado de estanqueidad IP55. Estas protecciones cumplirán la normativa de aplicación y se seleccionaran para un poder de corte mínimo de 10 kA. En el caso de incorporar variadores de frecuencia, estos se instalaran de manera que el grado de estanqueidad sea equivalente al indicado para el cofret, así como el cableado entre los variadores de frecuencia y los ventiladores será del tipo apantallado con las mallas a tierra en los extremos para evitar interferencias de armónicos.

### **Repuestos**

Con la recepción de la instalación se proporcionará a la Propiedad los siguientes repuestos, para cada climatizador, y perfectamente referenciados:

- a) Un juego completo de filtros de cada ventilador
- b) Un juego completo de correas para cada ventilador

### **Selección y fabricación del climatizador**

Los ventiladores se seleccionarán para proporcionar el caudal y presión disponible necesaria considerando los filtros sucios al 75 %.

Antes de confirmar el pedido y la construcción de los climatizadores, el Instalador remitirá a la Dirección Facultativa la ficha de características completas del climatizador, para ser revisada y aprobada.

Esta ficha deberá incluir, al menos, los siguientes datos:

- a) Marca y modelo de ventiladores, curvas de selección, presiones, caudales, nivel sonoro, rendimientos.
- b) Cálculo y dimensionamiento de baterías.
- c) Características de filtros, silenciadores y demás elementos.
- d) Características constructivas y dimensionales: cerramientos, dimensiones, pesos, etc.
- e) Tamaño de las conexiones para conductos.
- f) Plazo de fabricación y entrega.

Antes de enviar los climatizadores fabricados a obra, el Instalador informará a la Dirección Facultativa de su disponibilidad, por si la Dirección Facultativa desea probar el rendimiento de los climatizadores en el taller de fabricación.

#### **Instalación, bancada y apoyos**

Los climatizadores se deberán instalar correctamente en las zonas previstas en proyecto, permitiendo espacio suficiente para acceso y mantenimiento general de la unidad.

El climatizador se instalará sobre una bancada, que podrá ser de hormigón o metálica.

La bancada de inercia de hormigón será la normalmente empleada, tendrá un canto mínimo de 10 cm, y se apoyará elásticamente sobre el forjado, a través de lámina de corcho.

Cuando no pueda emplearse este sistema, se preverán bancadas metálicas formadas por vigas de canto adecuado al peso del climatizador, y con apoyos elásticos (como pastillas de neopreno).

#### **Desagües**

Los sifones y desagües se conducirán hasta la red de bajantes del edificio, preferentemente a bajantes pluviales, para evitar la posibilidad de desifonajes y malos olores. Se conectarán de modo discontinuo, para que pueda observarse a simple vista si se está produciendo condensados o no. El diámetro de las tuberías de desagües dependerá de las dimensiones del climatizador y de la batería.

El sifón de desagüe debe llenarse de agua antes de la puesta en marcha de la instalación y después de paradas prolongadas.

#### **Conexión de tuberías y conductos**

La conexión de tuberías a las baterías debe hacerse poniendo especial cuidado en no obstaculizar el acceso a otras secciones del climatizador (puertas de acceso).

La conexión de los conductos al climatizador debe realizarse con una conexión flexible para evitar transmitir vibraciones. Esta embocadura flexible debe estar también aislada térmicamente.

#### **Protección contra heladas**

Si el climatizador está instalado en intemperie y en climas muy fríos, deben tomarse medidas especiales para evitar el riesgo de heladas:

- a) Deberán aislarse térmicamente los sifones de desagüe.
- b) Deberán vaciarse aquellas baterías que tengan un funcionamiento estacional y no se utilicen en invierno. Si esto no es posible, deberá contemplarse la posibilidad de hacer circular el agua de estas baterías cuando hay riesgo de congelación.
- c) Deberán adoptarse medidas para cerrar las tomas de descarga y aire exterior cuando el climatizador esté parado. Si las compuertas de aire exterior están motorizadas, se programarán para estar cerradas cuando el climatizador esté parado. Si son compuertas

manuales y fijas, se dispondrán compuertas de sobrepresión adicionales, que cierren cuando no haya paso de aire.

d) Se instalarán resistencias eléctricas en las cubetas de los humectadores celulares.

Además, deberá cumplir con la norma EN-1886:2007 y UNE 100180:2004

#### **2.7.4. SISTEMA DE CONTROL EN LAS UNIDADES CLIMATIZADORAS EN LOS SISTEMAS DE GESTION GENERALES**

Para la puesta en marcha automática de la unidad climatizadora se utilizará un programa de arranque óptimo, que fije el tiempo de arranque en base a las condiciones térmicas exteriores al edificio, a los datos históricos (datos históricos almacenados) y el horario programado.

El sistema de gestión controlará y evitará que se pongan en funcionamiento o paren los ventiladores de impulsión y retorno de unidad climatizadora, al mismo tiempo

Las unidades climatizadoras funcionarán normalmente según horario programado, que podrá ser cambiado por el operador del sistema.

Si la temperatura de la sala, sonda ambiente (TAI) o sonda en retorno de aire (TAC), es superior (verano) o inferior (invierno) al punto de consigna a la hora óptima de arranque calculada, el climatizador funcionará en modo de “puesta a régimen” hasta que se alcance el punto de consigna o que llegue la hora de ocupación (lo que ocurra antes). La modalidad de “puesta a régimen” también se mantendrá durante las horas de no ocupación, si la temperatura de la sala cae por debajo de los 15°C.

Al parar la unidad climatizadora, se desconectarán eléctricamente los motores de los ventiladores, el recuperador de energía (entálpico) y el humectador, se cerrarán las válvulas de regulación en los circuitos de agua fría y caliente y también se cerrarán las compuertas de salida de aire, bypass de aire y entrada de aire.

Se utilizará la información de temperatura, humedad relativa y calidad de aire, obtenida a partir de cualquiera de las sondas exteriores (TAE), (HRE) y (CO2), instaladas en el conducto de aportación de aire o entrada de aire a la sala de climatizadores, para todas las unidades climatizadoras de la sala.

Las alarmas se generarán a partir de las siguientes situaciones:

- Cuando se detecta un valor que exceda de los límites prefijados.
- Cuando exista lectura directa de un valor que indica anomalía mediante entrada digital.
- Cuando exista una disfunción entre la orden de marcha y el estado correspondiente de un dispositivo.
- Cuando es secuencia lógica de una secuencia de programación donde participan varios parámetros.

Las alarmas se reflejarán en las estaciones de trabajo mediante cambios de color en los iconos de alarma. Las alarmas se archivarán en un fichero de disco en la unidad central.

Las alarmas se clasificarán por tres niveles según su importancia dependiendo del nivel, se podrá elegir donde se reflejan y como se archivan.

Los equipos que incorporen el control dentro del suministro del fabricante del climatizador, incluirá la totalidad de las sondas y actuadores indicadas en los planos, esquemas y fichas técnicas, los controladores, cableado y protecciones, se suministrarán con las programaciones realizadas desde fábrica. El fabricante del climatizador deberá incluir la puesta en marcha en obra, para realizar todos los ajustes necesarios en obra, sin límite de visitas.

La integración de estos controladores con el control general del edificio se realizará con todo el soporte del fabricante del climatizador, facilitando este el mapeado del bus y toda la información necesaria para que el integrador general pueda comunicar correctamente con los diferentes climatizadores, modificar consignas, horarios, recoger alarmas, puntos de trabajo, históricos, etc. En caso de ser necesaria asistencia en obra para la comprobación conjunta de la comunicación entre climatizadores y sistema de gestión general, se realizarán todas las visitas necesarias a obra, considerando este apartado como puesta en marcha en obra, hasta que el funcionamiento global del sistema sea el óptimo.

## 2.7.4.2. CAUDAL DE AIRE

### 2.7.4.2.1. VENTILADORES

Los interruptores, para el paro o la puesta en marcha de las unidades climatizadoras (ventiladores), situados en el cuadro eléctrico de climatización de la zona tendrán tres posiciones LOCAL (MANUAL), PARO, DISTANCIA (AUTOMÁTICO), las cuales tendrán las siguientes funciones:

- LOCAL: Los ventiladores se pararán o pondrán en funcionamiento desde el cuadro eléctrico de climatización.
- PARO: Los ventiladores están parados y no se pueden poner en funcionamiento, bajo ningún concepto.
- DISTANCIA: Los ventiladores se pararán o pondrán en funcionamiento desde el sistema de gestión centralizada.

El paro o la puesta en marcha de los ventiladores de impulsión y retorno de aire de la unidad climatizadora se realiza a través de los contactores (CONT), variadores de frecuencia, o directamente para el caso de los motores EC.

Para registrar las acciones de los ventiladores con contactor se establecerá un registro horario para mantenimiento mediante los contactos auxiliares respectivos (EST) y una alarma por disparo del térmico en caso de sobre intensidad en el motor (ESTT).

Para registrar las acciones de ventiladores con variador de frecuencia o ventiladores EC se integrarán (INT) mediante protocolo a BMS las señales detalladas en proyecto.

Si se decide no integrar a BMS todas las señales, se establecerá un registro mediante los datos a integrar del variador (INT) y de alarma (AL).

Los ventiladores para impulsión y retorno de aire dispondrán de tomas de presión, para determinar el caudal de aire en que trabajan.

Las sondas de presión diferencial de aire (SPDA), estarán instaladas junto a los ventiladores de las unidades climatizadoras y conectadas a las tomas de presión previstas por los fabricantes de las unidades ventiladoras.

El sistema de gestión calculará e indicará el caudal de aire del ventilador en función de la presión diferencial medida por la sonda (SPDA), según la siguiente fórmula:

$$Q_v = K \cdot \sqrt{\frac{2}{d} \cdot \Delta p} \quad \text{donde}$$

$Q_v$  = Caudal de aire en m<sup>3</sup>/h

$K$  = Factor de calibración m<sup>2</sup>s/h

$d$  = Densidad del aire Kg/m<sup>3</sup>

$\Delta p$  = Presión diferencial en tobera pa.

Esta fórmula puede ser modificada según las características del ventilador indicadas por el fabricante.

### 2.7.4.2.2. SISTEMAS DE VOLUMEN DE AIRE CONSTANTE

En los sistemas de caudal de aire constante, las sondas de presión diferencial de aire del ventilador (SPDA), actuarán sobre el variador de frecuencia del motor del ventilador o sobre el ventilador EC, para mantener el caudal de aire previsto, evitando su disminución según el ensuciamiento de los filtros de aire de la unidad climatizadora (UTA). Estos valores serán transmitidos al sistema de gestión del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichos caudales de aire.

### 2.7.4.2.3. SISTEMAS DE VOLUMEN DE AIRE VARIABLE.

En los sistemas de volumen de aire variable, el sistema determinará el caudal de aire necesario, según las necesidades térmicas del edificio para cada uno de los ventiladores de la unidad climatizadora (UTA). Estos valores serán transmitidos al sistema de gestión de edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichos caudales de aire.



Existen dos sistemas principales de caudal variable: por presión o por temperatura

- **Por presión:** Este sistema se basa en la instalación de compuertas de caudal variable que modulan el caudal en función de una consigna externa. En el climatizador se instala una sonda de presión absoluta (PACA) para leer estas variaciones y ajustar la velocidad. Este ajuste se detalla en apartados posteriores.
- **Por temperatura:** El climatizador regula la velocidad del ventilador mediante lazo con la sonda de temperatura en el conducto de retorno. Se establecerá el caudal mínimo/máximo a impulsar para un correcto funcionamiento y comportamiento de los elementos de difusión terminales.

### 2.7.4.3. FILTROS DE AIRE

#### 2.7.4.3.1. PRESOSTATOS

Los presostatos de presión diferencial filtros de aire (PSCD), estarán instaladas en la unidad climatizadora, en cada una de las secciones de filtros de la unidad y servirán para detectar el ensuciamiento de estos filtros, cuando su grado de ensuciamiento es elevado, se generará una alarma (filtro colmatado), para que se proceda a su sustitución.

Se instalarán presostatos diferencial de aire en los filtros de aire (PSCD) de la unidad climatizadora (UTA) y servirán como lectura del aumento de presión por ensuciamiento de estos filtros, cuando su grado de ensuciamiento sea elevado, se generará una alarma (filtro colmatado), para que se proceda a su sustitución, los valores del aumento de presión, serán transmitidos al sistema de gestión centralizado del edificio, para cada una de las secciones de filtros de la unidad climatizadora (UTA), se establecerá un registro histórico diario de dichas pérdidas de presión.

Pérdida de presión recomendada, a filtro limpio y filtro colmatado (máxima permitida), según diferentes tipos de filtros. Estas pérdidas de presión pueden variar según el fabricante de filtros

| Tipo de filtro | Pérdida de presión |                  |
|----------------|--------------------|------------------|
|                | Filtro Limpio      | Filtro Colmatado |
| G4             | 60 Pa              | 150 Pa           |
| F-5            | 70 Pa              | 200 Pa           |
| F-6            | 100 Pa             | 200 Pa           |
| F-7            | 110 Pa             | 200 Pa           |
| F-8            | 130 Pa             | 300 Pa           |
| F-9            | 160 Pa             | 300 Pa           |

Para que el Sistema considere la alarma de colmatación de filtro, deberá recibirse de manera continuada durante 5 minutos. Una vez activada se mantendrá así hasta que el climatizador se pare, así que se evitarán repetidas alarmas durante el funcionamiento del climatizador. Este bucle de regulación funciona exclusivamente si el climatizador tiene la orden de marcha (horario o mediante instrucción manual desde el Sistema de Gestión) y se encuentra en funcionamiento.

#### 2.7.4.3.2. SONDA DE PRESIÓN DIFERENCIAL

En los filtros absolutos se instalará una sonda de presión diferencial que indicará el nivel de obturación a través de una señal analógica 0-10v.

#### **2.7.4.4. CONTROL DE PRESIÓN**

##### **2.7.4.4.1. SONDAS DE PRESIÓN ABSOLUTA (SISTEMAS DE VOLUMEN VARIABLE)**

Las sondas de presión absoluta, estarán instaladas en el conducto (PACA) de impulsión de aire junto a la unidad climatizadora (UTA) y servirán como lectura de la presión en el sistema de distribución de aire, en el sistema de gestión centralizado del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dicha presión.

Cuando la presión en el sistema de distribución de aire aumente o disminuya (debido a la variación en la cantidad de aire que dejan pasar las compuertas), se comparará esta presión con la predeterminada en el punto de consigna, si se crea un aumento o disminución de la presión, se transmitirá mediante salida analógica al variador de frecuencia, en forma de variación de tensión de 0...10 Voltios modulando la velocidad de giro del ventilador para asegurar la presión predeterminada.

La presión en las sondas (PACA) se ajustará, según las pérdidas de presión finales de la red de conductos y elementos singulares del sistema, determinadas con el caudal de aire nominal del sistema.

Esta sonda se instalará en conducto a 2 metros de distancia del climatizador. La instalación se deberá hacer en un tramo recto con una distancia previa a la sonda de 1,5 metros de manera que la distribución del aire dentro el conducto sea lo más estable posible.

##### **2.7.4.4.2. SONDAS DE VELOCIDAD DE AIRE**

La sonda de velocidad de aire (VELA) instalada en el conducto de impulsión se utiliza para mantener el caudal de aire constante en la red cuando los filtros absolutos situados en los elementos terminales se van colmatando, mediante la modulación del ventilador.

Por otra parte, también se utilizan sondas de velocidad de aire para el control del caudal de aire exterior en las UTAS. En este caso las sondas solamente son informativas.

##### **2.7.4.4.3. SONDAS DE PRESIÓN DIFERENCIAL EN SALAS**

Para mantener la presión diferencial positiva/negativa entre espacios, se instalará una sonda de presión diferencial entre ambos espacios.

En caso que la presión deseada sea positiva se debe modular la velocidad del ventilador de retorno para asegurar el valor deseado. Esto se puede llevar a cabo mediante un lazo PID con el ventilador de retorno. El caudal de impulsión se mantiene totalmente fijo.

En caso de precisar una presión negativa respecto el espacio colindante, será el ventilador de extracción/retorno el que se mantendrá fijo y se adaptará el caudal de impulsión para conseguir la depresión necesaria en la sala.

#### **2.7.4.5. RECUPERADORES DE ENERGÍA**

Los recuperadores de energía sirven para traspasar la energía frigorífica y calorífica del aire de extracción evacuado al exterior de los locales climatizados, al aire tomado del exterior.

##### **2.7.4.5.1. TIPO DE RECUPERADORES**

Los recuperadores pueden estar dimensionados para el 100% del caudal del climatizador (como es el caso del de aire primario) o para únicamente el caudal de ventilación. Existen diferentes tipos de recuperadores y cada uno tiene características diferentes.

- **Recuperadores de energía estáticos:** Los recuperadores de energía estáticos, sirven para recuperar del aire de extracción, el calor sensible (refrigeración) y energía calorífica (calefacción), no necesitan suministros adicionales de energía (electricidad) para su funcionamiento. Normalmente están instalados en la unidad climatizadora (UTA), formando un solo conjunto. Las sondas de temperatura (TAE), (TAC) y (TAI), estarán instaladas en el conducto de toma de aire exterior, en el conducto de retorno de aire, junto a la unidad climatizadora (UTA) o en el ambiente del local y servirán como lectura de las temperaturas exteriores, de retorno de aire o de ambiente, en el sistema de gestión centralizada del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichas temperaturas. También se instalará una sonda de temperatura a la salida del recuperador para conocer su eficiencia.

- **Recuperadores de energía entálpicos:** Los recuperadores de energía entálpicos, sirven para recuperar del aire de extracción, el calor sensible el calor latente (refrigeración) y la energía calorífica (calefacción), para su funcionamiento hay que suministrarle los siguientes elementos:

- Potencia eléctrica
- Señal de control (mediante variador o contactor)
- Estados de alarma

Los recuperadores con rueda variable contienen un variador de frecuencia que modula la velocidad de la rueda en función del desvío entre la temperatura exterior y la deseada en el conducto de impulsión. Cuanto más alejado esté del punto de consigna, más energía se deberá recuperar. De esta manera se intenta minimizar la demanda energética en las válvulas de frío o calor.

Normalmente están instalados en la unidad climatizadora (UTA), formando un solo conjunto. Las sondas de temperatura y humedad relativa (TAE), (TAC), (HRC) o (TAI), (HRI) estarán instaladas en el conducto de toma de aire exterior, en el conducto de retorno de aire, junto a la unidad climatizadora (UTA) o en el ambiente del local y servirán como lectura de las temperaturas y humedades relativas exteriores, de retorno de aire o ambiente, en el sistema de gestión centralizada del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichas temperaturas y humedades.

#### 2.7.4.5.2. HUMECTADORES ADIABÁTICOS

Si se especifica en proyecto los humectadores adiabáticos pueden estar instalados en el retorno o extracción de aire para mejorar la eficiencia del recuperador.

Para el funcionamiento de los humectadores adiabáticos hay que suministrar los siguientes elementos:

- Potencia eléctrica.
- Gestión de alarmas.
- Orden de marcha.
- Señal de control.
- Estado de funcionamiento del humectador.

Los humectadores (grupos electro-bombas) estarán en funcionamiento, durante los periodos de recuperación de energía (recuperadores estáticos) cuando no se realice la acción de recuperación de energía los humectadores (grupo electro-bomba) permanecerán apagados.

#### 2.7.4.5.3. MODO DE FUNCIONAMIENTO RECUPERADORES

El recuperador debe ser capaz de optimizar el ahorro energético sobre el aire exterior entrante en el climatizador de manera que la potencia necesaria en las baterías de frío y calor en cada momento sea mínima. Para ello, se debe adecuar el funcionamiento según si se debe recuperar energía o utilizar compuertas que permitan el "by-pass" del recuperador e introducirlo directamente a las baterías, sin pasar por el recuperador. Para gestionar esta estrategia, se disponen de tres modos de funcionamiento que se detallan a continuación y los cuales están definidos en la documentación de los climatizadores:

##### **Por temperatura seca: Sensible**

Existirá recuperación de energía cuando se cumplan las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} \text{Modo refrigeración: Si } & \left\{ \begin{array}{l} \text{Temperatura aire exterior} > \text{Temperatura consigna aire impulsión} \\ \text{Temperatura aire exterior} + 1^{\circ}\text{C} > \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{array} \right. \\ \text{Modo calefacción: Si } & \left\{ \begin{array}{l} \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura aire consigna impulsión} \\ \text{Temperatura aire exterior} - 1^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se eliminará la acción de recuperación de energía, mediante la actuación sobre las compuertas de aire, "by-pasando" todo el aire, es decir el

aire de extracción será enviado al exterior sin pasar por el recuperador de energía y se introducirá aire fresco sin ser pre-calentado o pre-enfriado.

#### **Por temperatura y humedad: Entálpico**

Existirá recuperación de energía, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} \text{Modo refrigeración: Si } & \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right. \\ \text{Modo calefacción: Si } & \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía consigna impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Las correspondientes entalpías se calcularán a partir de las señales de la sonda de temperatura y la de humedad relativa.

Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se eliminará la acción de recuperación de energía, mediante la actuación sobre las compuertas de aire, by-pasando todo el aire, es decir el aire de extracción será enviado al exterior sin pasar por el recuperador de energía y se introducirá aire fresco sin ser pre-calentado o pre-enfriado.

#### **Por temperatura y humedad: Entálpico mejorado**

El control entalpía mejorado permite optimizar el control entálpico mediante restricciones en la temperatura seca exterior, que en casos con climas secos puede tener entalpías muy pequeñas para temperaturas muy altas.

Por consiguiente, existirá recuperación de energía, cuando se cumplan las siguientes condiciones (que resultan iguales que en el caso anterior, pero incluyendo la restricción de la temperatura seca):

$$\begin{aligned} \text{Modo refrigeración: Si } & \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right. \\ \text{Modo calefacción: Si } & \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right. \\ & \text{Si } \{ \text{Temperatura exterior} > \text{Temperatura retorno o ambiente} \} \end{aligned}$$

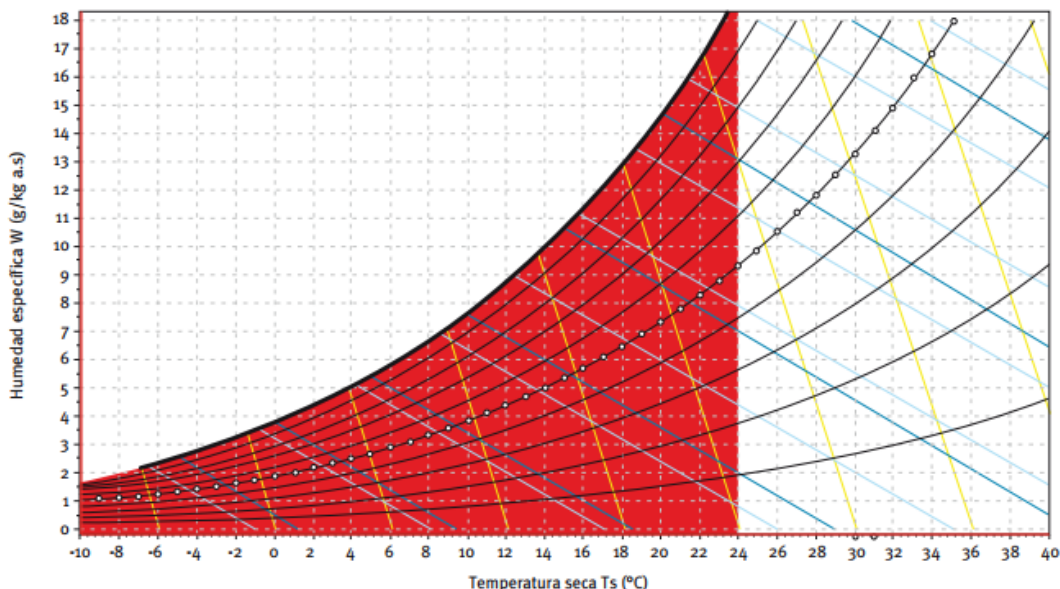
Las correspondientes entalpías se calcularán a partir de las señales de la sonda de temperatura y la de humedad relativa.

Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se eliminará la acción de recuperación de energía, mediante la actuación sobre las compuertas de aire, by-pasando todo el aire, es decir el aire de extracción será enviado al exterior sin pasar por el recuperador de energía y se introducirá aire fresco sin ser pre-calentado o pre-enfriado.

#### **2.7.4.6. FREE COOLING**

Por su parte, el free-cooling, que representa el proceso opuesto a la recuperación de calor, ahorra energía mediante la introducción de aire exterior cuando sus condiciones son favorables para el ahorro en refrigeración. Por consiguiente, los climatizadores con recirculación de aire deberán funcionar de la siguiente manera:

**Free-cooling por control por temperatura:** Este modo compara únicamente la temperatura seca exterior con la temperatura de retorno o aire ambiente. El siguiente gráfico muestra en rojo las condiciones del aire exterior que se podrán aprovechar mediante este control.



Fuente: IDAE. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización

El control de un sistema basado en la comparación de temperaturas es el siguiente:

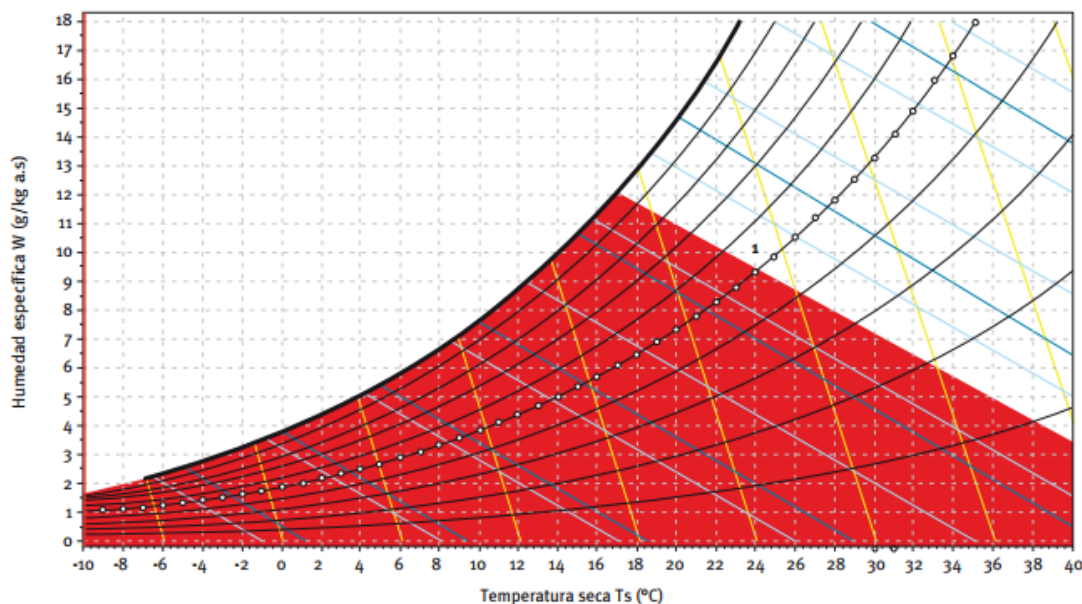
- 1) Si  $\begin{cases} \text{Temperatura aire exterior} > \text{Temperatura consigna aire impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{cases}$

**Abren compuertas aire exterior al 100%. La válvula de frío ajusta temperatura de consigna de impulsión.**

- 2) Si  $\begin{cases} \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura consigna aire impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{cases}$

**Se cierra la válvula de frío. Abre la compuerta de aportación de aire exterior y la de extracción de aire proporcionalmente; cierra, también de manera proporcional, la compuerta de recirculación para dejar entrar el aire exacto para mezclar aire fresco y retorno hasta que la lectura de la temperatura en conducto de impulsión es igual a la consigna.**

**Free-cooling por control por entalpía:** Este modo compara la entalpía exterior con la entalpía de retorno o aire ambiente (ambas entalpías se calculan a partir de la sonda de humedad y temperatura). El siguiente gráfico muestra en rojo las condiciones del aire exterior que se podrán aprovechar mediante este control.



Fuente: IDAE. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización

El control de un sistema basado en la comparación de entalpías es el siguiente:

$$\text{Si } \begin{cases} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{cases}$$

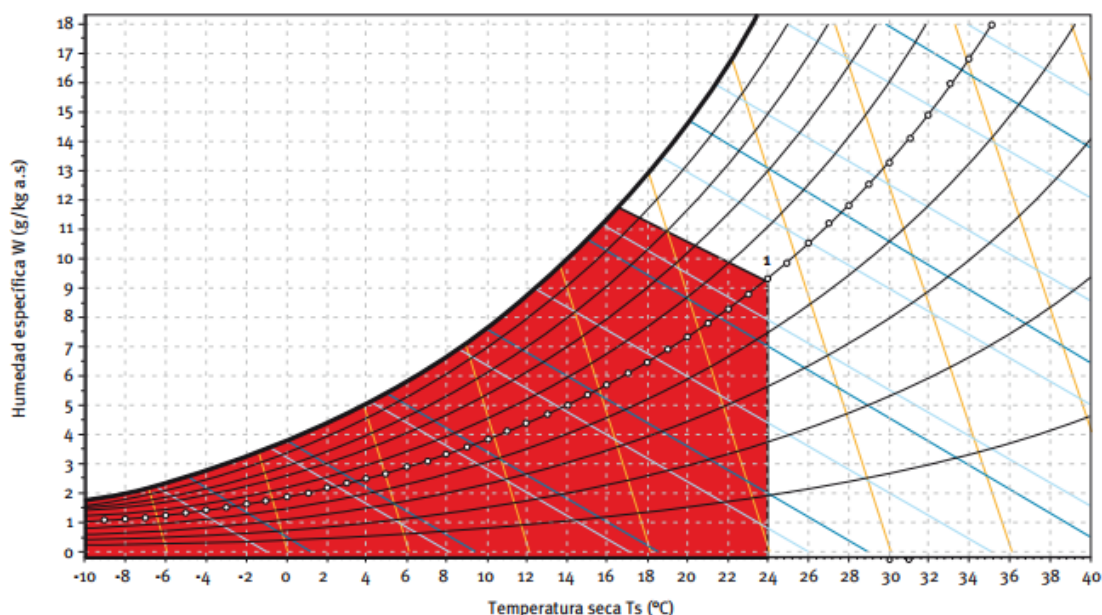
**Abren compuertas aire exterior al 100%. La válvula de frío ajusta temperatura de consigna de impulsión**

$$\text{Si } \begin{cases} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{cases}$$

**Se cierra la válvula de frío. Abre la compuerta de aportación de aire exterior y la de extracción de aire proporcionalmente; cierra, también de manera proporcional, la compuerta de recirculación para dejar entrar el aire exacto para mezclar aire fresco y retorno hasta que la lectura de la temperatura en conducto de impulsión es igual a la consigna.**

**Free-cooling por control por entalpía mejorado:** Este modo compara la entalpía exterior con la entalpía de retorno o aire ambiente (ambas entalpías se calculan a partir de la sonda de humedad y temperatura) y le añade la restricción por temperatura seca. El siguiente gráfico muestra las condiciones del aire exterior que se podrán aprovechar mediante este control.





Fuente: IDAE. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización

El control de un sistema basado en la comparación de entalpías y temperaturas es el siguiente:

Si {  
Entalpía exterior > Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión  
y  
Entalpía exterior > Entalpía retorno o ambiente  
y  
Temperatura exterior < Temperatura retorno o ambiente

**Abren compuertas aire exterior al 100%. La válvula de frío ajusta temperatura de consigna de impulsión**

Si {  
Entalpía exterior < Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión  
y  
Entalpía exterior < Entalpía retorno o ambiente  
y  
Temperatura exterior < Temperatura retorno o ambiente

**Se cierra la válvula de frío. Abre la compuerta de aportación de aire exterior y la de extracción de aire proporcionalmente; cierra, también de manera proporcional, la compuerta de recirculación para dejar entrar el aire exacto para mezclar aire fresco y retorno hasta que la lectura de la temperatura en conducto de impulsión es igual a la consigna.**

#### 2.7.4.7. CONTROL DE TEMPERATURA DE IMPULSIÓN

##### 2.7.4.7.1. CONTROL DE TEMPERATURA DE IMPULSIÓN CLIMATIZADORES CAUDAL CONSTANTE

Para el control de temperatura de impulsión se necesitan 2 sondas de temperatura de aire: Una en el conducto de retorno de aire (TAC) o en el ambiente del local a climatizar (TAI), y la otra en el conducto de impulsión (TAC).

*(Cuando la sonda de temperatura esté instalada en el conducto de retorno de aire, en la puesta en marcha hay que comprobar la desviación (+/-) de temperatura, que existe entre el ambiente y el conducto de aire, para fijar el punto de consigna de temperatura)*

El control de temperatura se vertebrará sobre **un lazo de control en cascada de temperatura ambiente o retorno vs temperatura de impulsión**: A partir de la lectura efectuada en la sonda de retorno o ambiente se calculará la temperatura de consigna en la impulsión de manera que el aire impulsado mantenga unas condiciones estables y se eviten grandes oscilaciones de temperatura. Es decir, en función de cuán lejos esté la lectura de la sonda de retorno o ambiente de la consigna deseada se ajustará grado a grado la temperatura de impulsión.

Por su parte, la sonda de temperatura en el conducto de impulsión tiene la siguientes funciones: indicar la temperatura de impulsión del aire en la salida de la de la unidad climatizadora, ajusta la

posición de la válvula de frío/calor y, a su vez, sirve como limitación de la temperatura de impulsión (valor predeterminado en la ficha técnica de climatizadores). Es decir, cuando exista demanda de refrigeración o calefacción detectada por la sonda de retorno o ambiente, se calculará la temperatura de consigna de impulsión, y será la sonda de temperatura de impulsión la que transmitirá una salida analógica en forma de variación de tensión de 0-10V que abrirá o cerrará las válvulas de control de frío/calor mediante lazos PID. De esta manera se intenta conseguir una mayor estabilidad en la temperatura de impulsión.

**Modo frío:** Cuando la temperatura detectada por la sonda de retorno o ambiente (TAC) o (TAI), está por encima de la temperatura fijada en el punto de consigna (valor predeterminado en proyecto), se calculará la temperatura de impulsión que ajustará la posición de la válvula.

En caso que el climatizador no disponga de una batería de post-calentamiento, se podría dar el caso que, al impulsar a temperaturas elevadas, la humedad relativa interior aumente. Para controlar que este incremento de humedad no supere el  $60\% \pm 5\%$ , se asegurará que una vez la sonda de humedad relativa situada en el conducto de retorno alcance este nivel de humedad, la temperatura de impulsión baje progresivamente hasta la consigna límite inferior con el objetivo de alcanzar una humedad relativa interior del  $55\% \pm 5\%$ . Posteriormente, ya dentro de este rango, se volverá a calcular la temperatura de impulsión necesaria.

**Modo calor:** Cuando la temperatura detectada por la sonda de retorno o ambiente (TAC) o (TAI), está por debajo de la temperatura fijada en el punto de consigna (valor predeterminado en proyecto), se calculará la temperatura de impulsión que ajustará la posición de la válvula.

La impulsión de calor a elevadas temperaturas favorece la estratificación del aire y, por consiguiente, el disconfort en la zona habitada de la estancia. Por este motivo se limitará la temperatura de impulsión de los climatizadores a  $3-4^{\circ}\text{C}$  por encima de la temperatura ambiente, siempre acorde con la selección de la difusión. En casos de espacios con grandes alturas, la diferencia de temperatura entre sala e impulsión debe ser inferior a estos valores.

#### 2.7.4.7.2. CONTROL DE TEMPERATURA DE IMPULSIÓN CLIMATIZADORES CAUDAL VARIABLE

La temperatura de impulsión de aire en los climatizadores de aire variable se establecerá a un valor fijo. El valor de la temperatura difícilmente se modificará, pero se ajustará cuando haya subenfriamientos/sobrecalentamientos en los espacios; es decir, cuando la compuerta de un espacio esté en su posición mínima y el termostato se aleje de su punto de consigna. Es en este punto cuando se subirá grado a grado hasta que se consiga el confort mínimo en todas las salas.

Para ajustar la temperatura de impulsión en frío y calor se establecerán lazos PID con las respectivas válvulas.

#### 2.7.4.7.3. CONTROL DE TEMPERATURA DE IMPULSIÓN CLIMATIZADORES AIRE PRIMARIO (VENTILACIÓN)

La sonda de temperatura de aire (TAC), está instalada en el conducto de impulsión de aire de la unidad climatizadora (UTA), se establecerá un registro histórico horario de los valores detectados por la sonda de temperatura (TAC).

La sonda de temperatura de aire exterior (TAE), está instalada en el conducto de toma de aire exterior, o en el ambiente exterior del edificio. Se establecerá un registro horario de los valores detectados en la sonda de temperatura (TAE).

El control de temperatura, se realizará a partir de la lectura efectuada en las sondas (TAE) y (TAC), comparada con el valor predeterminado en el punto de consigna, si se crea una demanda de refrigeración o calefacción, se transmitirá mediante una salida analógica (función proporcional integral), al sistema de control y en forma de variación de tensión de 0-10Volts, abrirá o cerrará las válvulas de control de dos o tres vías.

**Modo de funcionamiento:** El climatizador regulará la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior y la consigna de temperatura de impulsión superior e inferior establecidas en la documentación de los equipos diseñados:

- Si la temperatura exterior (TAE) es superior a la temperatura de consigna (TAC)  $+1^{\circ}\text{C}$ . Impulsar a la temperatura establecida de consigna inferior (por ejemplo:  $15^{\circ}\text{C}$ ).
- Si la temperatura exterior (TAE) es inferior a la temperatura de consigna (TAC)  $-1^{\circ}\text{C}$ . Impulsar a la temperatura establecida de consigna superior (por ejemplo:  $20^{\circ}\text{C}$ ).

- Si temperatura exterior (TAE) comprendida entre la temperatura de consigna superior e inferior (TAC-2) (entre 15 y 20°C). Válvulas no actúan.

\* Estos valores se deben extraer de la ficha técnica de los equipos adjunta en proyecto.

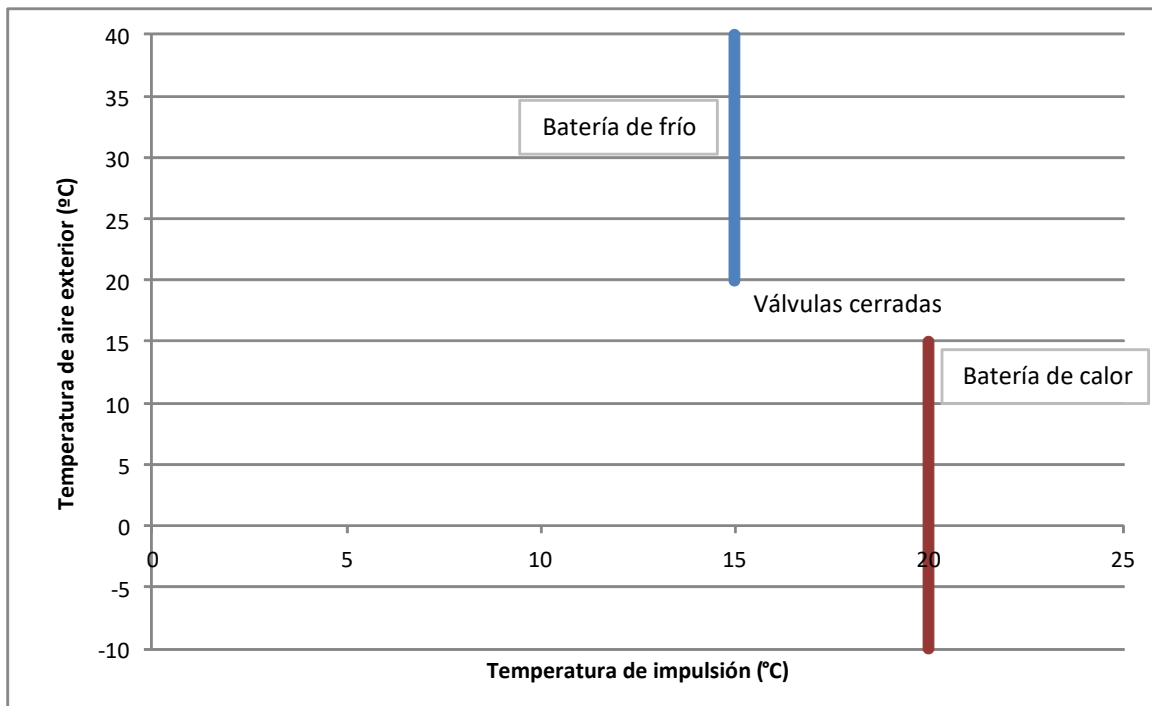


Gráfico con la temperatura de impulsión vs temperatura exterior

(\*) Las consignas establecidas en estos gráficos, sirven a modo de ejemplo, y deben ceñirse para cada proyecto en particular.

#### 2.7.4.8. PROCESO DE DESHUMIDIFICACIÓN

El proceso de deshumidificación del aire que se introduce a una sala consta de dos pasos esenciales: enfriamiento o subenfriamiento hasta conseguir la humedad absoluta necesaria y postcalentamiento para impulsar a la temperatura deseada. Por consiguiente, este proceso precisa una batería de frío y una de calor.

El primer paso se realiza a partir de la lectura de la sonda de humedad relativa (HRC o HRI) situada en el conducto de retorno o en ambiente, que mediante lazo PID con señal 0-10v modulará la válvula de frío de manera que se enfríe el aire hasta condensar gran parte del agua contenida en el aire.

Paralelamente, la batería de calor destinada a recalentar el aire aumentará la temperatura de impulsión para que se obtenga la temperatura de confort en sala. Eso se llevará a cabo mediante un lazo PID con señal 0-10V entre la válvula de calor y la sonda de temperatura de impulsión situada en conducto (TAC). Tal y como se ha especificado en el apartado de control de temperatura de impulsión en climatizadores, se establecerá **un lazo de control en cascada de temperatura ambiente o retorno vs temperatura de impulsión**: A partir de la lectura efectuada en la sonda de retorno o ambiente se calculará la temperatura de consigna en la impulsión de manera que el aire impulsado mantenga unas condiciones estables y se eviten grandes oscilaciones de temperatura. Es decir, en función de cuán lejos esté la lectura de la sonda de retorno o ambiente de la consigna deseada se ajustará grado a grado la temperatura de impulsión.

#### 2.7.4.9. PROCESO DE HUMIDIFICACIÓN

Existen varios sistemas para humectación del ambiente a través de los sistemas de aire acondicionado, los más utilizados son, los sistemas de vaporización (humectadores de vapor) y los sistemas adiabáticos con sistemas de pulverización y evaporación del agua, todos sirven para proporcionar humedad al aire ambiente, normalmente en épocas intermedias y de invierno.

##### 2.7.4.9.1. HUMECTADORES DE VAPOR

Los humectadores de vapor normalmente constan de dos partes:

- Aparatos de producción
- Lanzas para distribución de vapor.

Los aparatos de producción sirven para calentar agua hasta su evaporación para producción de vapor, están instalados al exterior de la unidad climatizadora (UTA).

Las lanzas para distribución de vapor están insertadas en secciones propias de la unidad climatizadora (UTA) o en los conductos de impulsión de aire.

Para el funcionamiento de los humectadores de vapor hay que suministrarles las siguientes señales y potencias:

- Potencia eléctrica.
- Gestión de alarmas.
- Orden de marcha.
- Señal de control.
- Estado de funcionamiento del humectador.

Las sondas de humedad relativa (HRE), (HRC) y/o (HRI), estarán instaladas en el conducto de toma de aire exterior, en el conducto de retorno de aire, junto a la unidad climatizadora (UTA), o en el ambiente del local. Se comparará la humedad relativa en el conducto de retorno o en el ambiente del local con la humedad predeterminada en el punto de consigna, si se crea una demanda o disminución de humedad, se transmitirá mediante una salida analógica (función proporcional integral derivativa), al sistema de control y en forma de variación de tensión de 0...10 Voltios, modulará la producción de vapor en el humectador. En resumen, el cálculo de la humedad teórica de impulsión en función de la lectura de la humedad relativa en el conducto de retorno y de la desviación respecto al punto de consigna.

Siempre se instalará una sonda en el conducto de impulsión, a 1,5 metros del humidificador como mínimo, que actúe como limitadora y evite la saturación del aire.

Destacar que el humectador podrá funcionar siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

$$\text{Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad absoluta aire exterior inferior a } 9 \text{ (g vapor/kg aire seco)} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura del aire de impulsión } > 17^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$

Cuando la regulación de la producción de vapor es externa y modulante se efectuará mediante una señal 0-10V.

Si el humectador funciona de manera autónoma, éste se parará o pondrá en funcionamiento a través de los contactores (CONT) instalados en el cuadro eléctrico de climatización correspondiente. De esta acción se recibirá en el sistema de gestión la confirmación de paro marcha, se establecerá un registro horario para mantenimiento mediante el contacto auxiliar respectivo (EST). En este caso se deberá contar con las señales de la sonda de regulación (HRC o HRI) y la limitadora para el conducto de impulsión.

Cuando no existe sistema de humectación las sondas de humedad relativa (HRC) y (HRI), servirán como lectura de la humedad relativa en el sistema de gestión centralizado.

#### **2.7.4.10. CONTROL DE CALIDAD DE AIRE**

Para el control de calidad de aire se necesitan 2 sondas de CO<sub>2</sub>: la de aire exterior y la de aire interior:

La sonda de calidad de aire exterior, instalada en el conducto de aportación de aire o en la entrada de aire a la sala de climatizadores, servirá como lectura de la calidad de aire exterior en el sistema de gestión centralizado. Se establecerá un registro histórico horario de los valores detectados por la sonda de calidad de aire.

La sonda de calidad de aire, instalada en el conducto de retorno de aire o en el ambiente del local a climatizar, servirá como lectura de la calidad de aire ambiente en el sistema de gestión centralizado, se establecerá un registro histórico horario de los valores detectados por la sonda de calidad de aire.

Quando la concentración de CO<sub>2</sub> ambiente supere el aumento de concentración según los valores indicados en la tabla-1, el sistema de gestión aumentará el caudal de aire exterior actuando sobre las compuertas de aire exterior (impulsión y extracción) y cerrando la compuerta de recirculación de aire hasta obtener que la concentración de CO<sub>2</sub> ambiente esté dentro de los límites indicados en la tabla-1. Esta actuación no se realizara en épocas punta de demanda energética (frio-calor) o si la humedad absoluta es extremadamente baja ya que la humedad interior se podría ver seriamente afectada.

Quando la concentración de CO<sub>2</sub> ambiente este por debajo del aumento de concentración según los valores indicados en la siguiente tabla. El sistema de gestión disminuirá el caudal de aire exterior actuando sobre las compuertas de aire exterior (impulsión y extracción) y abriendo la compuerta de recirculación de aire hasta obtener que la concentración de CO<sub>2</sub> ambiente esté dentro de los límites indicados en la tabla siguiente.

**(ppm exterior) + (ppm consigna) < (ppm retorno) Abrimos compuerta de entrada**

**(ppm exterior) + (ppm consigna) > (ppm retorno) Cerramos compuerta de entrada**

Tabla-1 Aumento de concentración CO<sub>2</sub> máxima ambiente permitida respecto al exterior.

| Categoría | ppm* |
|-----------|------|
| IDA 1     | 350  |
| IDA 2     | 500  |
| IDA 3     | 800  |
| IDA 4     | 1200 |

*\*Concentración de CO<sub>2</sub> en partes por millón*

El caudal de ventilación mínimo a garantizar en el climatizador es de 0,85 l/s·m<sup>2</sup> en cada sala que sirve el equipo.

## 2.7.5. VENTILADOR RESISTENTE AL FUEGO

Ventiladores centrífugos de tejado: Deben estar capacitados para trasegar aire a 400°C/2h ó 300°C/2h, de descarga horizontal, base de chapa de acero galvanizada, cubierta de aluminio, rodete centrífugo de álabes hacia atrás protegido por reja de seguridad antipájaros, soportes y tornillos cincados, mínimo IP55, Clase F, autorrefrigerado, con rodamientos a bolas de engrase permanente.

Cajas de ventilación helicoidales: Deben estar capacitadas para trabajar inmersas a 400°C/2h ó 300°C/2h, fabricadas en chapa galvanizada, con aislamiento interior ignífugo (A1-A2) de fibra de vidrio de 25 mm de espesor, hélice de aluminio tipo "aerofoil", con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico, mínimo IP55, Clase H para funcionar en uso continuo o emergencia.

En ambos casos deben ser:

- Ventiladores homologados según norma EN 12101-3 (F400(120) y F300(60))
- Los motores de 400°C/2h están homologados para funcionar en uso continuo y/o en caso de emergencia.
- Resistencia a la corrosión. Cajas fabricadas en chapa galvanizada. Incorporarán puertas de inspección a ambos lados, para facilitar el acceso a las conexiones internas.
- Hélice equilibrada dinámicamente. Según norma ISO 1940, para reducir el ruido y evitar vibraciones.
- Álabes anchos: mayor presión. Álabes anchos que dan robustez y proporcionan mayor presión.
- Incluir reja de seguridad antipájaros.

- G. Se deberá describir: Número de polos, Diámetros, Número de palas, Inclinación de palas  
Sentido del aire, Potencia del motor.

La instalación de los equipos debe considerar lo siguiente:

- H. Los equipos se deben instalar totalmente nivelados, manteniendo los espacios recomendados por el fabricante. Se deben incluir tacos antivibratorios de goma o amortiguadores metálicos que eviten las vibraciones.
- I. Se debe ajustar al caudal y presión disponible seleccionada en proyecto
- J. Se ejecutará la estanqueidad del equipo en cubierta, evitando cualquier infiltración de agua por el hueco destinado al conducto de aire.

La alimentación eléctrica y de control se debe efectuar mediante cableado resistente al fuego 2 horas (PH120). En el caso del cable de control también debe ser apantallado.

Los ventiladores estarán marcados con los siguientes datos:

- A. Marca/modelo,
- B. Clases de aplicación,
- C. Categoría por temperatura/tiempo,
- D. Temperatura de extracción máxima en °C,
- E. Tiempo de funcionamiento en minutos,
- F. Año de fabricación
- G. Datos técnicos tales como potencia, corriente eléctrica, tensión, presión y caudal volumétrico
- H. Clase de aislamiento del motor
- I. La Clase de carga de nieve
- J. El número y el año de la norma europea EN 12101-3

### 2.7.6. VENTILADORES

Esta especificación es válida para diferentes tipos de ventiladores no resistentes a altas temperaturas: Axiales, centrífugos y helicocentrífugos

Cajas: Estos ventiladores, según la ficha técnica, normalmente van dentro de cajas que proporcionan estanqueidad, aislamiento acústico y posibilidad de acoplar los soportes antivibratorios. Por consiguiente, las cajas incorporarán:

- Aislamiento antiinflamable mínimo de 25mm de fibra de vidrio o espuma de melamina
- Caja estanca con juntas de goma
- Carcasa de chapa de acero galvanizada
- Puertas de inspección.
- Pies para acoplar los soportes

Ventiladores: Los ventiladores se suministrarán equilibrados tanto estática como dinámicamente para evitar transmisiones de ruido innecesarias.

Los ventiladores con funcionamiento a volumen de aire variable se seleccionarán con la máxima eficiencia al caudal máximo de diseño del sistema. Si el ventilador seleccionado no se encuentra dentro del rango recomendado por el fabricante a la velocidad mínima del ventilador y la resistencia del sistema resultante, se debe elegir el tamaño de ventilador más cercano para satisfacer este requisito.

Motor: Incorporarán interruptor de paro en el propio ventilador y estará preparado para ser instalado en el exterior. Los rodamientos serán del tipo bola y deberán presentarse debidamente alineados y engrasados. En la ficha técnica se especifica las fases y la tensión.

Accesorios:



- Variadores: Los ventiladores pueden incorporar variadores de frecuencia que reduzcan la velocidad al menos hasta el 30% del caudal.
- Regulador de tensión: Irán protegidos con fusible y cumplirán la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/CEE.
- Interruptor de desconexión: tipo no fusible, con protección contra sobrecarga térmica montada dentro de la caja del ventilador, cableada de fábrica a través de un conducto interno de aluminio.
- Pantallas para pájaros: desmontable, malla de 13 mm, alambre de aluminio o latón.
- Compuertas sobrepresión: Compuesta de álabes paralelos y acoplada al ventilador. Configurada de fábrica para cerrar cuando el ventilador se detiene.
- Sonda de presión diferencial: Permiten la lectura de la diferencia de presiones entre dos puntos y la transforman en una señal analógica apta para los diferentes equipos de control. Su rango dependerá de la aplicación, pero oscilará entre: 0...1000Pa, 0...1500Pa y 0...3000Pa con una precisión de  $\pm 3\%$ .

Corrosión: Cuando los equipos estén situados en una zona expuesta a la corrosión se hará un tratamiento del equipo según lo especificado en la especificación de conducto de chapa. La instalación de los equipos debe considerar lo siguiente:

- Los equipos se deben instalar totalmente nivelados, manteniendo los espacios recomendados por el fabricante. Se deben incluir tacos antivibratorios de goma o amortiguadores metálicos que eviten las vibraciones.
- Se debe ajustar al caudal y presión disponible seleccionada en proyecto
- Se ejecutará la estanqueidad del equipo en cubierta, evitando cualquier infiltración de agua por el hueco destinado al conducto de aire.

#### Normativa de cumplimiento

Los ventiladores incorporaran una placa con los datos siguientes:

- Nombre del fabricante,
- Datos técnicos tales como potencia, corriente eléctrica, tensión, presión, caudal volumétrico y velocidad de giro
- Año de fabricación

Una vez puesto en servicio, el aparato debe cumplir con las siguientes Directivas:

- Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE
- Directiva de Máquinas 2006/42/CE
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE

### **2.7.7. UNIDADES FAN-COIL**

Las unidades fan-coil para tratamiento de aire de locales estarán formadas por los siguientes elementos: armazón metálico, baterías, ventilador, filtro de aire, mandos eléctricos y válvulas de regulación. El fan-coil podrá ir montado en posición horizontal o vertical, y podrá ir terminado con una chapa envolvente decorativa también metálica.

La tipología de fan-coil se define en las fichas técnicas adjuntas y establece si se trata de un fan-coil de velocidad variable con regulación electrónica o un fancoil con varias velocidades.

#### Armazón y envolvente

El armazón del fan-coil será de chapa de acero galvanizada con un espesor mínimo de 0,7 mm. En determinados casos, en los que así se indique en fichas de características, el armazón podrá ser del tipo panel sándwich o equivalentes para la mejora de prestaciones acústicas.

Si los fan-coils se instalan en ejecución vista, dispondrán de un elemento envolvente decorativo metálico, acabado con pintura al horno o lacado, que incorporará una rejilla para la impulsión de aire. Dicha rejilla podrá ser de aluminio o plástica. En este último caso, el plástico deberá ser no combustible.

En general, los fancoils se seleccionarán con una potencia sonora total (considerando la potencia total como la suma de la potencia sonora radiada, en la impulsión y en el retorno) inferior a los 60 dBA.

Para aquellos equipos cuya potencia radiada en su punto de selección sea superior a 55 dBA, ésta se deberá reducir mediante ejecución especial o revestimiento. Una opción es revestir el equipo con un panel sándwich microperforado en la cara interior, con lana mineral en la capa intermedia y placa de yeso laminado en la cara exterior o equivalente.

### **Baterías**

Los fan-coils podrán disponer de una o dos baterías de intercambio (batería de frío/calor o baterías de frío y calor). Las baterías estarán construidas en tubo de cobre con aletas de aluminio, e incorporarán purgador manual y llave de vaciado. Para evitar la formación de condensados en la superficie del armazón, se aislará térmicamente el mismo alrededor de la zona de baterías.

El fan-coil incorporará una bandeja de recogida de condensados de acero galvanizado de capacidad suficiente, con conexión de desagüe. Esta bandeja irá aislada térmicamente en su parte exterior para evitar la formación de condensados en la cara externa de la misma. La bandeja de recogida de condensados se prolongará hasta las válvulas de corte y regulación de las baterías, para recoger cualquier posible goteo de las válvulas.

### **Ventilador**

La tipología de ventilador y su funcionamiento varía para los fan-coils de varias velocidades y los fancoils con motor "brushless" electrónicamente conmutados:

#### *3 velocidades:*

El fan-coil impulsará aire por una o dos turbinas centrífugas, de doble aspiración, con motor incorporado de 7 velocidades al que se escogerán 3 velocidades entre las 5 intermedias, con condensador permanente y protección térmica con rearme automático. La tensión de alimentación será 220 V, monofásica, 50 Hz. El grupo motor-ventilador irá fijado al armazón a través de suspensiones elásticas, para evitar la transmisión de vibraciones.

#### *Ventiladores de velocidad variable:*

Al igual que en el caso anterior, el fan-coil impulsará aire por una o dos turbinas centrífugas, con motor sin escobillas incorporadas y regulación con señal de entrada 0-10V. La tensión de alimentación será 220 V, monofásica, 50 Hz. El grupo motor-ventilador irá fijado al armazón a través de suspensiones elásticas, para evitar la transmisión de vibraciones.

El control electrónico del motor está incorporado en el bastidor del motor, dentro de un compartimento hermético.

### **Filtro de aire**

El filtro de aire será del tipo plano, de material lavable o intercambiable, con marco metálico, fácilmente desmontable sin necesidad de desmontar la envolvente. El material del filtro deberá ser de clasificación al fuego M1. La clase de filtro según EN 779 es G2.

Los filtros de aire en los fan-coils con retorno conducido deberán ser totalmente accesibles desde el exterior, mediante portafiltros tipo corredera, registro de acceso al filtro con material de chapa, o solución equivalente. El acceso se deberá poder efectuar sin necesidad de herramientas. Se admite la posibilidad de que las rejillas de retorno se sobredimensionen y se instalen del tipo portafiltro.

### **Reguladores de temperatura**

El bloque de reguladores del fan-coil podrá instalarse solidario con el aparato o instalarse de forma mural. El termostato se deberá adaptar a la tipología de fancoil especificada en proyecto:

#### *Regulador de velocidades:*

El fan-coil dispondrá de un conmutador manual de velocidades de 4 posiciones: paro - alta velocidad - media velocidad - baja velocidad. Dispondrá también de un termostato para regulación del fan-coil, que será de bulbo (montado en el fan-coil) si el mando es solidario al fan-coil. Si el mando del fan-coil es mural, el termostato puede ser de bulbo (montado en el fan-coil) o de ambiente (montado en el mando).

Regulador modulación velocidad 0-10v:

El fan-coil dispondrá de un conmutador manual de velocidades y modo automático donde se regulará el ventilador mediante la señal 0-10V.

Dispondrá también de botón de selección de la temperatura ambiente y termostato que será de bulbo. El regulador será programable de manera que se establecerán caudales mínimos y máximos para cada uno de los modos de funcionamiento frío o calor. La regulación de la velocidad del ventilador, en régimen de refrigeración, se realizará de forma automática en función de cuanto alejado esté la temperatura ambiente de la temperatura de consigna. En régimen de calefacción, se deberá poder seleccionar que la velocidad sea constante o rango distinto.

Ambos reguladores deben tener la opción de integrarse en el sistema de gestión BMS si se especifica en proyecto.

Además, para el caso de fan-coils con una sola batería, se dispondrá de un conmutador de funcionamiento invierno/verano, que podrá ser local (interruptor en el propio mando) o remoto (cambio desde un controlador central).

### **Regulación**

La regulación de temperatura de impulsión del fan-coil se realizará mediante válvulas de regulación de entrada de agua a las baterías. Estas válvulas serán de 2 o 3 vías (sistema de caudal de agua variable o constante), y de acción todo/nada, 3 puntos o proporcional, según se especifique en proyecto. En el caso de que el fan-coil disponga de una sola batería de agua en instalación de 4 tubos, las válvulas de regulación serán del tipo compactas de 4 vías, sin posibilidad de apertura simultánea de calefacción y refrigeración.

### **Criterios de instalación**

- e) Sujeción a techo: El fan-coil se suspenderá del techo con varillas metálicas rígidas tipo M4, que se fijarán al fan-coil a través de juntas elásticas para absorber vibraciones.
- f) Sujeción a pared o suelo: El fan-coil se fijará a la pared o al suelo de forma rígida y solidaria.
- g) Embocaduras y rejillas de impulsión para fan-coils sin envolvente: Se realizarán en plancha de fibra de vidrio recubierta interior y exteriormente con película de aluminio o con plancha de chapa galvanizada aislada interiormente con espuma flexible de 13 mm de espesor, para conseguir aislamiento térmico y acústico.

Las rejillas de impulsión para fan-coils sin envolvente serán de aluminio acabado en color RAL a definir. Las rejillas serán con lamas regulables para doble deflexión si van montadas en falso techo o pared, y serán con lamas fijas y rectificadoras de dirección de aire si van montadas en falso suelo o en antepecho de ventana.

- h) Difusores: En el caso que se utilicen difusores rotacionales/circulares/cuadrados se deberá asegurar que la presión disponible del fancoil sea suficiente para vencer las pérdidas de carga asociadas a cada elemento.
- i) Retorno de aire: Para los fan-coils en ejecución vista, el retorno se realizará de forma libre por la parte trasera del fan-coil. En este caso, debe mantenerse una abertura mínima libre de 10 cm de conexión con el ambiente.

Para los fan-coils sin envolvente (ejecución oculta), el retorno se realizará a través de una rejilla o aberturas en el paramento entre el ambiente tratado y el espacio donde se encuentre el fan-coil.

En general, será necesario conducir el retorno de aire desde las rejillas o aberturas hasta la parte trasera del fan-coil, con un conducto aislado de iguales características constructivas que para la embocadura de impulsión. En aquellos casos donde el retorno sea por plenum, la superficie del falso techo deberá cumplir con las mismas características que un conducto, tal y como establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. Por consiguiente, los acabados de los paramentos y falsos techos deberán ser del tipo limpiable, equivalente a conducto.

Si se instala una rejilla de retorno, ésta será de aluminio acabado en color RAL a definir, y será de lamas fijas, seleccionada a baja velocidad y baja pérdida de carga.

Las aportaciones de aire primario de renovación se conducirán a la parte trasera del fan-coil y dispondrán de compuerta de regulación de caudal tipo automecánica según consta en planos. La conexión entre la compuerta de regulación de caudal automecánica y el retorno del fan-coil no podrá ser directa sino que se realizará mediante tramo de conducto flexible aislado del tipo acústico, con una longitud mínima de 0,5 metros y máxima de 1 metro, evitando que el ruido generado por la compuerta de regulación pueda pasar al ambiente por las rejillas de retorno.

En todos los casos que se disponga de conducto de retorno conectado al fan-coil, la conexión entre el fan-coil y el conducto se realizará de modo que el filtro de aire pueda registrarse con facilidad.

- j) Acceso: Los fan-coils situados en falso techo, falso suelo o dentro de muebles dispondrán de un acceso suficiente para poder realizar un buen mantenimiento, incluyendo la reposición de filtros y verificaciones de valvulería e instalación eléctrica.
- k) Desagües: El tubo de desagüe de condensados será de diámetro mínimo 32 mm, de PVC rígido, con conexión flexible a bandeja. Si por la disposición de fan-coils y bajantes es posible, se conectarán varios desagües de fan-coil al bajante a través de un mismo sifón conjunto. Los desagües se conectarán preferentemente a bajantes de tipo pluvial, para minimizar la posibilidad de malos olores y desifonajes. Si esto no es posible, cada fan-coil dispondrá de sifón individual. El cierre mínimo de los sifones será de 7 cm para los sifones individuales y de 10 cm para los sifones que recogen varios fan-coils.
- l) Conexión de baterías: Además de la válvula de control y equilibrado/equilibrado dinámico (según sea especificado en proyecto) se instalará un filtro y dos válvulas de corte. Para la conexión desde válvulas de corte a filtros y válvulas de regulación adjuntas al fan-coil, se utilizará preferentemente tubería tipo multicapa. Se acepta la utilización de tubos flexibles metálicos trenzados si este es inoxidable de alta calidad y se aumenta el diámetro del flexible hasta que el diámetro interior no difiera en exceso el de la tubería principal.
- m) Alimentación eléctrica: La alimentación eléctrica y de control al fan-coil se realizará con tubo de PVC flexible doble capa y con racords de conexión.
- n) Selección de fan-coils: Las características que se especifican para los fan-coils (potencia de frío y calor, caudal de aire, nivel sonoro), se obtendrán siempre a la velocidad media del ventilador.

Las condiciones de selección de los fan-coils serán en general las siguientes:

Verano: Ambiente: 25 °C BS, 18 °C BH  
Según especificaciones en ficha técnica  
Invierno: Ambiente: 20 °C  
Según especificaciones en ficha técnica

El nivel de presión sonora máximo admisible será el indicado en proyecto, pero en ningún caso será superior a 45 dBA a 1 m de la unidad.

- o) Elementos vistos: El tipo y acabado (color) de los elementos vistos (rejillas, mandos) deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa. La posición del mando del fan-coil, cuando se instale en pared, deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa. En general, deberá instalarse en paramentos que no sean exteriores, a una altura de 1,5 m, lejos de corrientes de aire o focos puntuales de calor o radiación solar directa, que podrían falsear la lectura.
- p) Elementos auxiliares: El fan-coil incorporará, si se especifica en el proyecto, un contacto para paro del ventilador accionado desde un microrruptor remoto, relacionado con la apertura de ventana, un tarjetero de acceso a habitación o un detector de presencia que inhiba la acción del fan-coil cuando pudiera suponer un consumo inútil de energía.
- q) Aire primario: Cuando el fan-coil reciba una aportación de aire primario a través de un conducto, éste se conectará al plenum de retorno del fan-coil o al conducto de retorno del fan-coil, según los casos. En el conducto de aire primario se instalará una compuerta de regulación para ajustar el caudal de aire que se aporta y conexión mediante tramo de conducto flexible aislado y acústico según se ha indicado anteriormente.

## 2.7.8. CONDUCTOS RECTANGULARES EN CHAPA GALVANIZADA Generalidades

Los conductos se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas, instrumentos de regulación y medida y del aislamiento térmico si existe.

### Dimensiones

Las dimensiones de los conductos de chapa galvanizada se ajustarán a los indicados en la norma UNE-EN 1506 con sección circular y UNE-EN 1505 con sección rectangular.

### Clasificación y Estanqueidad

La resistencia estructural de un conducto y su estanqueidad a las fugas de aire dependen de la presión del aire en el conducto. El ruido, las vibraciones y las pérdidas por fricción dependen de la velocidad del aire en el conducto.

Los conductos se clasifican de acuerdo a su estanqueidad. La estanquidad de la red de conductos se determina mediante las fugas obtenidas al aplicar una presión estática máxima.

La estanquidad de la red de conductos se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$f = c \cdot p_s^{0.65} \cdot 10^{-3}$$

en la que:

f: representa las fugas de aire, en  $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

$p_s$ : es la presión estática, en Pa

c: es un coeficiente que define la clase de estanquidad

Se definen las siguientes clases de conductos:

| Clases de estanquidad                              | Límite de presión estática ( $p_s$ ) (Pa) |          | Límite del factor de fuga de aire ( $f_{\text{máx}}$ )<br>$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ |
|--|---|----------|--|
|  | Positiva                                  | Negativa |  |
| <b>A</b>   | 500                                       | 500      | $0.027 \cdot p_t^{0.65} \cdot 10^{-3}$   |
| <b>B</b>   | 1000                                      | 750      | $0.009 \cdot p_t^{0.65} \cdot 10^{-3}$   |
| <b>C</b>   | 2000                                      | 750      | $0.003 \cdot p_t^{0.65} \cdot 10^{-3}$   |
| <b>D<sup>a</sup></b>                               | 2000                                      | 750      | $0.001 \cdot p_t^{0.65} \cdot 10^{-3}$   |
| <sup>a</sup> Conducto para aplicaciones especiales |   |          |  |

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior, según la aplicación, especificado en la documentación adjunta del proyecto.

Para la obtención de la estanqueidad de los conductos es necesario sellar las uniones en la forma indicada a continuación, según tipo de exigencia de los espacios a tratar:

- Sistema Normal: Sellar uniones transversales y longitudinales.
- Sistema Higiénico: Sellar las uniones transversales y las uniones longitudinales, las esquinas, los tornillos, etc.

La silicona de sellado será antibacteriana.

### Conductos rectangulares: espesores de chapa, uniones y refuerzos

Los espesores nominales de chapa y los tipos y distancias de refuerzos transversales, incluidas las uniones transversales cuando éstas constituyen un refuerzo, están dados en función de la clase de conducto y de su dimensión máxima transversal, basándose en las siguientes limitaciones:

- la deflexión máxima permitida para los refuerzos transversales o sus uniones transversales, cuando éstas actúan como refuerzos, no será nunca superior a 6 mm.
- las uniones transversales deben ser capaces de resistir una presión igual a 1,5 veces la máxima presión de trabajo que define la clase, sin deformarse permanentemente o ceder,
- la deflexión máxima permitida para las chapas de los conductos rectangulares es la siguiente:
  - 10 mm para conductos de hasta 300 mm de lado,
  - 12 mm para conductos de hasta 450 mm de lado,
  - 16 mm para conductos de hasta 600 mm de lado,
  - 20 mm para conductos de más de 600 mm de lado,

Los espesores, uniones y refuerzos permitidos se especifican en la documentación adjunta del proyecto.

El matizado a punta de diamante o con ondulación transversal se prescribe para conductos con un lado mayor o igual a 500 mm, a menos que tengan un aislamiento interior o exterior del tipo rígido, sólidamente anclado a las chapas del conducto.

El matizado a punta de diamante o con ondulación transversal no afecta los requerimientos de refuerzos transversales y, por lo tanto, no puede considerarse sustitutivo de los refuerzos.

Se recomienda que los conductos con presión negativa no tengan matizado; si lo tienen, la deflexión debe estar hacia el interior.

Los refuerzos hechos por medio de chapas de acero de espesor nominal igual o inferior a 1,5 mm, deberán ser galvanizados; los refuerzos hechos por medio de perfiles normalizados de espesor superior al citado anteriormente podrán ser de acero negro.

En la documentación adjunta del proyecto se especifica el tipo de uniones transversales, con o sin refuerzo, puertas y paneles de acceso, conexiones, baterías en conductos, cambios de sección, álaves, derivaciones y curvas.

Las uniones de conductos con el climatizador, se realizarán con lona anti vibratoria ignífuga de ejecución intemperie.

En el paso de conductos junto a elementos metálicos o de obra que ofrezcan la posibilidad de un contacto fortuito, se dispondrá un aislamiento entre conducto y elemento para evitar la transmisión de vibraciones.

Todas las curvas en conductos con un lado de más de 800 mm llevarán aletas direccionales.

### **Soportes de los conductos horizontales**

Los soportes de conductos en chapa galvanizada se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-EN 12236

El sistema de soporte de un conducto tendrá las dimensiones de los elementos que le constituyen y estará espaciado de tal manera que sea capaz de soportar, sin ceder, el peso del conducto y de su aislamiento térmico así como su propio peso.

El sistema de soporte se compone de anclaje, tirantes y fijación del conducto al soporte.

El sistema de **anclaje** adoptado no deberá debilitar la estructura del edificio y la relación entre la carga que grava sobre el elemento de anclaje y la carga que determina el arrancamiento del mismo, no deberá ser nunca inferior a 1:4.

Los **tirantes** serán flejes de chapa de acero galvanizado, o bien pletinas o varillas de acero no tratado superficialmente. Las varillas serán galvanizadas si trabajan en ambientes corrosivos, protegiéndose con pintura anticorrosiva aquellas partes del soporte que hayan perdido el galvanizado a consecuencia de su mecanización. El ángulo máximo entre la vertical y el tirante es de 10°. No se utilizarán alambres como soportes definitivos o permanentes.

Para la **fijación del conducto a los tirantes** podrán utilizarse tornillos rosca-chapa o remaches, solamente para conductos de la clase A. En este caso, la penetración en el conducto debe ser evitada en lo posible. Los conductos de clase B, C y D deberán fijarse a los tirantes a través de sus elementos de refuerzo o se apoyarán en un perfil que se une a los tirantes mediante



elementos roscados. En ningún caso se admitirá la unión del soporte por medio de tornillos o remaches a los conductos de estas clases.

Para **conductos rectangulares**, el **espaciamiento** máximo entre soportes contiguos y la sección de las varillas o pletinas, en función del perímetro del conducto rectangular y de la sección de los tirantes se establece en la tabla 5-1 de la norma SMACNA. Siempre que sea posible se emplazarán los soportes cerca de las uniones transversales del conducto. Cuando la máxima suma de lados o semiperímetro sea superior a 4,8 m es necesario realizar un estudio de pesos.

#### **Soportes de los conductos verticales**

Los conductos verticales se soportarán por medio de perfiles a un forjado o a una pared vertical.

La distancia máxima permitida entre soportes verticales será de 3.5 metros.

La fijación del conducto al soporte se efectuará por medio de tornillos rosca-chapa o remaches para conductos de clase A y cuando las dimensiones no rebasan los 750 mm en lado.

Para dimensiones superiores o para las clases B, C y D, la fijación se hará por medio de soldaduras a puntos o a través de sus refuerzos transversales por medio de varillas o perfiles.

#### **Aberturas de servicio**

Deben instalarse aberturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza y desinfección; Las trampillas, paneles de acceso y puertas deben ser fáciles de abrir.

Todos los componentes de acceso deben construirse e instalarse para adaptarse al funcionamiento del sistema, incluida la estanquidad al aire y la resistencia, y para facilitar el proceso de limpieza.

A estos efectos pueden emplearse las aberturas para el acoplamiento a unidades terminales.

Las aberturas se realizarán según lo indicado en la norma UNE-EN 12097. Debe preverse el número suficiente de componentes de acceso para garantizar que puede limpiarse la totalidad de la red de conductos, garantizado que ninguna parte de la red de conducto tenga:

- más de una modificación de diámetro a partir del panel de acceso;
- más de un cambio de dirección de más de 45° a partir de un panel de acceso;
- más de 7,5 m de conducto a partir del panel de acceso;

Las partes superiores e inferiores de los conductos montantes deberán incorporar paneles de acceso.

Para los componentes montados sobre el conducto y que no pueden limpiarse sin obstrucciones, debe asegurarse el acceso por ambos lados o debe poderse retirar el componente para el mantenimiento.

Los elementos instalados en una red de conductos deben ser desmontables y tener una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento o puesta a punto.

Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

#### **Tornillos y remaches:**

Se admite que los tornillos o preferentemente remaches utilizados durante la instalación penetren en la red de conductos siempre que no impidan ni la limpieza ni el mantenimiento. La longitud máxima de los tornillos será de 13 mm. No deben utilizarse tornillos puntiagudos en la proximidad de las aberturas donde pueden herir a las personas. Por tanto, no han de utilizarse a menos de 1m de los dispositivos terminales de aire o de los paneles de acceso.

#### **Pruebas:**

La limpieza interior de las redes de conductos de aire se efectuará una vez se haya completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles.

Una vez terminada la red de conductos pero antes de que una red de conductos se haga inaccesible por la instalación de aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos

techos, se realizarán pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad para establecer si se ajustan al servicio requerido, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o memoria técnica. Estas pruebas se realizarán tal como indica la antigua norma UNE 100-104.

Para la realización de las pruebas las aperturas de los conductos, donde irán conectados los elementos de difusión de aire o las unidades terminales, deben cerrarse rígidamente y quedar perfectamente selladas.

#### **Proceso de galvanizado:**

La chapa de acero debe pasar por un proceso de galvanizado en caliente según UNE EN ISO 1461 que permite una protección ambiental anticorrosiva.

La siguiente tabla permite clasificar los ambientes a los que se someterá el conducto.

La clasificación mínima considerada será **C1 para conductos interiores y C2 conductos exteriores** siendo modificable en función de la ubicación del edificio y de las condiciones de las salas interiores.

| Definición de ambientes en las estructuras galvanizadas según la norma UNE EN ISO 14713 -1.999 |   |  |
|--|---|--|
| Categoría de la corrosión  |   | Velocidad de corrosión del Zinc ( $\mu\text{m}$ / año) |
| C1   | Interior - Seco   | $\leq 0,1$   |
| C2   | Interior - Condensación ocasional<br>Exterior – Rural en el interior del país.  | 0,1 a 0,7  |
| C3   | Interior – Humedad elevada aire ligeramente contaminado<br>Exterior – Urbano (interior del país) o costero de baja salinidad. | 0,7 a 2  |
| C4   | Interior – Piscinas, plantas químicas, etc.<br>Exterior- Industrial en el interior del país o urbano costero.                 | 2 a 4  |
| C5   | Exterior – Industrial muy húmedo o costero de elevada salinidad.  | 4 a 8  |

Una vez clasificado el ambiente se puede obtener la galvanización en caliente mínima.

| Protección mínima frente a la corrosión en función del tipo de ambiente según la Norma UNE EN ISO 14713 -1999 |               |               |               |               |               |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Categoría de corrosión  | C1            | C2            | C3            | C4            | C5            |
| Pérdida media de masa de zinc. (gr /m <sup>2</sup> / año)   | < 5           | 5 a 15        | 15 a 30       | 30 a 40       | 40 a 60       |
| Sistema de protección / Espesor   | $\mu\text{m}$ | $\mu\text{m}$ | $\mu\text{m}$ | $\mu\text{m}$ | $\mu\text{m}$ |
| Galvanización en caliente conforme a la Norma UNE EN ISO 1461.  | 28 – 85       | 45 – 85       | 85            | 115           | 150 - 200     |

Las normas que especifican las características de las chapas galvanizadas en continuo son la UNE EN 10142 y la UNE EN 10147 (o ASTM A653). En ellas, y como se recoge en la siguiente tabla, se establecen varias posibles calidades de los recubrimientos de zinc de las chapas, que van desde 100g/m<sup>2</sup> de chapa (equivalente a 7µm por cada cara, 14µm en total) hasta 600g/m<sup>2</sup> (equivalente a 42µm por cara, 84µm en total).

| SI UNITS                                |  |   | IP UNITS                                 |
|---|--|---|--|
| Designación del recubrimiento según UNE | Masa mínima del recubrimiento en g/m <sup>2</sup> , incluyendo ambas caras | Masa mínima del recubrimiento en µm, incluyendo ambas caras | Designación del recubrimiento según ASTM |
| Z100                                    | 100  | 14  | G30                                      |
| Z140                                    | 140  | 20  | G40                                      |
| Z200                                    | 200  | 28  | G60                                      |
| Z225                                    | 225  | 32  | G70                                      |
| Z275                                    | 275  | 39  | G90                                      |
| Z350                                    | 350  | 49  | G115                                     |
| Z450                                    | 450  | 63  | G140                                     |
| Z600                                    | 600  | 84  | G210                                     |
| Z700                                    | 700  | 98  | G235                                     |
| Z900                                    | 900  | 126   | G300                                     |
| Z1100                                   | 1100   | 154   | G360                                     |

En resumen, los conductos de chapa deberán ser **Z275** como mínimo para cumplir con la clase C1 mínima considerada para interiores y **Z350** para la clase C2 en conductos exteriores.

La evolución para las siguientes clases sería: Z600 para clase C3, Z900 para clase C4 y Z1100 para clase C5.

### **Conducto estable al humo**

Los conductos estables al humo E300 60 o E600 120, según especificado en proyecto, cumplirán las características indicadas en el RD 842/2013 (Establece la clasificación de los productos de construcción en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego; ver Anexo 3 tabla 7)

El ensayo para la clasificación del conducto se efectuará según las normas UNE EN 1366-9 y UNE EN 1363-1 y se deberá presentar el certificado de ensayo.

Los conductos adecuados para este uso tendrán lo siguiente:

- Conducto rectangular de chapa galvanizada de espesor 0,8mm.
- Unión longitudinal tipo Pittsburgh
- Masilla refractaria en las esquinas
- Junta cerámica autoadhesiva resistente 1000°C en continuo

De forma general los conductos de aire se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas e instrumentos de regulación y medida. En los conductos no podrán alojarse conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por ellas.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales normalizadas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar los conductos.

Las unidades de tratamiento de aire, las unidades terminales y las cajas de ventilación y los ventiladores se acoplarán a la red de conductos mediante conexiones antivibratorias.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de aire dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR. A continuación se muestran las condiciones de montaje:

- Conducciones y equipamiento de las instalaciones aire acondicionado: Los conductos de aire acondicionado deben estar revestidos de un material absorbente acústico y deben utilizarse silenciadores específicos.

Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

- Conducciones y equipamiento de las instalaciones ventilación: Deben aislarse acústicamente los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurren por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso, especialmente los conductos de extracción de humos de los garajes, que se considerarán recintos de instalaciones, siempre que los patios donde transcurran estos no estén adecuados a las condiciones acústicas necesarias.

### **2.7.9. CONDUCTOS EN PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO**Dimensiones

Las dimensiones de los conductos de plancha de fibra de vidrio se ajustarán a los indicados en la norma UNE-EN 1505.

#### **Campo de aplicación de los conductos de fibra de vidrio**

La red de conductos construidos con planchas de material aislante cumplirá con los requisitos y las características especificados en la norma UNE-EN 13403.

Sólo se permitirá montar sistemas con conductos rectangulares en fibra de vidrio, para la circulación forzada de aire con velocidades de hasta 10 m/s, temperaturas máximas en el exterior del conducto de 60 °C y de 90 °C en el interior.

No está permitido utilizar planchas de fibra de vidrio (fibra mineral (MW)) para las siguientes aplicaciones:

- Conductos de extracción de campanas o cabinas de humos (cocinas, laboratorios, ...),
- Conductos de extracción de aire conteniendo gases corrosivos o sólidos en suspensión,
- Conductos instalados en el exterior del edificio, sin protección adicional,
- Conductos enterrados, sin protección adicional,
- Como elementos para formar climatizadores,
- Cerca de baterías de calentamiento con temperatura superficial superior a 50°C, a menos que la distancia mínima entre la batería y la plancha sea de 200 mm.
- Para conductos verticales de más de 10 m de altura, sin soporte adicional

No se deben utilizar cintas de aluminio que incumplan los siguientes requisitos:

- La anchura mínima nominal de la cinta será de 65 mm.

- La resistencia a la tracción será igual o superior a 45 N/cm.
- La resistencia al despegue será de, al menos, 6,7 N/cm a 82°C y tras 15 min. de prueba

#### **Características de la plancha de fibra de vidrio**

La plancha está constituida por fibras de vidrio inertes e inorgánicas, ligadas por una resina sintética termoindurente.

La cara de la plancha que constituirá el exterior del conducto tendrá un revestimiento que tiene la función de barrera de vapor y protección de las fibras. La cara interior está terminada con una combinación de aluminio con papel o vinilo, o tejido de vidrio reforzado de gran resistencia mecánica cuando se requieran buenas prestaciones acústicas.

De acuerdo con la IT 1.3.4.2.10.1 del RITE el revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la norma UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización.

Las características de rigidez, resistencia al fuego y a la fatiga deberán cumplir lo indicado en la norma EN 13403.

La clasificación sobre reacción al fuego (Euroclases) se determinará de acuerdo con la Norma EN 13501-1. El límite será B-s1,d0.

La plancha de fibra de vidrio y sus acabados interior y exterior, deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- La absorción de humedad no excederá el 2 % en peso o el 0,18 % en volumen, el menor entre los dos, a una temperatura seca de 50 °C y una humedad relativa del 95 % durante 96 horas.
- La resistencia al paso del vapor del acabado exterior deberá ser tal que nunca puedan producirse condensaciones en el interior de la estructura de la plancha y en todo caso mayor a 140 m<sup>2</sup>·h·Pa/mg según EN 12086
- Los metales en contacto con la plancha no deben corroerse de forma apreciable.
- La erosión de las fibras por efecto del paso del aire debe ser nula.
- La absorción o formación de esporas o bacterias debe ser nula.
- La conductividad térmica a la temperatura media de 0°C deberá ser igual o inferior a 0,035 W/m<sup>2</sup>K, para una densidad de 60 kg/m<sup>3</sup>.
- En los conductos donde la cara interior sea de tejido de vidrio reforzado, los coeficientes de absorción acústica Sabine de la plancha deberán cumplir, como mínimo, los siguientes valores: 0,35 a 125 Hz, 0,65 a 250 Hz, 0,75 a 500 Hz, 0,85 a 1000 Hz, 0,90 a 2000 Hz y 0,90 a 4000 Hz.

#### **Uniones**

La longitud máxima de un tramo de conducto es de 1,2 m, menos lo que se necesita para las uniones, cuando el perímetro interior de la sección transversal es superior a 1 m. Si es inferior a este valor, es posible construir tramos de hasta 3 m de longitud en una sola pieza.

Para encajar un lado en el sentido longitudinal del conducto puede realizarse o bien por acanaladura sobrepuesta o con acanaladura en V. En el primer caso, la protección exterior de la plancha deberá solaparse sobre la cara exterior del lado contiguo por una dimensión igual a 1,4 veces el espesor de la plancha y se fijará por medio de grapas. La conexión transversal se hará con acanaladura sobrepuesta, la protección exterior de la pieza macho se solapará sobre la pieza hembra y se fijará por medio de grapas.

#### **Cierre, sellado y registros**

Para el cierre y sellado de las uniones longitudinales y transversales de la red de conductos, se utilizarán cintas adhesivas a la presión o al calor. Las superficies sobre las que se aplicarán las cintas estarán perfectamente limpias y secas. La anchura mínima de las cintas será de 65 mm.

De acuerdo con la IT 1.1.4.3.4 del RITE deben instalarse aberturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza y desinfección. Las aberturas o registros se situarán según lo indicado en la norma UNE-EN 12097, por lo que ninguna parte de la red del conducto tendrá:

- más de una modificación de diámetro a partir del panel de acceso;
- más de un cambio de dirección de más de 45° a partir de un panel de acceso;
- más de 7,5 m de conducto a partir del panel de acceso

A estos efectos pueden emplearse las aberturas para el acoplamiento a uniones terminales.

Los conductos de aire y las uniones y juntas, se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y deben aguantar, sin ruptura, una presión de aire interna de 2,5 veces la presión positiva especificada por el fabricante, pero no inferior a 200 Pa.

Los conductos deben cumplir los valores de fuga máximos descritos en la norma EN 13403 y EN 1507 para una clase de estanqueidad tipo C.

### **Refuerzos**

Para los refuerzos de los conductos se utilizarán los elementos especificados por el fabricante. La distancia entre refuerzos vendrá dada por el fabricante según la sección del conducto y las presiones de trabajo, siempre con el objetivo de no alcanzar la deflexión máxima permitida.

### **Soportes y apoyos**

La red de conductos debe cumplir los requisitos especificados en la Norma EN 12236.

#### **Soportes horizontales en conductos sin refuerzo**

La máxima distancia entre soportes de conductos horizontales será:

- 2,4 m para una dimensión interior < 900 mm
- 1,8 m para una dimensión interior entre 900 y 1500 mm
- 1,2 m para una dimensión interior > 1500 mm

Sólo puede haber una unión transversal entre dos soportes, excepto si el perímetro del conducto es inferior a 2 m, en cuyo caso podrán existir dos uniones.

Los elementos verticales de fijación pueden ser:

- dos pletinas de 25 mm de anchura y de 0,8 mm de espesor nominal,
- dos varillas de 6 mm de diámetro.

Cuando el conducto tenga una dimensión superior a 1,5 m deberá instalarse un soporte adicional para evitar que el conducto se curve hacia el interior cuando no esté presurizado.

#### **Soportes horizontales en conductos reforzados**

El soporte coincidirá con el refuerzo. Los elementos verticales estarán unidos mediante tornillos al mismo soporte a una distancia máxima de 150 mm y estarán constituidos por dos pletinas de 12/10 mm de espesor nominal.

Cuando el conducto tenga el lado mayor inferior a 600 mm, los soportes que no coincidan con elementos de refuerzo podrán hacerse utilizando una pletina de, al menos, 8/10 mm de espesor nominal y 25 mm de anchura. Entre los ángulos del conducto y la pletina, se instalarán dos chapas de espesor nominal de 8/10 mm de 100 x 100 mm, en forma de ángulo.

Para todos los soportes deberán utilizarse elementos galvanizados.

#### **Soportes verticales**

Los soportes verticales se pondrán a una distancia máxima de 3,5 m.

Cuando un conducto se soporta a una pared vertical, es necesario que el anclaje tenga lugar en correspondencia de un refuerzo del conducto. Del mismo modo en el interior del conducto se instalará un manguito de 150 mm y espesor apropiado, y el soporte será de 30 x 30 x 3 mínimo.

### **General**



De forma general los conductos de aire se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas e instrumentos de regulación y medida. En los conductos no podrán alojarse conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por ellas.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales normalizadas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar los conductos.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de aire dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR.

### **Marcado, etiquetado y embalaje**

Los productos deben estar claramente marcados bien en el producto o en una etiqueta, con la siguiente información:

- nombre, o marca de identificación, del fabricante y la fábrica
- identidad del producto (marca comercial)
- código de designación del producto de aislamiento, indicado en la respectiva norma CEN
- año de fabricación (los dos últimos dígitos)
- lote o serie o fecha de fabricación
- dimensiones y número de unidades del paquete

## **2.7.10. CONDUCTOS DE AIRE RESISTENTES AL FUEGO** Los conductos estarán realizados con paneles de fibrosilicatos, incombustibles según UNE-EN ISO 1182, de una densidad mínima de 450 kg/m<sup>3</sup> y con un coeficiente de conductividad térmica de 0,071 kcal/h°Cm<sup>2</sup>.

El espesor de los paneles será el adecuado según ensayos oficiales realizados para obtener resistencia al fuego en minutos determinada en proyecto. En Europa la norma de ensayo será la EN 1366-1 para conductos de ventilación (expuestos al fuego tanto desde el exterior como con fuego en el interior) y la EN 1366-8 para conductos de extracción de humo (estos deben haber pasado, anteriormente, el ensayo según la norma EN 1366-1).

Las juntas y uniones entre placas deben tratarse en toda la superficie a unir con adhesivo específico del fabricante aplicado en ambas superficies, posteriormente se unirá con tornillos. Los tornillos serán del tipo de los usados para madera, con cabeza cónica.

En las juntas y uniones transversales se instalarán tiras del espesor y ancho de acuerdo a las especificaciones del fabricante según ensayos realizados. Las tiras se fijarán con adhesivo y grapas o tornillos.

Los conductos serán suspendidos del techo por medio de perfiles angulares de 50x50x5 mm, abrazando el conducto por su parte inferior y suspendido al techo mediante varilla roscada mínimo M14 fijada al forjado con taco de acero expansivo (nunca tacos químicos o de plástico), tuerca y arandela. Tanto las varillas como los angulares llevarán tratamiento anticorrosivo.

El sistema de soporte quedará expuesto, no necesitará protección alguna, y estará ensayado para ello. La distancia máxima entre soportes será de acuerdo a las especificaciones del fabricante según el tamaño de la sección de los tramos.

Según el uso del conducto y el ensayo previsto, en las esquinas del conducto se montarán ángulos de protección, a base de angulares galvanizados.

En caso que no exista conducto de chapa interior, en los codos y curvas, siempre que las cargas de aire lo permitan, será preferible realizar los giros de 90° en ángulo recto. Cuando el ángulo sea distinto, o deba simularse una curvatura suave, las piezas superior e inferior (conductos horizontales) o laterales (verticales) se deben cortar con la forma prevista del giro, fijándose después las piezas laterales cortadas a inglete en el ángulo correcto. Todas las juntas deben

tratarse con adhesivo. Se instalará por la parte interna del ángulo una tira de placa cortada especialmente en las juntas entre placas cortadas en inglete.

En el paso de los conductos por los elementos estructurales, se tendrá especial atención en sellar las juntas, con material resistente al fuego de la misma composición del conducto.

En los tramos verticales se tendrán en cuenta los desplazamientos verticales y transversales, para ello se preverán soportes especiales para repartir cargas y evitar movimientos.

Cuando el conducto vaya a instalarse en un entorno agresivo (laboratorios, piscinas...) será necesario un tratamiento de la superficie. Pinturas tipo epoxi o poliuretano son adecuadas en estos casos.

El material deberá poseer los certificados de los ensayos de comportamiento al fuego según las condiciones establecidas y el uso previsto. Deberá aportarse certificado de ensayo realizado por laboratorio homologado.

En los paneles irán marcados los siguientes datos:

- Identificación del fabricante.
- Nombre del producto.
- Resistencia al fuego.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma de fabricación.

#### **2.7.11. CONDUCTOS FLEXIBLES** Los conductos flexibles solamente se utilizarán para las conexiones con elementos de difusión, nunca como elemento de transporte de energía.

Los conductos serán metálicos con estructura alámbrica y múltiples láminas de aluminio de las siguientes características:

- Presión máxima 1.500Pa
- Temperatura de funcionamiento: 0... 100°C
- Velocidad máxima de paso permisible: 25 m/s
- Fabricado según norma UNE-EN 13180
- Clasificación Euroclase "B-s1,d0" según norma UNE-EN 13501-1

Los conductos podrán ser sin aislamiento, aislados y aislados fonoabsorbentes, según especificado en el proyecto.

El aislamiento será de fibra de vidrio y con una densidad mínima de 15 kg/m<sup>3</sup> y grosor mínimo necesario para cumplir el aislamiento térmico requerido por el Reglamento de instalaciones térmicas de edificios.

En el caso de los conductos fonoabsorbentes, además de cumplir con lo anterior, tendrán un conducto interno microperforado formado por dos capas de 7µ de aluminio cada una y 2 capas de 12 µ de poliéster cada una.

La distancia máxima permisible es de 1,2 metros de longitud y se permitirá un pandeo máximo de 41,7mm por metro de separación entre soportes. La unión con el conducto principal se ejecutará manteniendo un tramo recto antes de cualquier curvatura.

Este tipo de conducto no será apto para utilizar en aplicaciones higiénicas, tampoco en elementos terminales con filtros absolutos ni en tramos de conducto que operen a más de 250 Pa.

#### **2.7.12. DIFUSORES DE TECHO ROTACIONALES** Los difusores de techo rotacionales consiguen una elevada inducción del aire del local, con temperaturas de impulsión de $\pm 10$ °C sobre la temperatura ambiente. Se compone de plénium de conexión y difusor, que puede ser de 3 tipos: lamas fijas, lamas ajustables manualmente y lamas motorizadas.

##### **Plénium de conexión**

El plénium de conexión será de chapa galvanizada, aislado interiormente con espuma ignífuga de 12 mm de espesor, con compuerta de regulación circular de una hoja, accionable desde el frontal

del difusor. La alimentación al plénium se realizará a través de una conexión circular en un lateral del plénium o vertical si es especificado.

El plénium del difusor garantizará la uniformidad de distribución del aire en toda la superficie del difusor.

Además, el plénium incorporará un punto de medición para la lectura de caudal de aire.

Todos los difusores dispondrán de plénium, sean para los difusores de impulsión o sean de retorno. En el caso de los de retorno no se requiere que el plénium esté aislado interiormente.

#### **Difusor lamas fijas**

Difusor de efecto rotativo, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m, con lamas fijas para impulsión horizontal, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir.

#### **Difusor lamas ajustables manualmente**

Difusor de efecto rotativo y vertical, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir. Las lamas del difusor son ajustables manualmente en 3 posiciones: rotación horizontal centrífuga, rotación horizontal centrípeta, impulsión vertical sin rotación.

#### **Difusor lamas ajustables motorizadas**

Difusor de efecto rotativo y vertical, para impulsar elevados caudales desde más de 4 m de altura, construido en chapa de acero pintada al horno de color a elegir. Las lamas están motorizadas, y pueden adquirir varias posiciones: rotación horizontal (para impulsar aire frío), rotación a 45° (para aire isoterma) e impulsión vertical sin rotación (aire caliente). La motorización de las lamas se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V o 24 V) o del tipo proporcional (a 24 V), según se especifique en el proyecto.

#### **Criterios de instalación**

- r) Unión difusor-plénium: Se realizará por un tornillo en el centro de la parte frontal del difusor, fijado al plénium. La cabecera del tornillo irá disimulada por un embellecedor. Se colocará una junta de estanqueidad perimetral para garantizar el sellado de la unión.
- s) Sujeción del conjunto: El conjunto plénium-difusor se fijará al forjado del techo independientemente del falso techo. No podrá apoyarse en el falso techo. El sistema de sujeción deberá permitir la nivelación de los difusores respecto al falso techo. Se instalarán varillas roscadas tipo M4, que se fijarán a pestañas del plénium con tuerca y contratuerca, y se fijarán en su parte superior al forjado con tacos para roscar.
- t) La conexión del conducto principal de aire al plénium del difusor se realizará con conducto circular flexible aislado, de no más de 1,2 m de recorrido, instalado sin curvas bruscas ni estrangulamientos, y con un punto de soporte a techo intermedio si la longitud del flexible es superior a 1,0 m. No se aceptarán conexiones directas de conducto a difusor (esto es, sin plénium).
- u) Selección de difusores: Según indicaciones del fabricante, asegurando una velocidad media del aire de 0,18 m/s en zona ocupada y seleccionando a una velocidad máxima del aire de 0,25m/s a 1,8 metros de altura, una velocidad mínima de salida de aire de 3m/s y con los siguientes criterios:

Sistemas de caudal constante: Dado que en este tipo de sistemas el caudal de aire no variará, se debe seleccionar la difusión para que la distribución de aire sea óptima y el ruido mínimo; por este motivo los elementos de difusión en el circuito de impulsión se seleccionarán par que la potencia sonora esté alrededor de los 35-37 dBA. Además, la pérdida de carga del elemento no será superior a 30 Pa.

Sistemas de caudal variable: Estos sistemas aportan la cantidad de aire necesaria para conseguir las condiciones de confort en la sala. El diseño del sistema se lleva a cabo para la situación más desfavorable, de manera que la mayor parte de horas el caudal de aire a través del elemento de difusión diferirá del punto de selección. Para asegurar que el funcionamiento es correcto a cargas parciales, se seleccionarán dichos elementos de difusión a una potencia sonora entre 40-42 dBA y una pérdida de carga inferior a 37 Pa. De esta manera se asegura que el elemento de difusión funcione perfectamente durante la mayor parte de las horas, a cargas parciales. Además, en sistemas de caudal variable, se tendrá en consideración el

caudal mínimo del difusor para evitar el “descuelgue” de la vena de aire, con las correspondientes molestias ocasionadas, mediante el ajuste conveniente del caudal mínimo del sistema por cada difusor.

En cualquier caso la presión sonora en zona ocupada no superará el límite permitido por la normativa correspondiente aplicable en cada espacio.

Los espacios de gran altura se deberán estudiar exhaustivamente con el fabricante para que la difusión, tanto en frío como calor, sea óptima, siempre asegurando un nivel de presión sonora en espacio habitado que cumpla con las exigencias normativas.

- v) Los difusores deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán difusores fabricados sin referencias fiables.
- w) El acabado (color) y modelo de los difusores deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

### **2.7.13. REJILLAS DE IMPULSION Y RETORNO** Las rejillas para impulsión y retorno de aire pueden ir instaladas en paramentos (paredes, techos o suelos) o directamente sobre conductos. Están formadas por parte frontal, marco y accesorios:

#### **Parte frontal**

El frontal de la rejilla estará formado por lamas horizontales, que pueden ser ajustables de forma individual o fijas. Las lamas serán de aluminio o chapa de acero, acabadas con pintura al horno o lacadas. No se aceptarán rejillas en plástico.

#### **Marco y premarco**

Cuando así se especifique en el proyecto, las rejillas dispondrán de marco del mismo material y acabados que la parte frontal. El marco se realizará con perfiles a inglete y unidos de forma estanca, con junta perimetral. Cuando las rejillas se instalen sobre paramentos, se colocará un premarco en el paramento, al que se fijará la rejilla. El premarco será de chapa galvanizada, excepto cuando se fije sobre yeso, que será de madera (para evitar oxidaciones).

#### **Accesorios**

- x) Las rejillas de impulsión, incorporarán en su parte posterior un rectificador de dirección de aire, formado por lamas deflectoras verticales ajustables individualmente desde el frontal de la rejilla.
- y) Si se especifica en proyecto, las rejillas de impulsión y retorno incorporarán en su parte posterior una compuerta de regulación de caudal del tipo de lamas opuestas o corredera, regulable desde el frontal de la rejilla.
- z) Opcionalmente, la rejilla puede incorporar un filtro de aire en su parte posterior. El filtro será del tipo plano, lavable, con marco metálico, accesible al retirar la rejilla. El material del filtro deberá ser de clasificación al fuego M1, y su eficacia mínima será EU4. No se aceptarán filtros del tipo desechable y/o con marco de cartón.

#### **Criterios de instalación**

- aa) Las rejillas pueden ser montadas directamente sobre conducto o a través de un premarco sobre paramentos. No se aceptará la fijación de rejillas directamente a placas de falso techo, pues podría provocar pandeos de las placas. Las rejillas en falso techo se fijarán con soportes hasta forjado o con travesaños a los perfiles del falso techo. No se aceptará la fijación de rejillas con tornillos vistos en el frontal.
- bb) Conexión de rejillas: en el caso de rejillas de tipo lineal continua, se dispondrá una conexión cada 1.500 mm de rejilla o fracción. La conexión normal será a conducto a través de una embocadura del mismo material que el conducto. La abertura de la embocadura desde el conducto a la rejilla no será en principio mayor de 60° (30° por cada lado).

Si no es posible limitar el ángulo de abertura de la embocadura, se admitirán embocaduras con aberturas mayores (hasta 120°) si se instalan guías deflectoras de aire en la embocadura para garantizar un buen reparto del aire por toda la rejilla. Como alternativa a esta solución, se admitirán conexiones con plenum de chapa galvanizada aislada interiormente y chapa

interior perforada equalizadora del aire, con conexión a conducto principal a través de conducto flexible circular.

- cc) Selección de rejillas de impulsión: Según indicaciones del fabricante, asegurando una velocidad máxima del aire en zona ocupada de 0,25 m/s, una velocidad mínima de salida de aire de 4 m/s y con los siguientes criterios:

Sistemas de caudal constante: Dado que en este tipo de sistemas el caudal de aire no variará, se debe seleccionar la difusión para que la distribución de aire sea óptima y el ruido mínimo; por este motivo los elementos de difusión en el circuito de impulsión se seleccionarán par que la potencia sonora esté alrededor de los 35-37 dBA. Además, la pérdida de carga del elemento no será superior a 30 Pa.

Sistemas de caudal variable: Estos sistemas aportan la cantidad de aire necesaria para conseguir las condiciones de confort en la sala. El diseño del sistema se lleva a cabo para la situación más desfavorable, de manera que la mayor parte de horas el caudal de aire a través del elemento de difusión diferirá del punto de selección. Para asegurar que el funcionamiento es correcto a cargas parciales, se seleccionarán dichos elementos de difusión a una potencia sonora entre 40-42 dBA y una pérdida de carga inferior a 37 Pa. De esta manera se asegura que el elemento de difusión funcione perfectamente durante la mayor parte de las horas, a cargas parciales. Además, en sistemas de caudal variable, se tendrá en consideración el caudal mínimo del elemento para evitar el “descuelgue” de la vena de aire, con las correspondientes molestias ocasionadas, mediante el ajuste conveniente del caudal mínimo del sistema por cada difusor.

En cualquier caso la presión sonora en zona ocupada no superará el límite permitido por la normativa correspondiente aplicable en cada espacio.

- dd) Selección de rejillas de retorno: La selección de los elementos de difusión en los circuitos de retorno se efectuará de tal manera que la pérdida de carga sea siempre inferior a 20 Pa y la potencia sonora inferior a 35 dBA, intentando que ambos valores se sitúen en 13 Pa y 25 dBA. En sistemas con ventilador con presión disponible reducida (por ejemplo, fancoils) el elemento de retorno será inferior a 10 Pa.
- ee) Las rejillas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán rejillas fabricadas sin referencias fiables.
- ff) El acabado (color) y modelo de las rejillas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

#### **2.7.14. REJAS DE TOMA Y DESCARGA DE AIRE EXTERIOR** Las rejillas de intemperie para toma y descarga de aire exterior irán normalmente instaladas sobre paramentos. Están formadas por parte frontal, marco y premarco.

##### **Parte frontal**

El frontal de la rejilla estará formado por lamas horizontales con perfil especial antilluvia, construidas en chapa de acero galvanizado, acabadas con pintura al horno o lacadas. No se aceptarán rejillas en plástico.

En la parte posterior incorporarán una malla antipájaros, formada por tela metálica de acero galvanizado, con malla de 20x20 mm.

##### **Marco y premarco**

Cuando así se especifique en el proyecto, las rejas dispondrán de marco de chapa galvanizada, con perfiles a inglete y unidos de forma estanca, con junta perimetral. Se colocará también un premarco de fijación en el paramento, también de chapa galvanizada.

##### **Criterios de instalación**

- gg) Selección de rejillas: según indicaciones del fabricante, con los siguientes criterios:

Velocidad máxima efectiva de paso de aire: 2,5 m/s

- hh) Las rejillas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán rejas sin referencias fiables.

- ii) El acabado (color) y modelo de las rejillas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.
- jj) Cuando las rejillas se conecten a embocadura o a conducto, el interior de la embocadura deberá ser pintado de negro para que no pueda verse el conducto desde el exterior de la reja.

**2.7.15. BOCAS CIRCULARES DE VENTILACION** Las bocas circulares de ventilación tienen su aplicación para impulsión y extracción de pequeños caudales de aire. Están formadas por un aro circular perimetral y un disco central. El material de ambos elementos será la chapa de acero pintada al horno. No se aceptarán bocas en plástico.

El aro circular se fijará a paramento (pared o techo) con fijación oculta. Para garantizar un asiento correcto, el aro circular incorporará una junta de estanqueidad. No se aceptarán fijaciones con tornillos vistos en la parte frontal de la boca de ventilación. El disco central se fijará a un puente de montaje del aro circular a través de un espárrago central.

La regulación de caudal de la boca de ventilación se realiza por rotación del disco central, y fijando una tuerca en el espárrago para hacer de tope.

La conexión de la boca de ventilación al conducto principal se realizará con conducto flexible circular.

Las bocas de ventilación deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán bocas de ventilación fabricadas sin referencias fiables.

El acabado (color) y modelo de las bocas de ventilación deberá ser sometido a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

**2.7.16. REGULADOR DE CAUDAL CONSTANTE** Para ajustar el caudal de los locales o espacios, se instalarán reguladores de caudal de aire constante independientes de presión de sección circular o rectangular, según queda indicado en el Documento PLANOS (plano de fichas técnicas).

Los reguladores de caudal constante serán controlados por un actuador automecánico y tendrán las siguientes características:

- A. Los reguladores de caudal volumétrico con o sin actuadores se ajustarán en fábrica a un caudal volumétrico de referencia. Sin embargo, la puesta en marcha puede establecer el caudal volumétrico requerido en cada caso.
- B. Fuga de aire de la carcasa según EN 1751, clase C.
- C. Materiales y superficies.
  - Carcasa y piezas interiores en chapa de acero galvanizado.
  - Muelle de retorno acero inoxidable.
  - Membrana de poliuretano.
  - Casquillos de PTFE
  - Las compuertas pueden tener variante de acero galvanizado, acero inoxidable y aluminio.
- D. Si se especifica, revestimiento acústico de chapa de acero galvanizado.
  - Perfil de goma para el aislamiento mediante sellado del ruido de la estructura.
  - Recubrimiento mediante lana mineral.

Se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, instrumentos de regulación y medida y del aislamiento térmico y/o acústico, si existe, según lo siguiente:

- E. Se instalarán los elementos de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- F. La instalación puede ser en cualquier orientación. Con bridas de conexión a ambos extremos para conexión a conducto de aire.



- G. Se mantendrán las distancias de instalación para estabilización de caudal que requiere el fabricante.

Cuando se especifiquen reguladores de caudal de plástico para integración en redes de conductos circulares, en cumplimiento con EN 1506 o EN 13180, estos serán:

- H. Membrana de poliuretano
- I. Muelle de retorno de acero inoxidable
- J. Carcasa y lama de compuerta de plástico de elevada calidad, UL 94, V1; en cumplimiento con DIN 4102, clasificación B2.
- K. Junta de goma
- L. Presión de trabajo desde 30 hasta 300 Pa.
- M. Temperatura hasta 50°C
- N. Precisión de  $\pm 10\%$  en el caudal máximo.

Su instalación en el interior del conducto no necesita mantenimiento, pero se deberá indicar su ubicación mediante un adhesivo visible desde el punto de acceso a zona de mantenimiento

#### Selección:

Para la selección de cada uno de ellos en función del caudal se deberá tener en consideración que estos equipos mantienen el caudal constante aunque haya variaciones de presión en el conducto. La tabla de selección indica tanto valor máximo como mínimo, que representan los valores extremos a los que puede funcionar el equipo, pero no su punto de selección. El caudal que debe pasar por este elemento será aproximadamente el promedio entre estos dos valores (mínimo y máximo); esto representa entre el 40-70% del caudal máximo y nunca sobrepasar este 70% salvo en casos especiales.

#### **2.7.17. REGULADOR DE CAUDAL VARIABLE** Para ajustar el caudal de los locales o espacios, se instalarán reguladores de caudal de aire variable independientes de presión de sección circular o rectangular, según queda indicado en el Documento PLANOS (plano de fichas técnicas).

Los reguladores de caudal variable serán controlados por un actuador eléctrico y un controlador, que recibirá la señal de lectura de una sonda de presión diferencial y tendrán las siguientes características:

- A. Los reguladores de caudal variable volumétrico se ajustarán en fábrica a un caudal volumétrico de referencia. Sin embargo, la puesta en marcha puede establecer el caudal volumétrico requerido en cada caso.
- B. Fuga de aire de la carcasa según EN 1751, clase B o C para rectangulares y circulares respectivamente.
- C. Materiales y superficies.
  - Carcasa y piezas interiores en chapa de acero galvanizado.
  - Junta de la compuerta en plástico.
  - Casquillos de plástico.
  - Las compuertas pueden tener variante de acero galvanizado, acero inoxidable y aluminio.
- D. Si se especifica, revestimiento acústico de chapa de acero galvanizado.
  - Perfil de goma para el aislamiento mediante sellado del ruido de la estructura.
  - Recubrimiento mediante lana mineral.
- E. Sensor de presión diferencial integrado con orificios de 3 mm (resistente al polvo y a la contaminación)
- F. Posición de la compuerta de regulación visible desde el exterior

Se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, instrumentos de regulación y medida y del aislamiento térmico y/o acústico, si existe, según lo siguiente:

- A. Se instalarán los elementos de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- B. La instalación puede ser en cualquier orientación (a excepción de las unidades con transductor de presión diferencial estática). Con bridas de conexión a ambos extremos para conexión a conducto de aire.
- C. Instalar los controladores de las compuertas en los lugares cercanos a las compuertas dibujadas en los planos, teniendo en cuenta su accesibilidad. Montaje coordinado de operadores de compuerta y dispositivos de control.
- D. Se mantendrán las distancias de instalación para estabilización de caudal que requiere el fabricante.

Cada regulador puede disponer de múltiples sistemas de control, pero todos ellos dispondrán de doble bucle de control. Bucle de control entre lectura (temperatura, presión o calidad de aire) y consigna, que genera una demanda de caudal y bucle de control entre lectura de caudal y demanda.

Para la selección de cada uno de ellos en función del caudal se deberá tener en consideración que estos equipos regulan el caudal de aire de impulsión/retorno en función de una consigna. El caudal de selección debe ser aproximadamente entre el 65-85% del caudal máximo. Estas compuertas se pueden ajustar a su caudal máximo ya que la situación de máxima demanda, es decir de caudal máximo, ocurre pocas veces a lo largo de un año.

#### **2.7.18. COMPUERTA DE REGULACIÓN O CIERRE** Las compuertas de regulación permiten generar pérdida de carga para regulación de sistemas de distribución de aire, o cerrar/abrir circuitos. Pueden ser de sección circular o rectangular, según queda indicado en el Documento PLANOS (plano de fichas técnicas).

Tendrán las siguientes características:

- A. Fuga de aire de la carcasa según EN 1751, clase C.
- B. En el caso de las compuertas estancas el cierre de la lama será clase 4 según EN 1751
- C. Resistirá a temperaturas hasta 100°C para aplicaciones
- D. En redes de conducto normales de climatización resistirán hasta 50°C, pero en aplicaciones especiales de evacuación de vapor o humos hasta 100°C.
- E. Materiales y superficies.
  - Carcasa y lamas en chapa de acero galvanizado.
  - Junta de la compuerta de plástico
  - Las compuertas pueden tener variante de acero galvanizado, acero inoxidable y aluminio.

Se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, instrumentos de regulación y medida y del aislamiento térmico y/o acústico, si existe, según lo siguiente:

- A. Se instalarán los elementos de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- B. La instalación puede ser en cualquier orientación. Con bridas de conexión a ambos extremos para conexión a conducto de aire.
- C. Se mantendrán las distancias de instalación para estabilización de caudal que requiere el fabricante.

**2.7.19. COMPUERTA CORTAFUEGO** Para separar los distintos sectores de incendio se instalarán en los conductos de aire compuertas cortafuegos de cierre automático de resistencia al fuego EI-120 o EI-180, según lo exigido por el sector. Pueden ser de sección circular o rectangular, según queda indicado en el Documento PLANOS (plano de fichas técnicas).

La compuerta debe estar ensayada para cumplir con EN 1366-2, EN 15650 y EN 13501 y tendrá las siguientes características:

- Carcasa de chapa de acero galvanizada, con aislamiento de poliuretano y juntas intumescentes
- La clapeta de cierre será de material aislante especial, preferiblemente fibrosilicato.
- Las compuertas cortafuegos estarán dotadas de fusible térmico bimetálico o de botellín tarado a 72 °C. Estará situado en el flujo del aire para detectar los humos calientes que pasen por el interior del conducto.
- Estanqueidad de la lama de la compuerta en cumplimiento con EN 1751, clase 2.
- Los actuadores de la compuerta no tendrán un tiempo de cierre superior a 16 segundos y en caso de rearme, éste no excederá los 140 segundos.

Se seleccionarán siempre con un tamaño por lado superior al del conducto. Es decir, añadiendo 50mm en altura y 50mm en anchura para las compuertas rectangulares, y el siguiente tamaño para las circulares. En cualquier caso, nunca se excederán 50 Pa de pérdida de carga.

Se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, instrumentos de regulación y medida según lo siguiente:

- Se instalarán los elementos de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- La instalación puede ser en cualquier orientación vertical u horizontal. Con bridas de conexión a ambos extremos para conexión a conducto de aire.
- Se podrá montar en paredes macizas como por ejemplo hormigón, mampostería según EN 1996 o DIN 1053, paneles de yeso macizos según EN 12859 o DIN 18163.
- Montaje en forjado macizo de por ejemplo hormigón, hormigón poroso, con densidad aparente  $\geq 500 \text{ kg/m}^3$  y grosor de techo  $W \geq 150 \text{ mm}$ .
- Deben permitir relleno perimetral de mortero resistente al fuego.
- Cuando se requieran más de una compuerta cortafuegos debido a limitaciones de caudal, estas se instalarán a una distancia mínima de 200mm.
- Los tacos de anclaje metálicos con aprobación técnica europea (ETA) sin resistencia al fuego certificada: se instalarán tacos de anclaje con diámetro mínimo M8 con una profundidad doble a la indicada en el certificado de aprobación. Sin embargo, dicha profundidad debe ser al menos de 60 mm, y el anclaje no debe soportar cargas superiores a 50 kg.

**2.7.20. HUMIDIFICADORES ISOTÉRMICOS** Los humidificadores están destinados a aumentar la tasa de vapor del aire de ventilación en los climatizadores.

Los humidificadores pueden ser de inyección de vapor o adiabáticos, según se especifique en el resto de documentos del proyecto.

#### **Humidificadores de inyección de vapor (isotérmico) eléctricos**

**Resistencias:** Los humidificadores serán preferiblemente de resistencia, salvo especificado lo contrario en la documentación adjunta, ya que se adaptan mucho mejor a cualquier conductividad del agua y alarga mucho la vida útil del mismo así como las operaciones de mantenimiento.

Generalmente a las resistencias se les suelen formar una capa de cal, siendo un residuo seco provocado por el agua que puede envolver a la propia resistencia reduciendo su conductividad. La solución pasa por aplicar una carga eléctrica por la resistencia que caliente el material dilatándolo hasta el punto de llegar a romper esta capa envolvente. Una vez deshecha esta capa se desagua este residuo dejando la resistencia completamente limpia. Este mantenimiento lo debe hacer automáticamente el equipo.

Puede trabajar con agua osmotizada, descalcificada o de red directamente (si se cumplen los requisitos, mínimos del fabricante): Dureza 5-40 °fH (contenido en sales) y conductividad de 0-1500 microsiemens (contenido en cal).

**Electrodos:** En aquellos casos donde sea justificado se podrá utilizar humidificadores de electrodos. Estos equipos son muy sensibles a la conductividad del agua. Es recomendable no tratar el agua; ni osmotizar ni descalcificar. Se debe tener en cuenta que el agua osmotizada pura no le conviene ya que se degrada muy rápido. Trabajar con agua de red únicamente y ésta debe tener las condiciones que requiere el fabricante con conductividad de 75-1250 microsiemens (contenido en cal) y dureza 10-40 °fH (contenido en sales)

En cualquier caso el desagüe de condensados se debe conducir hasta el bajante más próximo, asegurando que la temperatura de entrada al mismo no exceda los 60°C. Si no es posible reducir la temperatura de los condensados durante la conducción al bajante, se utilizará una kit de enfriamiento que mezcle el agua con la de red de forma automática. El tubo de desagüe será preferiblemente de cobre para aguantar altas temperaturas.

Se seguirán todas las instrucciones de instalación por parte del fabricante, en cuanto a distancias de manguera, instalación en conducto de las lanzas, formación de bolsas de aire no deseadas, etc. Cuando se instalen lanzas en el climatizador, no se instalarán en el centro de la sección correspondiente, sino al lado más alejado posible del ventilador, dejando la distancia necesaria según fabricante para conseguir una completa absorción del agua por parte del aire y evitar cualquier gota sobre el ventilador.

La regulación del humidificador debe permitir modular de manera proporcional entre 20-100% como mínimo. Además, siempre se incorporará una sonda de humedad limitadora en la impulsión y otra para la regulación.

#### **Humidificadores de inyección de vapor (isotérmico) con quemador a gas**

Puede trabajar con agua osmotizada, descalcificada o de red directamente (si se cumplen los requisitos, mínimos del fabricante): Dureza 5-40 °fH (contenido en sales) y conductividad de 0-1500 microsiemens (contenido en cal).

El intercambiador debe ser de acero inoxidable y el quemador con cámara estanca. Se incorporará un detector de llama en el quemador que cierra la válvula del gas en caso de anomalías en el funcionamiento.

En cualquier caso el desagüe de condensados se debe conducir hasta el bajante más próximo, asegurando que la temperatura de entrada al mismo no exceda los 60°C. Si no es posible reducir la temperatura de los condensados durante la conducción al bajante, se utilizará una kit de enfriamiento que mezcle el agua con la de red de forma automática. El tubo de desagüe será preferiblemente de cobre para aguantar altas temperaturas.

Se seguirán todas las instrucciones de instalación por parte del fabricante, en cuanto a distancias de manguera, instalación en conducto de las lanzas, formación de bolsas de aire no deseadas, etc. Cuando se instalen lanzas en el climatizador, no se instalarán al medio de la sección correspondiente, sino al lado más alejado posible del ventilador, dejando la distancia necesaria según fabricante para conseguir una completa absorción del agua por parte del aire y evitar cualquier gota sobre el ventilador.

La regulación del humidificador debe permitir modular de manera proporcional entre 25-100% como mínimo. Además, siempre se incorporará una sonda de humedad limitadora en la impulsión y otra para la regulación.

#### **2.7.21. BOMBAS ACELERADORAS EN LINEA** Las bombas aceleradoras se montarán sobre la misma tubería, equipadas con motor independiente cuidando de que siempre quede el motor en posición horizontal.

Los pasos interiores de las bombas serán suficientemente amplios para que permitan la circulación del agua aunque la bomba esté parada.

Las bombas se acoplarán a la tubería mediante juegos de pletinas y conos de reducción especiales.

El motor de las bombas deberá estar en lugar visible y de fácil acceso para facilitar su desmontaje y reparación.

Todas las partes de las bombas deberán poder resistir temperaturas de agua de 110 °C.

Todas las bombas deberán llevar una placa de características de funcionamiento de la bomba, además de la placa de motor.

La placa estará marcada de forma indeleble y situada en lugar fácilmente accesible sobre la carcasa o el motor.

#### **2.7.22. BOMBAS CENTRIFUGAS EN LINEA** Se instalarán en los lugares indicados en los planos, ajustándose a las características en ellos indicados.

Serán bombas centrífugas, de rotor seco con motor directamente acoplado, formando un bloque compacto.

Las bombas tendrán un MEI mínimo del 60%. No se aceptarán eficiencias inferiores.

La estanqueidad en el eje, será por medio de cierre mecánico tipo DIN 24.960.

El eje de la bomba será de acero inoxidable con casquillo de protección de bronce en el eje.

Los motores serán trifásicos 2.900/1.450 r.p.m, no emplear bombas de 2.900 r.p.m sin medidas especiales de insonorización, tipo de protección IP 44/54 y clase de aislamiento B.

La línea desde el cuadro eléctrico y de derivación al receptor estará formada por cables, bandeja, tubo y cajas de las características indicadas en el proyecto de electricidad.

Carcasa de la bomba en fundición gris y la presión de trabajo máxima admisible será de 16 bar hasta 120 °C, con fluidos de -10 °C hasta +140 °C.

Cada bomba estará aislada entre dos llaves, instalándose válvula de retención y filtro con tamiz en forma de cartucho.

Todas las bombas deberán llevar una placa de características de funcionamiento de la bomba además de la placa del motor.

La placa estará marcada de forma indeleble y situada en lugar fácilmente accesible sobre la carcasa o el motor.

Se dispondrá en la impulsión de la bomba una válvula de retención o una válvula motorizada de 2 vías que impedirá el retorno de agua hacia la bomba, en situación de paro. En el caso de la válvula motorizada, se asegurará que abra después de que la bomba esté a régimen. Es decir, la rampa de abertura será más larga que la de aceleración de la bomba.

En las tubuladoras de impulsión y retorno, se montarán válvulas de seccionamiento para el desmontaje de la bomba "en caso avería"

Se utilizarán los sistemas elásticos que sean precisos para no transmitir vibraciones a los puntos de anclaje.

Para el control de la presión de la bomba se colocará tubería de conexión entre aspiración e impulsión de la misma con inclusión de manómetro intercalado entre válvulas de corte.

Estos manómetros estarán escalados y con la precisión adecuada al régimen de presiones a controlar. Los manómetros, anterior y posterior a la bomba, se colocarán a una distancia equivalente a 2 veces el diámetro de la tubería

La alineación entre ejes de bomba y motor acoplados, deberá estar perfectamente acoplada y se deberán comprobar siempre que se cambie un motor o se desmonte el acoplamiento.

#### **2.7.23. BOMBA ACELERADORA PARA CIRCUITO RETORNO AGUA CALIENTE** Se pondrá lo mas cerca del acumulador para favorecer la circulación del agua de retorno.

Estará construida de fundición, bronce, latón, materiales sintéticos o acero inoxidable y teniendo en cuenta que todos los elementos serán inalterables al agua caliente sanitaria.

En edificios de grandes dimensiones o donde el tratamiento térmico para la prevención y control de la legionela, se realice a 70°C durante más de 2 horas, los materiales de la bomba deberán estar diseñados para una temperatura de trabajo de 80°C.

Irà embridada o roscada al tubo con elemento de estanqueidad también inalterable al agua caliente y el eje motriz de la bomba quedará en posición horizontal.

Su velocidad de régimen será menor de 1.450 r.p.m. y el equipo de fácil revisión antisedimentaria llevará prensaestopas y llaves de compuertas antes y después de la bomba.

Estará homologada por la Delegación de Industria.

### Instalación

El motor nunca debe estar orientado hacia abajo e instalado de manera que las tensiones de las tuberías no pasen al cuerpo de la bomba.

Las bombas podrán instalarse colgadas en las tuberías o bien en una consola o bancada, con el motor en posición vertical. Cuando se instale una bomba doble en una tubería horizontal, se montará un purgador automático de aire en la cámara superior de la bomba.

Para asegurar la refrigeración del motor y componente electrónico y el mantenimiento de la misma, se respetarán las distancias de montaje del fabricante. En instalación exterior se protegerán contra la lluvia y agentes exteriores.

Para evitar ruidos y vibraciones se montarán juntas de expansión y amortiguadores en el caso de instalación sobre bancada.

La conexión eléctrica y protección se realizará según la normativa correspondiente y según especificaciones del fabricante. El conexionado de control se realizará mediante cableado apantallado (min. 0,5 mm<sup>2</sup>).

#### 2.7.24. CÁMARA DE BOMBEO

El recinto estará construido por hormigón armado de características 175 kg/cm<sup>2</sup> y acero AE-42 uniforme, sin grietas e impermeabilizado totalmente en su interior.

Irà provisto de tapas rectangulares estancas con cierre hidráulico de dimensiones específicas según el modelo de la bomba a determinar por el fabricante de chapa de acero estriada de 0,5 cm mínimo de espesor, provistas de enganches para la cadena de izado de la bomba.

Las bombas serán de igual potencia y caudal provistas de motor asíncrono trifásico, acoplados en paralelo, sumergibles y extraíbles a depósito lleno. El funcionamiento será alternativo automático mediante interruptores de nivel susceptible de regulación manual.

En el cuadro eléctrico próximo a las bombas se preverá una alarma acústica y visual de parada e interruptores de arranque y parada para cada bomba.

A la salida de bombas se colocarán válvulas de corte y retención. El depósito dispondrá de rebosadero y ventilación al exterior. Todos los elementos metálicos estarán protegidos contra la corrosión.

El volumen útil del depósito estará directamente en función del caudal de las bombas simultáneas en funcionamiento y el número de arranque/horario admitido por el motor de las bombas.

El número de arranques máximo admitido por hora será de:

10 a 12 para motores de 0,5 a 5,5 kW

8 a 10 para motores de 7,5 a 1,1 kW

6 a 8 para motores de 15 a 22 kW

El caudal de agua en la entrada del pozo deberá dirigirse hacia las aspiraciones de las bombas, de modo que la corriente llegue a ellas sin vórtices y con pérdidas de energía mínimas.

Para evitar la formación de torbellinos superficiales que permitan la penetración de aire en el pozo, las paredes deberán construirse de modo que se eviten zonas muertas. Un tabique correctamente colocado en la entrada puede reducir la tendencia a la formación de vórtices y torbellinos puntuales. La profundidad del agua deberá ser lo suficientemente grande como para impedir la formación de torbellinos.

Un suelo con pendiente y chaflanes o escalones contribuyen a evitar sedimentaciones.

Periódicamente el nivel de agua debería bajarse lo más posible para incrementar la velocidad y la turbulencia.

#### 2.7.25. TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADO

Las tuberías de acero galvanizado pueden ser sin soldadura (UNE 19.048) o con soldadura (UNE-EN 10255) longitudinal.

Se empleará tubería de acero galvanizado sin soldadura en las siguientes aplicaciones:



- Instalación de columna seca.
- Instalación de extinción automática por gas.
- Instalación de torres de recuperación.

Se empleará tubería de acero galvanizado con soldadura en las siguientes aplicaciones:

- Instalación de agua fría y caliente sanitaria.
- Instalación de torres de recuperación.

Todas las tuberías irán debidamente marcadas con el cumplimiento de la norma correspondiente.

Características generales:

El tubo debe ser recto. Los extremos tienen que acabar con un corte perpendicular al eje y sin relieves.

La superficie no debe tener incrustaciones, grietas, ni ratonados. Se pueden admitir ligeros rellenos, depresiones o estrías propias del proceso de fabricación, siempre que su profundidad sea menor o igual a la especificada en las tablas de características dimensionales y tolerancias.

Características dimensionales: Según UNE-EN 10255 serie Media (M).

Las superficies interior y exterior tienen que estar totalmente galvanizadas, de color uniforme gris plateado, semibrillante y sin manchas, puntos oxidados, goteo de baño ni exfoliaciones.

Dimensiones, tolerancia del diámetro y masa por unidad de longitud.

| Diámetro nominal | Diámetro exterior | Tamaño de la rosca | Diámetro exterior |      | H Serie Pesada   |   |              | M Serie Media    |   |                        |
|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------|------------------|---|--------------|------------------|---|------------------------|
| DN               | D                 | R                  | máx.              | min. | Espesor de pared | Masa por unidad de longitud de tubo negro |              | Espesor de pared | Masa por unidad de longitud de tubo negro |                        |
|                  |                   |                    |                   |      | T                | Extremo liso                              | Con manguito | T                | Extremo liso                              | Roscado y con manguito |
| (mm)             | (mm)              |                    | (mm)              | (mm) | (mm)             | (kg/m)                                    | (kg/m)       | (mm)             | (kg/m)                                    | (kg/m)                 |
| 6                | 10,2              | 1/8                | 10,6              | 9,8  | 2,6              | 0,487                                     | 0 ,490       | 2                | 0,404                                     | 0,40 7                 |
| 8                | 13,5              | 1/4                | 14                | 13,2 | 2,9              | 0,765                                     | 0 ,769       | 2,3              | 0,641                                     | 0,645                  |
| 10               | 17,2              | 3/8                | 17,5              | 16,7 | 2,9              | 1,02                                      | 1,03         | 2,3              | 0,839                                     | 0,845                  |
| 15               | 21,3              | 1/2                | 21,8              | 21,0 | 3,2              | 1,44                                      | 1,45         | 2,6              | 1,21                                      | 1,22                   |
| 20               | 26,9              | 3/4                | 27,3              | 26,5 | 3,2              | 1,87                                      | 1,88         | 2,6              | 1,56                                      | 1,57                   |
| 25               | 33,7              | 1                  | 34,2              | 33,3 | 4                | 2,93                                      | 2,95         | 3,2              | 2,41                                      | 2,43                   |
| 32               | 42,4              | 1 1/4              | 42,9              | 42   | 4                | 3,79                                      | 3,82         | 3,2              | 3,10                                      | 3,13                   |
| 40               | 48,3              | 1 1/2              | 48,8              | 47,9 | 4                | 4,37                                      | 4,41         | 3,2              | 3,56                                      | 3,6                    |
| 50               | 60,3              | 2                  | 60,8              | 59,7 | 4,5              | 6,19                                      | 6,26         | 3,6              | 5,03                                      | 5,10                   |
| 65               | 76,1              | 2 1/2              | 76,6              | 75,3 | 4,5              | 7,93                                      | 8,05         | 3,6              | 6,42                                      | 6,54                   |
| 80               | 88,9              | 3                  | 89,5              | 88   | 5                | 10,3                                      | 10,5         | 4                | 8,36                                      | 8,53                   |

|     |       |   |       |       |     |      |      |     |      |      |
|-----|-------|---|-------|-------|-----|------|------|-----|------|------|
| 100 | 114,3 | 4 | 115   | 113,1 | 5,4 | 14,5 | 14,8 | 4,5 | 12,2 | 12,5 |
| 125 | 139,7 | 5 | 140,8 | 138,5 | 5,4 | 17,9 | 18,4 | 5   | 16,6 | 17,1 |
| 150 | 165,1 | 6 | 166,5 | 163,9 | 5,4 | 21,3 | 21,9 | 5   | 19,8 | 20,4 |

**Almacenamiento:** En lugares protegidos contra los impactos, la lluvia, las humedades y los rayos del sol. Las tuberías se tienen que apilar horizontalmente y paralelamente sobre superficies planas.

La unión de las tuberías y de los accesorios será roscada para diámetros iguales o inferiores a DN 50, y será con bridas para diámetros superiores. Si la unión es roscada, se pintarán con minio las roscas y se encintará la unión con cintas tipo "teflón". Si la unión es con bridas, se dispondrá entre ellas una junta de cinta "teflón".

Se utilizarán accesorios específicos en cambios de dirección y derivaciones. No se admitirán los tubos curvados en caliente. No se admitirán accesorios de acero negro.

Los tendidos de tuberías se instalarán previo replanteo de forma paralela a los elementos estructurales del edificio, coordinando con el resto de instalaciones para no interferir con ellas.

Las tuberías se colocarán en su sitio sin forzarlas o flexearlas. Se instalarán de modo que contraigan o dilaten sin deterioro para sí mismas o el resto de la obra.

Todo paso por forjados o paramentos se realizará protegido por un pasamuros plástico que permita la libre dilatación del tubo.

Los tramos principales de tubería irán siempre vistos o en cámaras registrables.

El material de los accesorios (codos, derivaciones, reducciones, etc.), su calidad y las características físicas, mecánicas y dimensiones serán compatibles con las del tubo.

#### CONDICIONES GENERALES

La posición tiene que ser la reflejada en la D.T. o, en su defecto, la indicada por la D.F. Las juntas tienen que ser estancas a la presión de prueba, tienen que resistir los esfuerzos mecánicos y no tienen que producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

Las reducciones de diámetro, si no se especifican, tienen que ser excéntricas y se tienen que colocar enrasadas con las generatrices superiores de los tubos por unir.

Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se tienen que hacer únicamente por medio de los accesorios correspondientes al tipo de unión con que se ejecute la conducción (accesorios roscados y soldados).

Si hay que aplicar un elemento enroscado, no se tiene que enroscar en el tubo, se tiene que utilizar el correspondiente enlace de cono elástico de compresión.

Las tuberías por las que circulan gases con presencia eventual de condensados, tienen que tener una pendiente mínima de 0,5 % para posibilitar la evacuación de estos condensados.

La tubería que, en régimen de trabajo, se caliente, se tiene que separar de las vecinas  $\geq 250$  mm.

El paso a través de elementos estructurales se tiene que hacer con pasamuros y el espacio que quede se tiene que llenar con material elástico. Los pasamuros tienen que sobresalir  $\geq 3$  mm del paramento. Dentro del pasamuros no puede quedar ningún accesorio.

La superficie del tubo o del calorifugante, si tiene que tener, tiene que estar a  $\geq 300$  mm de cualquier conductor eléctrico y se debe procurar que pase por debajo.

**Colocación superficial:**

Los tubos tienen que ser accesibles. Las tuberías se tienen que extender perpendicularmente o paralelamente respecto a la estructura del edificio. Las horizontales tienen que pasar preferentemente cerca del pavimento o del techo.

La separación entre los tubos o entre estos y los parámetros tienen que ser  $\geq 30$  mm. Esta separación debe aumentar convenientemente si tienen que ir aislados.

Los dispositivos de soporte tienen que estar de tal manera que garanticen la estabilidad y la alineación del tubo.

Distancia entre soportes (tomando de referencia los valores de la norma UNE 100152):

| DIAMETRO<br>TUBERIA (DN, mm)                                   | DISTANCIA MAXIMA ENTRE SOPORTES (m) |                     |
|--|-------------------------------------|---------------------|
|  | Tramos verticales                   | Tramos horizontales |
| 15   | 2,5                                 | 1,8                 |
| 20   | 3,0                                 | 2                   |
| 25   | 3,0                                 | 2                   |
| 32   | 3,0                                 | 2,5                 |
| 40   | 3,5                                 | 2,5                 |
| 50   | 3,5                                 | 3,0                 |
| 65   | 4,5                                 | 3,0                 |
| 80   | 4,5                                 | 3,5                 |
| 100  | 4,5                                 | 4,0                 |
| 125  | 4,5                                 | 4,0                 |
| 150  | 4,5                                 | 4,5                 |
| Para valores superiores a DN150 se seguirá la norma UNE 100152 |                                     |                     |

Sobre tabiquería, los soportes se tienen que fijar con tacos y visos, y a las paredes, se tienen que empotrar. Entre la abrazadera del soporte y el tubo se debe interponer una anilla elástica. No se debe soldar el soporte al tubo.

La tubería no puede atravesar chimeneas ni conductos.

Tolerancias de instalación:

Nivel o plomado.....  $\geq 2$  mm/m

.....  $\geq 15$  mm/ total

Colocación enterrada:

Los tubos tienen que estar situados sobre un lecho de apoyo, cuya composición y espesor tienen que cumplir lo especificado en la D.T.

Tienen que quedar centrados y alineados dentro de la zanjas.

La tubería debe quedar protegida de los efectos de las cargas exteriores, del tráfico (en su caso), inundaciones de la zanja y de las variaciones térmicas.

Para contrarrestar las reacciones axiales que se producen en circular el fluido, las curvas, reducciones, etc., tienen que estar ancladas a dados macizos de hormigón.

En caso de coincidencia de tuberías de agua potable y de saneamiento, las de agua potable tienen que pasar por un plano superior a las de saneamiento y tienen que ir separadas tangencialmente 100 cm.

Por encima del tubo se debe hacer un relleno de tierras compactadas, que tienen que cumplir lo especificado en su pliego de condiciones.

Distancia de la generatriz superior del tubo a la superficie:

- En zonas con tráfico rodado.....  $\geq 100$  cm
- En zonas sin tráfico rodado.....  $\geq 60$  cm

#### CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Si la unión es roscada, la estanqueidad de los accesorios se debe conseguir preferentemente con teflón.

Para hacer la unión de los tubos no se tienen que forzar ni deformar los extremos.

Para hacer la unión entre los tubos y otros elementos de obra se debe hacer garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

Cada vez que se interrumpe el montaje, se tienen que tapar los extremos abiertos.

Una vez acabada la instalación se debe limpiar interiormente y hacerle pasar un disolvente de aceites y zanjas.

En el caso que la tubería sea para abastecimiento de agua, es necesario un tratamiento de depuración bacteriológico después de limpiarla.

#### COLOCACION ENTERRADA

Antes de bajar los tubos a la zanja la D.F. debe examinarlos, rechazando los que presenten algún defecto.

La descarga y manipulación de los tubos se debe hacer de forma que no reciban golpes.

Antes de la colocación de los tubos hace falta comprobar que la zanja, la anchura, el fondo y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en la D.T. En caso contrario hace falta avisar la D.F.

Durante el proceso de colocación no se tienen que producir desperfectos en la superficie del tubo. Se recomienda la suspensión del tubo por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado.

El fondo de la zanja debe estar limpio antes de bajar a los tubos.

La anchura de la zanja debe ser más grande que el diámetro del tubo más 60 cm.

Si la tubería tiene una pendiente  $> 10\%$  se debe montar en sentido ascendente. Si no se puede hacer de esta manera, hace falta fijarla provisionalmente para evitar el deslizamiento de los tubos.

Los tubos se tienen que calzar y acodar para impedir su movimiento.

Colocados los tubos en el fondo de la zanjas, se debe comprobar que su interior es libre de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento del tubo (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

Las tuberías y las zanjas se tienen que mantener libres de agua, agotando con bomba o dejando desguaces en la excavación.

No se tienen que montar tramos de más de 100 m de largo sin hacer un relleno parcial de la zanja dejando las juntas descubiertas. Estos rellenos tienen que cumplir las especificaciones técnicas del relleno de la zanjas.

Una vez situada la tubería en la zanja, parcialmente rellena excepto en las uniones, se tienen que hacer las pruebas de presión interior y de estanqueidad según la normativa vigente.

No se puede proceder al relleno de las zanjas sin la autorización expresa de la D.F.

Los dados de anclaje se tienen que hacer una vez terminada la instalación. Se tienen que colocar de forma que las juntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

Los tramos empotrados (derivaciones) de tuberías en muros o tabiques se realizarán si es posible en cámara ventilada, o bien, se protegerán con tubo flexible de PVC para permitir la libre dilatación. Las tuberías no deberán ponerse nunca en contacto con yeso húmedo, oxícloruros y escorias.

Para las tuberías de climatización, se preverán purgadores en los puntos altos y grifos de vaciado en los puntos bajos. El tendido horizontal de tuberías se realizará con una mínima pendiente desde los purgadores hacia los puntos de drenaje.

Una vez finalizada la instalación de las tuberías se realizará una prueba de estanqueidad para comprobar la ausencia de fugas y exudaciones, a una presión que dependerá del tipo de fluido transportado e instalación, según norma UNE 100.151 o según los reglamentos específicos para cada instalación,

| Instalación            | Presión de prueba<br>(Kg / cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------|--|
| Columna seca           | 15 Kg / cm <sup>2</sup> (mínimo 2 horas)     |
| Torres de recuperación | 10 Kg / cm <sup>2</sup> (mínimo 12 horas)    |
| Agua sanitaria         | Método A de la UNE ENV 12108                 |

En la instalación de agua sanitaria, la red de agua fría se instalará a no menos de 4 cm de la red de agua caliente, y por debajo de ella. La red de agua caliente irá debidamente calorifugada tanto en impulsión como en retorno.

Por último, se señalizarán todas las tuberías indicando el fluido que transportan y la dirección del mismo.

**2.7.26. SOPORTES PARA TUBERIAS** La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los parámetros se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos parámetros, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. Todas las conexiones a la estructura se dimensionarán de acuerdo con la carga aplicada real más cualquier aumento de componente sísmico vertical. No dimensionar la conexión a la estructura de acuerdo con el tamaño de la varilla de suspensión roscada.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

Los soportes de las columnas y bajantes abrazarán enteramente el tubo mediante pletina curvada en forma de semicírculos con orejas taladradas para unir los dos semicírculos mediante tornillos y tuercas, fijados a elementos de la propia construcción si es posible o a perfiles metálicos dispuestos al efecto.

Los soportes de las distribuciones horizontales se realizarán mediante un elemento formado por dos perfiles en L unidos entre sí por los extremos con pletinas, dejando entre ambos perfiles una

rendija de 2 cm aproximadamente soportados del techo con varilla roscada anclada al mismo spitrox. Las tuberías se apoyarán en el soporte mediante cañas soldadas al perfil y de diámetro inmediatamente superior al de la tubería que soporta y disponiendo una abrazadera para sujetar el tubo. De esta forma el tubo puede dilatar libremente excepto en los puntos que se determinen como fijos. Entre la media caña, abrazadera y el tubo se dispondrá una junta de goma y se cuidará que entre el soporte en V, la varilla roscada y la tuerca haya algún elemento antivibratorio.

Los soportes de los colectores de los bajantes se realizarán con perfiles en U soportados del techo con varilla roscada anclada al mismo spitrox. La sujeción del colector al perfil se realizará mediante pletina adaptada al tubo y atornillada al perfil.

Los soportes de las tuberías de fontanería y climatización llevarán una junta de goma que abrace enteramente el tubo para evitar el contacto directo del tubo con el soporte. En las tuberías de las instalaciones de extinción de incendios la junta de goma se sustituirá por tres capas de cinta adhesiva plástica para cumplir las especificaciones de las compañías de seguros.

Se debe instalar el soporte en la tubería de manera que no dañe el aislamiento. Se deben utilizar accesorios de sujeción de tubería de acero según sea necesario para proteger el recubrimiento de la tubería. Los colgadores de tuberías en tuberías aisladas deben instalarse en el exterior del aislamiento y no en contacto con la tubería (excepto en el refuerzo de tuberías sísmicas cuando sea necesario) o utilizar soportes con el aislamiento incluido para que se mantenga rígido. El aislamiento debe estar protegido por una pantalla de acero galvanizado de calibre 18.

Todos los elementos metálicos montados en la intemperie serán contruidos en perfiles laminados de acero y posteriormente galvanizados, toda la tornillería, tuercas, tornillos, arandelas, etc. estarán contruidos en acero inoxidable.

Todos los elementos metálicos montados en el interior del edificio serán contruidos en perfiles laminados de acero y recubiertos con pintura anticorrosiva, toda la tornillería, tuercas, tornillos, arandelas, etc. estarán contruidos en acero y posteriormente "pavonados".

La distancia máxima entre soportes, para tuberías de acero negro y acero galvanizado, cobre, será la indicada en la tabla de los detalles correspondientes.

## **2.7.27. TUBERIAS DE ACERO NEGRO** Las tuberías de acero negro pueden ser sin soldadura o con soldadura longitudinal según UNE-EN 10.255.

Se empleará tubería de acero negro sin soldadura en las siguientes aplicaciones:

- Instalación de climatización.
- Instalación de gas natural.
- Instalación de equipos de manguera y rociadores.

Se empleará tubería de acero negro con soldadura en las siguientes aplicaciones:

- Instalación de climatización.
- Instalación de equipos de manguera y rociadores.

Todas las tuberías irán debidamente marcadas con el cumplimiento de la norma correspondiente.

Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.

Para climatización la unión de las tuberías será soldada y, la unión de los accesorios, se realizará roscada para diámetros hasta DN 50 y con bridas para diámetros superiores. Se utilizarán accesorios adecuados en cambios de dirección y derivaciones. No se admitirán los tubos curvados en caliente.

Los cambios de sección en las tuberías deberán hacerse siempre mediante reducciones tronco-cónicas normalizadas. Siempre que no existan restricciones de espacio, se utilizarán curvas de radio amplio normalizados.

Las tuberías deberán cortarse utilizando herramientas adecuadas y con precisión para evitar sobreesfuerzos. Las uniones, tanto roscadas como soldadas presentarán un corte limpio, exentos de rebabas. Los extremos de las tuberías para soldar se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de



goma klingerit o del elemento adecuado al fluido trasegado. Las uniones roscadas deberán hacerse aplicando un lubricante solo a la rosca macho, realizándose el sellado mediante cáñamo o esparto enrollado en el sentido de la rosca.

Para compensar en las redes de tuberías los efectos debidos a cambios de temperatura se instalarán compensadores de dilatación. Los dilatadores serán de acero al carbono o de acero inoxidable y sus presiones de trabajo serán como mínimo las mismas que las de los sistemas en que se encuentran instalados.

Las tuberías deberán instalarse, previo replanteo, de forma limpia, nivelada y siguiendo un paralelismo con los parámetros del edificio a menos que se indique lo contrario. Toda la tubería, valvulería y accesorios asociados, deberán instalarse con separación suficiente de otros materiales para permitir su fácil acceso y manipulación y evitar todo tipo de interferencias.

Las tuberías se cortarán exactamente a las dimensiones establecidas a pie de obra y se colocarán en su sitio sin forzarlas o flexearlas.

Las tuberías y las soldaduras se deben pintar con dos capas de pintura antioxidante; se deben preparar limpiando y eliminando completamente el óxido, la grasa, el aceite, la suciedad y la corrosión de la superficie, utilizando un cepillo de alambre, papel de lija y / o medio desengrasante según sea necesario. La pintura se debe aplicar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las capas de pintura se realizarán con dos colores diferentes.

El pintado del tubo debe ser uniforme a lo largo de toda la superficie. No debe haber fisuras, bolsas ni otros defectos.

Las tuberías se almacenarán en lugares donde están protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rozaduras y arrastres que pudieran dañar la resistencia mecánica y las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las tuberías ya sean aisladas o no, deberán identificarse mediante bandas de colores, de acuerdo con las Normas UNE 100100 o UNE 1063, añadiendo texto rotulado identificando el fluido. Igualmente deberán exhibir flechas indicativas del sentido del flujo.

Para climatización se señalizarán con cinta adhesiva de colores y flechas dispuestas sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 100100, en tramos no superiores a 5 metros de separación y coincidiendo siempre en lugares visibles, puntos de registro, en la proximidad de válvulas y aparatos o elementos de regulación. La anchura de las franjas debe ser igual o superior a 100 mm y, en caso de franjas múltiples, la distancia entre bordes será igual a su anchura. Así mismo se utilizarán flechas adhesivas para señalar los sentidos de circulación de los flujos dentro de las tuberías, a distancias no superiores a 5 metros, preferiblemente del mismo color básico de las franjas o, alternativamente, de color blanco o negro.

El contacto entre la conducción y el elemento de soporte no deberá nunca realizarse directamente, sino a través de un elemento elástico no metálico que impida el paso de vibraciones hacia la estructura y, reduzca el peligro de corrosión por corrientes galvánicas y puentes térmicos. Cuando la conducción esté térmicamente aislada el aislamiento nunca deberá estar interrumpido y en ese caso la abrazadera deberá tener una superficie de contacto suficientemente amplia para que el material aislante resista sin aplastarse. Si está especificado en proyecto, se podrán utilizar soportes aislados que eviten deformaciones del aislamiento.

Todo paso por forjados o paramentos se realizará protegido por un pasamuros plástico que permita la libre dilatación del tubo.

Los tramos empotrados de tuberías en muros o tabiques se protegerán con tubo flexible de PVC para proteger los tubos y permitir su dilatación. Las tuberías no deberán ponerse nunca en contacto con yeso húmedo, oxicleuros y escorias.

La colocación de las redes de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire. En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano y preferentemente, en el sentido de circulación del fluido.

Para las tuberías de climatización, se preverán purgadores en los puntos altos y grifos de vaciado en los puntos bajos. El tendido horizontal de tuberías se realizará con una mínima pendiente desde los purgadores hacia los elementos terminales.

Los dispositivos de soporte tienen que estar de tal manera que garanticen la estabilidad y la alineación del tubo.

Distancia entre soportes (tomando de referencia los valores de la norma UNE 100152) indicado en los detalles constructivos.

Las conexiones de los equipos y los aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y a las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de corte y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibración, filtros, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR. A continuación se muestran las condiciones de montaje.

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre la bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- Las conducciones colectivas del edificio deben ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los recintos habitables o protegidos adyacentes.
- En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.
- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>.
- La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente

Una vez finalizada la instalación de las tuberías se realizará una prueba de estanqueidad para comprobar la ausencia de fugas y exudaciones, a una presión que dependerá del tipo de fluido transportado e instalación, según IT.2 del RITE o según reglamento específico para cada instalación.

Todas las pruebas serán efectuadas en presencia de persona delegada por la Dirección Facultativa que deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de agua dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

## **2.7.28. TUBERIAS DE COBRE PARA AGUA** Las tuberías serán lisas y de sección circular, construcción rígida, cumpliendo norma UNE-EN 1057, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos, utilizando para su unión manguitos con soldadura incorporada.

Deberán resistir sin fugas ni exudaciones, una presión hidrostática de 30 kg/cm<sup>2</sup>.

Las tuberías serán cortadas exactamente a las dimensiones establecidas en pie de obra y se colocarán en sus sitio, sin necesidad de forzarlas o flexearlas. Irán instaladas de forma que se contraigan o dilaten sin deterioro para ningún trabajo, ni para si mismas.

No se permitirán cambios de dirección u otras uniones que no se realicen con accesorios con soldadura incorporadas.

Los tendidos de las tuberías se instalarán paralelos o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio, acoplándose a las características que se especifican en planos y memoria adjuntos, dejando las máximas alturas libres para no interferir los aparatos de luz y el trabajo de otros similares.

La distancia entre soportes (tomando de referencia los valores de la norma UNE 100152) de las tuberías, deberán estar colocados a distancias no superiores a las indicadas en la tabla siguiente:

| DISTANCIA ENTRE SOPORTES   |                                |                                  |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Diámetro nominal<br>en mm. | Tramos verticales<br>en metros | Tramos horizontales<br>en metros |
| 12x1 - 15x1                | 2,4                            | 1,2                              |
| 18x1                       | 2,4                            | 1,3                              |
| 22x1 - 28x1                | 3,0                            | 1,6                              |
| 35x1,2                     | 3,0                            | 1,7                              |
| 42x1,2                     | 3,0                            | 1,9                              |
| 54x1,5                     | 3,0                            | 2,1                              |
| 64x1,5                     | 3,7                            | 2,3                              |
| 76x2 - 89x2                | 3,7                            | 2,6                              |
| 108x2                      | 3,7                            | 2,8                              |

Situando en las tuberías verticales dos soportes cada planta para tuberías de diámetros hasta 25 mm inclusive y uno para diámetros mayores.

Las tuberías que tengan un recorrido común pueden ser soportadas conjuntamente; la máxima distancia estará determinada por la tubería de menor diámetro.

El tubo de cobre empotrado en paramentos o bajo solados irá forrado con cartón ondulado o tubo de plástico coarrugado.

Cuando la conducción vaya recibida a los paramentos o a forjados mediante grapas, estas serán de latón con separación máxima de 400 mm.

Si la tubería atraviesa muros, tabiques o forjados se recibirá con mortero un manguito pasamuros con holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla plástica.

El tubo se obtendrá por estirado, sin soldadura, siendo desoxidado con fósforo.

Se podrán utilizar los siguientes tipos de juntas:

- Por medio de racores y manguitos roscados.
- Por medio de manguitos soldables.

Se podrá utilizar cualquier procedimiento de soldadura mientras que sea de tipo blando por capilaridad.

La colocación de las redes de distribución del fluido caloportador, se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire. En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano y preferentemente, en el sentido de circulación del fluido.

Para las tuberías de climatización, se preverán purgadores en los puntos altos y grifos de vaciado en los bajos. El tendido horizontal de tuberías se realizará con una mínima pendiente desde los purgadores hacia los elementos terminales.

Las conexiones de los equipos y los aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y a las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de corte y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibración, filtros, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR. A continuación se muestran las condiciones de montaje.

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre la bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- Se evitarán suspensiones complementarias a la general, cuando las bombas se instalen en la cubierta.
- Las conducciones colectivas del edificio deben ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los recintos habitables o protegidos adyacentes.
- En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.
- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>.
- La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente

Una vez finalizada la instalación de las tuberías se realizará una prueba de estanqueidad para comprobar la ausencia de fugas y exudaciones, a una presión que dependerá del tipo de fluido transportado e instalación, según IT.2 del RITE o según reglamento específico para cada instalación.

Las tuberías ya sean aisladas o no, deberán identificarse mediante bandas de colores, de acuerdo con las Normas UNE 100100 o UNE 1063, añadiendo texto rotulado identificando el fluido. Igualmente deberán exhibir flechas indicativas del sentido del flujo.

Para climatización se señalarán con cinta adhesiva de colores y flechas dispuestas sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 100100, en tramos no superiores a 5 metros de separación y coincidiendo siempre en lugares visibles, puntos de registro, en la proximidad de válvulas y aparatos o elementos de regulación. La anchura de las franjas debe ser igual o superior a 100 mm y, en caso de franjas múltiples, la distancia entre bordes será igual a su anchura.

Así mismo se utilizarán flechas adhesivas para señalar los sentidos de circulación de los flujos dentro de las tuberías, a distancias no superiores a 5 metros, preferiblemente del mismo color básico de las franjas o, alternativamente, de color blanco o negro.

Todas las pruebas serán efectuadas en presencia de persona delegada por la Dirección Facultativa que deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de agua dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

## 2.7.29. TUBERÍAS DE COBRE PARA INSTALACIONES FRIGORÍFICAS

Las canalizaciones serán de cobre no arsenical y deshidratados, desoxidado, recocidas y pulidas interiormente, capaces de soportar presiones 42 kg/cm<sup>2</sup>. Éstas podrán ser del tipo en barras (R290), semirrígido (R250) y en rollos (R220) según la UNE-EN 12.735-1 para estas instalaciones.

Tanto diámetros como espesores de las canalizaciones de cobre tendrán las siguientes características técnicas, y deben quedar marcadas con la denominación, norma Europea, designación del estado de tratamiento y dimensiones nominales de la sección transversal en milímetros.

| Diámetro exterior nominal |                |      | Espesor nominal de pared |       |      |     |      |
|---------------------------|----------------|------|--------------------------|-------|------|-----|------|
| Serie métrica (mm)        | Serie imperial |      | 0,8                      | 1,0   | 1,25 | 1,5 | 1,65 |
|                           | mm             | in   |                          |       |      |     |      |
|                           | 3,18           | 1/8  | r                        |       |      |     |      |
|                           | 3,97           | 5/32 | r                        | r     |      |     |      |
|                           | 4,76           | 3/16 | r                        |       |      |     |      |
| 6                         |                |      | R / r                    | r     |      |     |      |
|                           | 6,35           | ¼    | r                        | r     |      |     |      |
|                           | 7,94           | 5/16 | r                        | r     |      |     |      |
| 8                         |                |      | R / r                    | r     |      |     |      |
|                           | 9,52           | 3/8  | r                        | r     |      |     |      |
| 10                        |                |      | R / r                    | R / r |      |     |      |
| 12                        |                |      |                          | R / r |      |     |      |
|                           | 12,7           | 1/2  | r                        | R / r |      |     |      |
| 15                        |                |      |                          | R / r |      |     |      |
|                           | 15,87          | 5/8  |                          | R / r |      |     |      |
| 18                        |                |      |                          | R / r |      |     |      |
|                           | 19,06          | 3/4  |                          | r     | R    |     |      |
| 22                        |                |      |                          | R / r |      |     |      |
|                           | 22,23          | 7/8  |                          | r     | R    |     |      |

| Diámetro exterior nominal                                      |       |       | Espesor nominal de pared |   |   |   |   |
|--|-------|-------|--------------------------|---|---|---|---|
|  | 25,4  | 1     |                          | R |   |   |   |
| 28   |       |       |                          |   |   | R |   |
|  | 28,57 | 1 1/8 |                          | R | R |   |   |
|  | 34,92 | 1 3/8 |                          |   | R |   |   |
| 35   |       |       |                          |   |   | R |   |
|  | 41,27 | 1 5/8 |                          |   | R |   |   |
| 42   |       |       |                          |   |   | R |   |
|  | 53,97 | 2 1/8 |                          |   | R |   | R |
| Nota: R: Disponible en tubos rígidos; r: Disponible en rollos. |       |       |                          |   |   |   |   |

Las tuberías deberán instalarse de forma limpia, nivelada y siguiendo un paralelismo con los parámetros del edificio, a menos que se indique lo contrario.

Toda la tubería y accesorios asociados deberán instalarse con separación suficiente de otros materiales, para permitir su fácil acceso y manipulación.

Todas las uniones por soldadura a tope serán compatibles con el material de las tuberías, y estas deben quedar convenientemente protegidas. También deben tenerse en cuenta el tipo de gas refrigerante utilizado.

Los accesorios y elementos de cobre de unión con las canalizaciones se realizarán con soldadura de plata por capilaridad en un punto de fusión no inferior a 600°C.

En el caso de la utilización de accesorios flexibles para tuberías cumplirán con la norma UNE-EN 1736, y se prestará atención especial en la protección contra daños mecánicos, torsión y otros esfuerzos.

Los soldadores estarán homologados para la realización de estos trabajos.

Tanto en el transporte como en el acopio en obra todas las tuberías estarán cerradas por los extremos, antes de su instalación de forma que se mantenga la limpieza interna del tubo.

En el trazado de las tuberías deben tenerse en cuenta los requisitos generales siguientes:

- Todas las uniones deben ser sólidas y suficientemente resistentes y ser visibles para su inspección y reparación en condiciones.
- Se diseñarán los trazados para poder absorber los posibles golpes de ariete del sistema y que no se vea afectado el funcionamiento de los equipos.
- También se adecuarán los trazados con unas ciertas longitudes para las previsibles dilataciones.
- En todos los casos se protegerán en todo el recorrido para evitar deterioros tanto las adversidades medioambientales, congelación de la tubería de descarga, o acumulación de agua, suciedad o sedimentos.
- También debe diseñarse para que tanto equipos como canalizaciones queden protegidas en zonas de pasos para personas y vehículos.

Las suportaciones deberán evitar transmisión directa de ruidos y vibraciones a través de la estructura de los soportes, estos deben tener las siguientes separaciones máximas entre estos en función de los diámetros y tipo de material.



La fijación de la tubería a los soportes no debe realizarse directamente con abrazaderas de metal, para evitar las posibles condensaciones de agua y la corrosión galvánica de la abrazadera que se produciría en el contacto metal – cobre en presencia de agua de condensación.

La fijación de la tubería a los soportes no ha de tener una rigidez excesiva, sino que debe permitir la libre dilatación y contracción de la misma durante el funcionamiento normal del equipo. Más exactamente, en los distintos tramos debe haber como máximo un punto fijo, pues de otro modo se generarían tensiones térmicas en la tubería como consecuencia de la diferencia de longitud de la misma dependiendo de la temperatura del fluido que circule por ella. En determinados casos es recomendable la instalación de tiras y elementos capaces de absorber la dilatación de la tubería por deformación directa de la misma.

Los soportes de tuberías (tomando de referencia los valores de la norma UNE 100152) se situarán a la distancia máxima indicada a continuación:

Distancias horizontales:

| DISTANCIA ENTRE SOPORTES |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Diámetro                 | Distancia en metros |
| 6.35 mm (1/4")           | 1.0                 |
| 9.52 mm (3/8")           | 1.0                 |
| 12.7 mm (1/2")           | 1.2                 |
| 15.87 mm (5/8")          | 1.3                 |
| 19.06 mm (3/4")          | 1.4                 |
| 22.23 mm (7/8")          | 1.6                 |
| 25.4 mm (1")             | 1.6                 |
| 28.57 mm (1 1/8")        | 1.7                 |
| 34.92 mm (1 3/8")        | 1.7                 |
| 41.27 mm (1 5/8")        | 1.9                 |

Distancias verticales:

Se situarán 2 soportes cada planta para tuberías de diámetros hasta 25 mm inclusive y 1 soporte por planta para diámetros mayores.

Las tuberías que tengan un recorrido común pueden ser soportadas conjuntamente; la máxima distancia estará determinada por la tubería de menor diámetro.

Antes del montaje de la coquilla de espuma elastomérica para el aislamiento de las tuberías frigoríficas, se realizarán previamente las correspondientes pruebas de estanqueidad. El tipo de coquilla como diámetros y espesores serán los reglamentarios, en función de las temperaturas de utilización, conductividad térmica, factor de permeabilidad, resistencia a la llama y compatibilidad alimentaria.

Una vez terminadas estas instalaciones frigoríficas deberán realizar sus pruebas de estanqueidad, según la IT IF – 09.

El sistema de refrigeración deberá ser sometido a una prueba de estanquidad bien como conjunto o por sectores. La presión de la prueba será la indicada en la tabla 2 de la IT IF-06 y podrá realizarse antes de salir el equipo de fábrica, si el montaje se realiza en ésta, o bien *in situ*, si el montaje o la carga de refrigerante se hacen en el lugar de emplazamiento. Para los sistemas compactos, semicompactos y de absorción herméticos, esta prueba de estanquidad se efectuará en fábrica. Para la prueba de estanquidad se utilizarán varias técnicas dependiendo de las condiciones de producción, por ejemplo, gas inerte a presión, vacío, gases trazadores, etc. El método utilizado será supervisado por el instalador frigorista.

Relaciones entre las diversas presiones y la máxima admisible (PS)

|   |  |
|---|--|
| Presión de diseño   | $\geq 1,0 \times PS$   |
| Presión de prueba de resistencia  | Para los componentes prueba hidráulica con $P_p=1,43 \times PS$ ó pruebas admitidas por UNE EN 378-2. Para los conjuntos según las categorías de tubería (véase 1.3 de MI-IF 09) |
| Presión de prueba de estanquidad  | $\geq 0,9 PS$ y $\leq 1,0 \times PS$   |
| Ajuste del dispositivo limitador de presión (instalación o sistema con dispositivo de alivio) | $\leq 0,9 \times PS$   |
| Ajuste del dispositivo limitador de presión (instalación o sistema sin dispositivo de alivio) | $\leq 1,0 \times PS$   |
| Ajuste del dispositivo de alivio de presión   | $\leq 1,0 \times PS$   |
| Presión máxima de descarga para la capacidad nominal de la válvula de seguridad               | $\leq 1,1 \times PS$   |

Deben realizarse ensayos parcialmente y total en las canalizaciones antes de su conexión definitiva a los equipos, y posteriormente con las unidades instaladas. Realizándose pruebas generales de seguridades y funcionamiento del sistema, para cumplimiento de los requisitos de rendimiento general de la instalación.

- Ensayos de estanqueidad/Prueba de fugas
- Ensayos de resistencia a la presión.
- Ensayos funcionales de todos los dispositivos de seguridad.
- Ensayos de conformidad del conjunto de la instalación.

De forma general las tuberías se situarán en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de todo su recorrido para facilitar la inspección de las mismas, especialmente en sus tramos principales, y de sus accesorios. Durante todos los ensayos las conexiones y uniones deben quedar accesibles a las inspecciones.

Las tuberías se instalarán de forma ordenada, disponiéndolas, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes oportunas que deben darse a los elementos horizontales.

Colocación de juntas de derivación/cajas de distribución: La distancia entre las dos juntas en la línea de líquido necesita ser respetada, para asegurar el flujo laminar de líquido.

- La derivación debe estar a 600 mm de cualquier curva
- Entre derivaciones se debe dejar al menos 1200 mm.
- Deberán respetarse todas las distancias y alturas límite entre unidades y derivaciones que establezca el fabricante

- Las cajas se instalarán en un lugar apartado del usuario y se protegerán acústicamente.

Una vez terminada la instalación de las tuberías, éstas se señalizarán con cinta adhesiva de colores y flechas dispuestas sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 100100, en tramos no superiores a 5 metros de separación y coincidiendo siempre en lugares visibles, puntos de registro, en la proximidad de válvulas y aparatos o elementos de regulación. La anchura de las franjas debe ser igual o superior a 100 mm y, en caso de franjas múltiples, la distancia entre bordes será igual a su anchura. Así mismo se utilizarán flechas adhesivas para señalar los sentidos de circulación de los flujos dentro de las tuberías, a distancias no superiores a 5 metros, preferiblemente del mismo color básico de las franjas o, alternativamente, de color blanco o negro.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de refrigerante dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

Todos los ensayos deben quedar registrados, así como la puesta en marcha por parte del industrial.

### **Prueba de fuga y secado por vaciado**

La comprobación de las tuberías de refrigerante implica:

- Comprobar si hay fugas en la tubería de refrigerante.
- Realizar un secado por vacío para eliminar toda la humedad, aire o nitrógeno en la tubería de refrigerante.

Si existe la posibilidad de humedad en las tuberías de refrigerante (por ejemplo, si ha entrado agua en los tubos), efectuar primero el procedimiento de secado por vacío descrito a continuación hasta eliminar toda la humedad.

Todas las tuberías del interior de la unidad deben haber sido sometidas en fábrica a prueba de fugas.

**Ejecución de la prueba de fugas:** La prueba de fugas debe ajustarse a la norma EN 378-2.

Comprobación de fugas: Prueba de fugas por vacío

1. Hacer el vacío en el sistema por las tuberías de líquido y de gas hasta alcanzar  $-100,7$  kPa ( $-1,007$  bar) (5 Torr absoluto) durante más de 2 horas.
2. Una vez alcanzado este vacío, parar la bomba de vacío y comprobar que la presión no aumenta durante, al menos, 1 minuto.
3. Si la presión aumenta, podría ser que el sistema contiene humedad o hay puntos de fuga.

Comprobación de fugas: Prueba de fugas por presión

1. Romper el vacío presurizando con nitrógeno a una presión mínima de 0,2 MPa (2 bar). Nunca se deberá establecer el manómetro a una presión superior a la máxima presión de trabajo de la unidad.
2. Comprobar si hay fugas aplicando una solución capaz de formar burbujas a las conexiones de las tuberías.
3. Descargar todo el nitrógeno.

**Ejecución de la prueba de secado:**

Para eliminar la humedad del sistema, proceda de esta manera:

1. Hacer el vacío en el sistema durante al menos 2 horas hasta alcanzar el vacío objetivo de  $-100,7$  kPa ( $-1,007$  bar) (5 Torr absoluto).
2. Comprobar que, una vez parada la bomba de vacío, esta presión se mantiene durante al menos 1 hora.
3. Si no es posible alcanzar el vacío objetivo en un plazo de 2 horas o no puede mantenerse durante 1 hora, el sistema posiblemente contenga demasiada humedad. En ese caso, se debe romper el vacío presurizando con nitrógeno hasta una presión manométrica de 0,05 MPa (0,5 bar) y repetir los pasos anteriores hasta eliminar toda la humedad.

Asegurar de usar el producto espumante para detección de fugas recomendado por el distribuidor. No se debe utilizar agua con jabón, ya que podría provocar la fractura de las tuercas abocardadas (el agua con jabón puede contener sal que absorbe la humedad que se congelará cuando baje la temperatura de la tubería), y/o causar corrosión de las uniones abocardadas (el agua con jabón puede contener amoníaco que produce un efecto corrosivo entre la tuerca abocardada de latón y el abocardado del tubo de cobre).

## 2.7.30. REDES PARA GASES MEDICINALES COMPRIMIDOS Y VACIO Requisitos generales

Las tuberías serán de cobre con estado de tratamiento R290 (duro), deberán cumplir con la norma UNE-EN13348 y las uniones estarán soldadas con aleación de plata.

Los tubos deben estar marcados a distancias de 600 mm como máximo que se repitan sobre toda su longitud, con la siguiente información:

número de la norma (EN 13348);

medidas nominales de la sección transversal: diámetro exterior x espesor de pared;

identificación del estado de tratamiento R290 (duro) por el símbolo siguiente:  $|-|-|$ ;

marca de identificación del fabricante;

fecha de fabricación: año y trimestre (I a IV) o año y mes (1 a 12)

Las características geométricas del tubo están definidas por el diámetro exterior, el espesor de pared y la longitud

| Diámetro exterior nominal d   | Espesores de pared nominal e |     |     |     |     |     |     |
|---|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 0,7                          | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 |
| 8   | -                            | R   | -   | R   | -   | -   | -   |
| 10  | -                            | R   | -   | R   | -   | -   | -   |
| 12  | -                            | X   | -   | R   | -   | -   | -   |
| 14  | -                            | -   | -   | X   | -   | -   | -   |
| 15  | R                            | -   | -   | R   | X   | -   | -   |
| 16  | -                            | -   | -   | X   | -   | -   | -   |
| 18  | -                            | -   | -   | R   | X   | -   | -   |
| 22  | -                            | -   | R   | R   | X   | R   | -   |
| 28  | -                            | -   | R   | R   | X   | R   | -   |
| 35  | -                            | -   | -   | -   | R   | R   | X   |
| 42  | -                            | -   | -   | -   | R   | R   | X   |
| 54  | -                            | -   | -   | -   | R   | R   | R   |
| R indica las medidas europeas recomendadas.<br>X indica otras medidas europeas. |                              |     |     |     |     |     |     |

La forma recomendada para el suministro de tubos será en longitudes rectas.

| Forma de suministro | Longitud del tubo (m) | Estado de tratamiento |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Longitudes rectas   | 4, 5 y 6              | R290 (duro)           |

Cada tubo debe estar tapado, taponado o cerrado de otra forma en ambos extremos para mantener la limpieza interior del tubo en condiciones normales de manipulación y almacenamiento.

Las superficies interior y exterior de los tubos deben estar limpias y lisas.

### **Redes de distribución**

Todos los tramos de los sistemas de distribución canalizada de gases medicinales, excepto para sistemas de vacío, deberán soportar una presión de 1,2 veces la presión máxima que pueda aplicarse a tal tramo de la red en una condición primer fallo.

La presión nominal de distribución deberá estar comprendida dentro del intervalo especificado en la tabla siguiente (según UNE-EN ISO 7396-1)

| Gas   | Presión nominal de distribución (kPa)  |
|---|--|
| Gases medicinales comprimidos diferentes del aire o nitrógeno para accionamiento de equipos quirúrgicos | 400 <sub>0</sub> <sup>+400</sup>       |
| Aire y nitrógeno para accionamiento de equipos quirúrgicos  | 800 <sub>-100</sub> <sup>+200 a)</sup> |
| Vacío   | ≤60 <sup>b)</sup>                      |
| a) La reglamentación normas nacionales pueden requerir rangos diferentes                                |  |
| b) presión absoluta   |  |

La presión máxima de distribución y la presión mínima deberán estar comprendidas dentro de los límites especificados en la tabla anterior.

### **Válvulas de corte**

Deberá resultar obvio por observación si la válvula está totalmente cerrada o abierta.

Todas las válvulas de corte deberán identificarse para indicar el nombre o el símbolo del gas en servicio y para indicar de forma apropiada a su clasificación, la zona o la sección de la red en la que están acopladas o el fin a que se destinan.

Cada ascendente de la red deberá ser dotada de una válvula de aislamiento de tal ascendente.

Exceptuando los sistemas de vacío, deberá dotarse de una válvula de corte de zona en las redes de cada gas que alimente a cada quirófano, zona de cuidados críticos, zona de cuidados intensivos y zona general del servicio hospitalario de que se trate.

Todas las válvulas de corte de zona deberán estar situadas en cajas dotadas de cubiertas o puertas.

Todas las cajas deberán ventearse a la sala para evitar una acumulación de gas, y deberán disponer de tapas o puertas que puedan ser cerradas convenientemente.

Todas las cajas deberán estar situadas a la altura normal de la mano y deberán estar accesibles en todo momento.

### **Instalación de las redes**

Los sistemas de distribución canalizada deberán utilizarse solamente para el cuidado de pacientes, exceptuando el sistema de aire comprimido.

Las tuberías no deben pasar junto a cables eléctricos (las redes de gases y los servicios eléctricos deberán instalarse en compartimentos separados o estar separados una distancia superior a 50 mm.), ni tuberías de combustibles líquidos. Las tuberías no podrán pasar por el interior del hueco de ascensores, ni por la central de calefacción.

Las tuberías deberán estar conectadas a un Terminal de toma de tierra situado lo más cerca posible del punto por el cual entran en el edificio. Las propias tuberías no deberán utilizarse como toma de tierra para equipos eléctricos.

Las conducciones se instalarán en lugares accesibles para poder realizar de forma periódica cualquier revisión o ampliación a voluntad del usuario o según necesidades.

Una válvula de corte no deberá instalarse donde una fuga pueda posiblemente causar una acumulación de gas.

Las tuberías de gases medicinales deberán sujetarse a intervalos determinados para impedir la formación de flecha o la distorsión mediante soportes adecuados.

La distancia entre soportes (tomando de referencia los valores de la norma UNE 100152) de las tuberías, deberán estar colocados a distancias no superiores a las indicadas en la tabla siguiente:

| DISTANCIA ENTRE SOPORTES   |                                |                                  |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Diámetro nominal<br>en mm. | Tramos verticales<br>en metros | Tramos horizontales<br>en metros |
| 12x1 15x1                  | 2,4                            | 1,8                              |
| 18x1                       | 2,4                            | 1,8                              |
| 22x1 28x1                  | 3,0                            | 2,4                              |
| 35x1,2                     | 3,0                            | 2,4                              |
| 42x1,2                     | 3,0                            | 2,4                              |
| 54x1,5                     | 3,0                            | 2,4                              |
| 64x1,5                     | 3,7                            | 3,0                              |
| 76x2 89x2                  | 3,7                            | 3,0                              |
| 108x2                      | 3,7                            | 3,0                              |

Todas las abrazaderas que se utilicen serán isofónicas con perfil aislante de caucho según DIN 4109

Cuando una tubería de cobre salga de la pared o del techo debe estar provista de un casquillo de acero o PVC de tal forma que el casquillo sobresalga aproximadamente 5 mm de la superficie de la pared o techo.

Las derivaciones y uniones de los tubos deberán efectuarse por medio de soldadura fuerte según el método capilar, aproximadamente 600°C en atmósfera fuerte de CO<sub>2</sub> o nitrógeno. Todas las uniones de los tubos se realizarán por soldadura.



Después de la instalación de las tuberías, pero antes del montaje de las tomas, la canalización será soplada con nitrógeno o aire exento de aceite.

Para evitar equivocaciones durante la fase de montaje se marcarán con una señal los tubos de cada instalación y una vez acabado el montaje se pintarán las tuberías en toda la extensión de los tubos con los colores normalizados.

### **Marcado y código de colores**

Las redes deberán señalizarse de forma duradera con el nombre del gas (y/o su símbolo) en un lugar adyacente a las válvulas de desconexión, a las uniones y cambios de dirección de la canalización, antes y después de las paredes y tabiques de partición, etc, a intervalos no superiores a 10m y adyacentes a las tomas.

Tal marcado puede realizarse, con etiquetas metálicas, mediante estarcido, troquelado o utilizando marcadores adhesivos.

Las válvulas de corte deberán marcarse de forma duradera indicando el modo de funcionamiento.

El marcado deberá utilizar letras de altura no inferior a 6 mm, aplicarse con el nombre y/o el símbolo del gas que pueda leerse longitudinalmente sobre la canalización e incluir flechas que indiquen la dirección del flujo.

Si se utiliza un código de colores para las redes de tuberías, en toda o parte de su longitud, deberá cumplir la Norma EN ISO 5359 y deberá ser duradero.

| <b>Gas</b>                             | <b>Identificación</b>            | <b>Colores</b> |
|--|----------------------------------|----------------|
| Oxígeno                                | O <sub>2</sub>                   | Blanco         |
| Oxido nitroso                          | N <sub>2</sub> O                 | Azul           |
| Mezcla 50% oxígeno y 50% óxido nitroso | O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O | Blanco-Azul    |
| Aire para respiración                  | Aire                             | Negro-Blanco   |
| Dióxido de carbono                     | CO <sub>2</sub>                  | Gris           |
| Aire Motriz                            | Air-800                          | Negro-Blanco   |
| Nitrógeno Motriz                       | N <sub>2</sub> -800              | Negro          |
| Vacío                                  | Vacío                            | Amarillo       |

### **Pruebas, puesta en servicio y certificación**

Después de finalizada la instalación, el fabricante tendrá que efectuar, documentar y certificar los ensayos.

Los resultados de las pruebas mostrando detalladamente los servicios y las zonas que han sido objeto de la prueba, deberían formar parte del registro permanente del hospital.

Pruebas e inspecciones a realizar después de la instalación de las redes con al menos las bases de todas las unidades terminales conectadas, pero antes de empotrar las tuberías:

*Prueba de resistencia mecánica:* Se determina la presión máxima que puede aplicarse a la canalización en una condición de primer fallo, en un punto aguas abajo respecto a cada regulador de presión. Se aplica el valor de 1,2 veces la presión máxima a cada sección de la red durante 15 minutos. Se comprueba que no se ha producido la ruptura de la canalización.

- kk) *Prueba de fugas*: El descenso de presión durante un período de ensayo comprendido entre 2h y 24h deberá ser inferior a 0,025%/h. La presión de ensayo deberá ser un valor no inferior a 1,5 veces la presión nominal de distribución para canalizaciones de gases medicinales comprimidos, y 500 kPa para canalizaciones de vacío.
- ll) Prueba para detectar conexiones cruzadas y obstrucciones: No deberá existir conexión cruzada ni obstrucción.
- mm) *Inspección del marcado y sujeción de las redes*. Se deberá cumplir con lo descrito en esta especificación.
- nn) *Verificación visual de que todos los elementos instalados hasta este momento cumplen la especificación del diseño*. Antes de empotrar las canalizaciones, todos los elementos deberán demostrar que cumplen la especificación del diseño (dimensiones de canalizaciones, situación de las unidades terminales, reguladores y válvulas de corte)
- Pruebas y procedimientos después de terminar la instalación y antes de utilizarla:
- oo) Pruebas de fugas.
- pp) Prueba de fugas y verificación de las válvulas de corte para comprobación del cierre, de la localización de zonas y de la identificación.
- qq) Prueba de ausencia de conexiones cruzadas.
- rr) Prueba de ausencia de obstrucciones
- ss) Verificación de unidades terminales y conectores NIST para comprobación del funcionamiento mecánico, selectividad de gas e identificación. Para cada unidad terminal, deberá comprobarse que el gas se libera solamente cuando se inserta y queda retenido el conector correcto, y que no queda retenido ni se libera ningún gas cuando se insertan los conectores para todos los demás gases no apropiados para tal unidad terminal.
- tt) Verificación de los parámetros de funcionamiento del sistema.
- uu) Prueba de las válvulas de seguridad
- vv) Pruebas funcionales de todas las fuentes de suministro
- ww) Prueba de los sistemas de control, monitorización y alarma.
- xx) Barrido de redes con el gas de prueba.
- yy) Prueba de ausencia de partículas contaminantes en las redes.
- zz) Llenado con el gas específico.
- aaa) Verificación de la pureza del aire producido por los sistemas compresores.
- bbb) Prueba de la identidad del gas.

#### **Información a suministrar por el fabricante**

El fabricante deberá proporcionar al dueño de la instalación las instrucciones de uso del sistema completo (manuales de instrucciones), especialmente de los sistemas de suministro, los sistemas de monitorización y alarma y en el peligro de incendio o explosión debido a la utilización de aceite y grasa con sistemas de distribución y suministro de oxígeno.

El fabricante también deberá proporcionar al dueño de la instalación instrucciones con las tareas de mantenimiento recomendadas y la frecuencia de las mismas (programas de mantenimiento), y una lista de los repuestos recomendados.

I *Planos* completos donde se muestre la localización real y los diámetros de los sistemas de canalización.

Se deberá cumplir:

- UNE-EN 13348 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para gases medicinales o vacío.
- UNE-EN ISO 21969 Conexiones flexibles de alta presión para utilización con sistemas de gases medicinales.
- UNE 110013. Instalación de gases medicinales no inflamables.
- UNE-EN ISO 7396-1 Sistema de canalización de gases medicinales. Parte 1: Sistemas de canalización para gases medicinales comprimidos y de vacío.
- UNE-EN ISO 7396-2 Sistema de canalización de gases medicinales. Parte 2: Sistemas finales de evacuación de gases anestésicos.
- UNE-EN ISO 5359 Latiguillos de baja presión para utilización con gases medicinales.

### **2.7.31. SISTEMAS DE SANEAMIENTO Generalidades:**

Se cumplirá los requerimientos del CTE HS5.

El material empleado para los desagües, bajantes, desplazamientos y colectores colgados de la red de saneamiento podrá ser tubo de polipropileno del tipo multicapa/ polietileno PE100 alta densidad según norma UNE-EN 13244-2 / PVC según norma UNE-EN 1329-1 tipo B para evacuación de aguas residuales a baja y alta temperatura, con accesorios de unión mediante junta elástica / encolados del mismo material.

Los tubos se designarán por su diámetro nominal y serán del tipo y espesor de paredes indicado en las mediciones.

Los tubos deberán presentar interior y exteriormente una superficie regular y lisa, estando los extremos y accesorios perfectamente limpios antes de realizar las uniones.

Para las uniones de tubos, derivaciones y cambios de dirección se emplearán siempre accesorios prefabricados normalizados, aceptándose los curvados en caliente y perforaciones en los tubos solamente en los casos autorizados por la D.F. Para los bajantes se emplearán copas o juntas de goma.

En toda instalación de tuberías debe tenerse en cuenta el sistema de fijación, que dependerá del tipo de instalación a realizar y se deberán seguir tanto las indicaciones del fabricante como del CTE.

Al atravesar los muros y suelos se utilizarán manguitos que reserven alrededor del tubo un espacio vacío anular de 10 a 15 mm sellado con masilla elástica y de ninguna forma deben quedar bloqueados por muros y forjados. En los lugares que sea necesario se colocarán piezas especiales de dilatación para dejar trabajar al tubo libremente.

Las uniones de los tubos con otros materiales se realizarán siempre con piezas de latón o con uniones a tubo metálico. La unión con piezas de cerámica se realizará con mortero. Se deberán tener en cuenta las indicaciones del fabricante.

En los extremos de cada tramo horizontal de gran longitud se dispondrá de un tapón de registro.

Asimismo se dispondrá de tapón de registro a "pie de bajante".

El material de los accesorios (codos, derivaciones, reducciones, etc.) y los elementos especiales (materiales de enlace entre tubos y accesorios), su calidad y características físicas, mecánicas y dimensionales serán compatibles con la del tubo.

El almacenamiento de los materiales se realizará en lugares protegidos contra los impactos, la lluvia, la humedad y el sol.

En el proceso de la instalación no se alterarán las características de los elementos empleados.

#### **Ejecución de la red de desagües:**

Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.

Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.

Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.

La instalación de las abrazaderas se divide en 2 grupos:

**Abrazaderas fijas:** soportan el peso de la instalación e impiden su movimiento. Se sitúan detrás de cada copa de la tubería y de los accesorios. Estas abrazaderas fijas/puntos fijos pueden ser soportadas por varillas roscadas solo en tubos horizontales cuanto la longitud de esta varilla no supere los 20 cm., a partir de esta longitud se debe utilizar material de fijación adecuado a los esfuerzos del punto fijo.

**Abrazaderas deslizantes:** permiten la dilatación longitudinal, pueden utilizarse con varillas roscadas, van colocadas solo en los tubos (no se admite en los accesorios).

En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.

En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Las tuberías de desagüe siempre se ejecutarán sin reducción de sección y nunca en contrapendiente.

Se realizaran pruebas de estanqueidad según se especifica en CTE HS5, parciales o totales, mediante taponado y llenado de la instalación con un mínimo de 3 metros columna de agua hasta 10 metros columna de agua en las instalaciones que superen esta altura.

#### **Ejecución de la red de bajantes:**

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en configuración abrazadera fija en la zona de cada embocadura/copa, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

|                          |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Diámetro del tubo en mm: | 40  | 50  | 63  | 75  | 110 | 125 | 160 |
| Distancia en m:          | 0,4 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica. En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios, se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.

Para los tubos y piezas de gres se realizarán juntas a enchufe y cordón. Se rodeará el cordón con cuerda embreada u otro tipo de empaquetadura similar. Se incluirá este extremo en la copa o enchufe, fijando la posición debida y apretando dicha empaquetadura de forma que ocupe la cuarta parte de la altura total de la copa. El espacio restante se rellenará con mortero de cemento y arena de río en la proporción 1:1. Se retacará este mortero contra la pieza del cordón, en forma de bisel.

Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenado el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.

Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.

A las bajantes que discuriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

La sujeción de los bajantes se realizará de forma que el peso de un tubo no grave sobre el tubo inferior.

Se realizaran pruebas de estanqueidad según se especifica en CTE HS5, parciales de cada uno de los bajantes o totales, mediante taponado y llenado con agua la instalación, con un mínimo de 3 metros columna de agua, hasta 10 metros columna de agua en las instalaciones que superen esta altura.

### **Ejecución de albañales y colectores**

#### **a) Ejecución de la red horizontal colgada**

1. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.
2. Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
3. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.
4. La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
  - a) en tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm;
  - b) en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm.
5. Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. El criterio de puntos fijos será estrictamente el indicado por el fabricante.
6. Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte. No se admite las abrazaderas sustentadas con varilla roscada para estos casos.
7. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.
8. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
9. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

10. Se realizarán pruebas de estanqueidad según se especifica en CTE HS5, parciales de la totalidad de los ramales o totales de la red completa, mediante taponado y llenado de la instalación con un mínimo de 3 metros columna de agua hasta 10 metros columna de agua en las instalaciones que superen esta altura. Se verificará además la flecha máxima y el correcto desempeño de la sujeción/fijación.

**b) Ejecución de la red horizontal enterrada**

1. La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.
2. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.
3. Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
  - a) para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;
  - b) para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.
4. Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como disponer mallas de geotextil.

**c) Ejecución de las zanjas**

Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.

**2.7.32. TUBERIAS DE PVC PRESION PARA COLECTORES** Los tubos se designarán por su diámetro exterior en mm y deberán ser del espesor adecuado a la presión nominal indicada en mediciones.

Deberán presentar interiormente una superficie regular y lisa.

La unión de los tubos se efectuará mediante piezas del mismo material y adhesivos, recomendados por el fabricante de los tubos.

Al atravesar los muros se utilizarán manguitos que reserven alrededor del tubo un espacio vacío anular de 3 a 5 mm.

Los tubos podrán dilatarse siempre libremente. Por ello, nunca serán bloqueados por muros o forjados. Se deberán colocar dilatadores en los lugares indicados por el fabricante de la tubería.

**Ejecución enterrada:**

La solera de colocación del tubo se apisonará y se limpiará de piedras y elementos punzantes. Se colocará una base de arena en donde se colocará el tubo que se recubrirá hasta superar la generatriz superior con arena. se apisonará la tierra superior en capas de 15 cm hasta dejar tapada la zanja. Se encolarán con cola y arena los tramos de unión de colectores a arquetas para permitir su adherencia.

**Ejecución colgada:**

Los soportes se colocarán a distancias no superiores a 1,5 m. Se establecerá una junta de goma entre el tubo y el soporte y entre el soporte y la pared o forjado.



### **2.7.33. TUBERIAS DE POLIETILENO RETICULADO (PE-X) PARA SUELOS**

**RADIANTES** Las tuberías para circulación de agua caliente, para calefacción por suelos radiantes, serán formadas por tubos de polietileno reticulado de alta densidad, por peróxido de alta presión y extrusionado.

Deberán cumplir las características físicas, físico-químicas y mecánicas mínimas especificadas en la norma UNE-EN ISO 15875-1/2/3/4 así como los métodos de ensayo para evaluarlos.

Las tuberías de polietileno reticulado se ajustarán a ISO serie 3.2, DIN 16.893 clase 2, diámetro exterior 20 mm, espesor de pared 2,8 mm, presión de trabajo a 60 oC. 16 kg/cm<sup>2</sup>, presión de pruebas 1,5 veces la presión de trabajo a la temperatura de diseño.

El grado de vehiculación no debe ser inferior a 70 % ni superior a 90 %.

Las uniones de este tipo de tubo se realizarán mediante accesorios de tipo mecánico a compresión, fabricadas en cobre o latón bajo normas DIN y las roscas son standard B.S.P.

Los tubos irán marcados en continuo y cada metro como mínimo con los siguientes datos:

- Identificación del fabricante.
- Nombre del producto.
- Aplicaciones autorizadas con temperaturas y presiones máximas admisibles.
- Diámetro y espesor nominal.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma a la que pertenece el sistema de reticulado.

El tubo irá montado sobre placas de polietileno expandido y moldeado con un espesor mínimo de 40 mm. Dichas placas dispondrán de unos tetones para poder fijar e instalar el tubo a distancias homogéneas y separadas de la base para que el hormigón pueda envolver totalmente el tubo, el hormigón deberá ser realizado según norma DIN 18.353/4.

En cuanto a sistemas y componentes en su utilización para calefacción por suelo radiante deben cumplir las normas: UNE-EN 1264-1, UNE-EN 1264-2, UNE-EN 1264-3 y UNE-EN 1264-4.

### **2.7.34. VALVULAS DE MARIPOSA Y DE BOLA**

Las válvulas previstas en proyecto para interrupción del flujo del agua serán del tipo bola roscadas hasta 2" y de tipo mariposa con bridas para los diámetros superiores.

Deberán permitir una presión de prueba del 50 % superior a la de trabajo sin que se produzcan goteos durante la prueba, mínima pérdida de carga, estanqueidad absoluta a altas y bajas presiones.

Todas las válvulas se instalarán en lugares accesibles.

Cuando la tubería no vaya empotrada en el muro se colocará abrazadera a una distancia no mayor de 15 cm de la válvula para impedir todo movimiento de la tubería.

Ninguna válvula se instalará con su vástago por debajo de la horizontal.

Toda válvula llevará colgado un disco de PVC de 12 cm de diámetro en sala de máquinas y de 8 cm en el resto de los casos, de diferentes colores, con indicación del tipo de circuito y cuantas indicaciones sean precisas para el correcto funcionamiento de la instalación. El precio de estas señalizaciones debe estar incluido en el precio unitario de las válvulas.

### **2.7.35. VALVULAS DE BOLA INSTALACION GASES MEDICINALES**

Las válvulas serán del tipo bola de acero inoxidable, de cierre rápido de un cuarto de vuelta accionada por palanca.

Deberán admitir una presión de prueba de un 50 % superior a la de trabajo y como mínimo 10 kg/cm<sup>2</sup> sin que se produzcan fugas durante la prueba.

Todas las válvulas se instalarán en lugares accesibles, en el interior de los patinejos de montantes de gases medicinales, o zonas con registros.

A una distancia máxima de 15 cm se colocará antes y después de la válvula, un soporte para impedir todo movimiento de la tubería.

Se indicará en la válvula el nombre o símbolo del gas en servicio y se fijará de forma segura.

Se seguirá la Norma UNE-EN ISO 7396-1 para su montaje.

**2.7.36. DILATADORES** Se colocarán dilatadores en los lugares indicados en los planos y siempre en sitios fácilmente registrables e inspeccionables

Los dilatadores serán de acero inoxidable roscados hasta DN50 y con bridas a partir de este diámetro. Los dilatadores deberán permitir el movimiento de las tuberías en sentido longitudinal únicamente, y sólo se permitirá el movimiento en sentido axial cuando se colocan al paso de las juntas de dilatación de la edificación.

La presión de trabajo de los dilatadores será la indicada en mediciones y la presión de prueba será la misma que la especificada para las válvulas y el resto de la instalación.

Se montarán dilatadores en la fase de montaje con las protecciones (topos) y mecanismos indicados por el fabricante de los elementos.

Para el correcto funcionamiento de los dilatadores se preverán los correspondientes puntos fijos que estarán incluidos en la parte proporcional de accesorios de los precios unitarios de las tuberías.

Los dilatadores deberán cumplir con la norma UNE 100156.

**2.7.37. DEPÓSITO DE EXPANSIÓN CERRADO NO AUTOMÁTICO** El depósito estará construido en acero de alta resistencia, tipo vertical, con orificios centrados en la partes alta y baja, el cuerpo exterior será de acero timbrado resistente a la corrosión mediante tratamiento antioxidante y pintura de acabado apropiado.

Su capacidad será la calculada según la norma UNE 100.155.

Los depósitos cerrados cumplirán con el Reglamento de Aparatos a Presión y llevarán la correspondiente placa de timbre.

Los depósitos serán probados a una presión mínima de 10 kg/cm<sup>2</sup> y timbrados a 6 kg/cm<sup>2</sup> por la Delegación de Industria correspondiente.

En la tubería de unión del vaso de expansión y la instalación no deben colocarse válvulas de interrupción o de retención.

Los depósitos tendrán incorporada válvula de seguridad de aire instalada en su parte superior y se dotarán de llave de vaciado de agua en la parte inferior.

También dispondrán de válvula para llenado, vaciado y medición de la presión de aire en su interior. En la tubería de conexión de agua se dispondrá de un manómetro como instrumento de medida para su supervisión con escala suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin esfuerzo.

En el interior del depósito de aire estará montada una vejiga construida de caucho sintético "butílico", la cual estará fijada al depósito.

En el interior de la vejiga se almacenará el agua procedente de la expansión y entre la vejiga y el depósito se halla el aire comprimido regulador.

**2.7.38. DEPOSITO ACUMULADOR E INTERACUMULADOR DE AGUA CALIENTE SANITARIA** El depósito acumulador será cilíndrico, construido en chapa de acero soldada de acero con tratamientos especiales (resinas epoxi), o de acero con esmalte vitrificado o acero inoxidable según se indique en la ficha técnica de equipos.

La presión máxima de servicio (Pms) será de 8 bar. La presión de prueba será 1.5 veces la presión máxima de servicio.

La temperatura máxima de trabajo del depósito acumulador de ACS será de 90°C o 95°C, según modelo.

El acumulador debe disponer de conexiones para permitir el acoplamiento de un intercambiador de calor externo de otra fuente de energía y la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo.

Dependiendo del modelo indicado en las fichas técnicas, el depósito podrá incorporar un sistema de serpentines desmontable (intercambiador tubular), fabricado en acero inoxidable como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calórica externa ya sea un circuito de caldera o paneles solares.

En modelos de poca capacidad  $\leq 500$  litros, según se especifique en la ficha técnica de equipo, el depósito de acumulación podrá ser de doble pared (doble envolvente) para producción y acumulación de agua caliente sanitaria, fabricado en acero inoxidable o acero vitrificado. Este sistema consiste que el agua contenida en el depósito envolvente o primario, se calienta por medio de una fuente energética externa (caldera, bomba de calor, colectores solares, etc.) circula a través de este recipiente y transmite su energía térmica al agua de consumo contenida en el depósito interior o acumulador ACS

Los depósitos irán equipados con protección catódica por ánodos de magnesio o con equipo de protección catódica permanente, según modelo.

Los depósitos  $\geq 750$  litros estarán preparados para la instalación de protección catódica por emisión de corriente, según norma UNE-EN 12499 y provisto de boca de hombre lateral, con diámetro mínimo de 400 mm.

Se suministrará con válvula de seguridad, regulada a una presión inferior a la presión máxima de servicio del depósito acumulador o del equipo/elemento más débil, grifo de vaciado con salida conducida al desagüe, válvula de retención, termómetro, tubuladores de entrada, salida y retorno y tubuladores ciegos de presión.

Los soportes de los acumuladores cuando sean horizontales serán metálicos galvanizados apoyados en el suelo y tendrán forma de cuna. Entre el soporte y el acumulador se colocará una plancha de material aislante. Cuando sean verticales dispondrán de propio soporte debajo del acumulador.

El encuentro o conexionado de las tubuladuras del acumulador con las tuberías será mediante bridas de unión, para facilitar las tareas de montaje y mantenimiento de la instalación.

Estará calorifugado externamente con espuma rígida de poliuretano inyectado libre de CFC y acabado con revestimiento de polipropileno acolchado desmontable.

## DEFINICIÓN Y CONDICIONES DE LAS PARTIDAS DE OBRA EJECUTADAS

### DEFINICIÓN

Instalación de acumuladores colocados en posición vertical.

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Limpieza del interior de los conductos de conexión.
- Replanteo de la posición del elemento.
- Fijación del aparato
- Colocación de las juntas correspondientes al aparato.
- Conexión a la red eléctrica y de la tierra (en caso de incluir resistencia eléctrica de apoyo).
- Prueba de servicio.

### CONDICIONES GENERALES

La regulación de temperatura de ACS debe estar hecha mediante válvula de tres o cuatro vías (motorizadas o termostáticas) en la entrada de agua caliente o termostato que pare el aparato productor de agua caliente. El cuerpo de la válvula debe estar diseñado para trabajar con agua de consumo, siendo los materiales habituales acero inoxidable, bronce o aleaciones especiales.

EL aparato debe quedar apoyado sobre el soporte con dispositivos intermedios para su fijación.

Hace falta que quede suficientemente separado de los paramentos que le envuelven, de manera que se pueda instalar y manipular.

Las conexiones con los diferentes tubos no deben tener fugas, deben ser enroscadas y con junta de material elástico.

Antes y después del acumulador se debe instalar un grifo de paso, según las especificaciones de su pliego de condiciones.

Debe tener instalado:

- Un grifo de cierre.
- Un purgador del control de estanqueidad del dispositivo de retención.
- Una válvula de seguridad con tubo de evacuación con salida libre por encima del borde superior del elemento que recoja el agua.

Entre la válvula de seguridad y el acumulador no debe haber instalada ninguna válvula de cierre.

Todos los elementos de maniobra, control y conexión deben quedar visibles y accesibles para su mantenimiento.

Toda superficie calefactora accesible por el usuario debe estar protegida si su temperatura exterior es superior a 90°C.

Si el acumulador tiene resistencia eléctrica de apoyo el enlace a la red eléctrica debe llevar conexión a tierra.

La posición debe ser reflejada en la documentación gráfica o, en su defecto, será la indicada por la D.F.

Debe estar hecha la prueba de instalación.

El instalador debe aportar el acta de puesta en servicio.

Distancia del aparato a otros aparatos con llama .....>= 40 cm

Distancia a los paramentos laterales .....>= 50 cm

Tolerancia de instalación:

- Posición .....± 20 mm
- Aplomado .....± 5 mm
- Horizontalidad (posición horizontal) .....± 5 mm

#### CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

Las uniones roscadas se deben preparar con estopa, pasta o cintas de estanqueidad.

La enroscada, en su caso, se debe hacer sin forzar ni malmeter la rosca.

La estanqueidad de las uniones se debe realizar mediante las juntas adecuadas.

Antes de la instalación del calentador acumulador se debe limpiar el interior de los tubos.

El largo del conducto de conexión debe ser suficiente como para hacer posible el roscado de las uniones.

#### UNIDA Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones de la documentación técnica.

#### NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO

- RD 842/2002 REBT, Reglamento electrotécnico de Baja Tensión
- RD 1027/2007 RITE, Reglamento Instalaciones Térmicas en los edificios.
- RD 2060/2008, Reglamento equipos a Presión
- UNE 100030 IN Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- UNE 112076. Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- UNE-EN 12499. Protección catódica interna de estructuras metálicas.

## **2.7.39. ENTRADA ANALOGICA, DIGITAL, ESTADO Y ESTADO TERMICO****ENTRADA ANALOGICA**

Señal para medir temperatura, presión, humedad, caudal o cualquier otra magnitud.

Una señal analógica puede ser pasiva o activa.

Una señal analógica pasiva o resistiva, es aquella que mide basándose en principios puramente físicos. Son señales analógicas pasivas: Pt-100, Pt-1000, Ni-100, etc.

Una señal analógica activa es aquella que para ser medida requiere de una electrónica, alimentada por 24 V, generando una señal continua de 0 a 10 V ó una señal de corriente de 4 a 20 mA.

### **ENTRADA DIGITAL**

Se define como una señal que sólo puede dar dos estados : ON-OFF, ALTO-BAJO...

Dentro de las señales digitales, nos encontramos

#### **a) ESTADO**

Se considera de una señal de estado a la entrada digital que nos informa del estado de funcionamiento de un equipo.

Una señal de estado provendrá esencialmente de un cuadro eléctrico o del cuadro de control de un equipo determinado a través del contacto auxiliar libre de tensión.

La señal de estado podrá indicar la avería del elemento o equipo conectado a la línea correspondiente a través del salto del térmico.

La señal de estado nos informará también del número de horas de funcionamiento de un equipo.

#### **b) ESTADO TERMICO**

Se considerará como estado térmico a la señal que proporcione información respecto al disparo del térmico asociado al contactor del motor o máquina a controlar.

En consecuencia, la señal provendrá esencialmente del cuadro de control de un equipo determinado, precisando únicamente del cableado para transmitir a través de la conexión de un contacto auxiliar, indicando avería del térmico

De esta forma la señal podrá indicar la avería del elemento o equipo conectado a la línea correspondiente.

## **2.7.40. ACTUADORES PARA COMPUERTAS DE AIRE** Los actuadores de las compuertas de aire cumplen las funciones de mover las compuertas según el usuario desee para el funcionamiento correcto de la instalación.

Existen varios factores a tener en cuenta para la selección de cada actuador que influirán considerablemente en el comportamiento del sistema durante su vida útil, tales como, tipo de compuerta, tipo de movimiento, par de giro, ángulo de giro, fijación en la compuerta, tiempo de giro, sentido de giro, humedad y temperatura ambiente admisible, etc.

Por este motivo, la selección de los actuadores de cada elemento de la instalación debe estar aprobada y justificada por el fabricante de los mismo.

### **Movimiento**

Actuadores rotativos: Giro de 90°, pero se deben incorporar topes mecánicos que permitan reducir este ángulo en función de las necesidades.

Actuadores lineales: Carrera desde 60 hasta 300 mm, pero se deben incorporar topes mecánicos que permitan reducir este ángulo en función de las necesidades.

### **Eje y fijación a la compuerta**

La fijación de la compuerta se podrá llevar a cabo mediante brida universal para cualquier aplicación convencional.

Para aplicaciones contra-incendios o compuertas en salas blancas o espacios con requerimientos específicos se utilizarán ejes cuadrados o estrellados.

Una vez el actuador se ha fijado al eje, éste se debe anclar a la parte fija de la compuerta mediante pletina o directamente atornillados. Se dejará cierto margen de movimiento para que el actuador pueda desplazarse ligeramente (cabecear)

### **Tiempo de actuación**

El tiempo de actuación es lo que tarda el actuador en realizar su recorrido, desde un extremo hasta otro. En aplicaciones convencionales se utilizarán tiempos largos que no desestabilicen el control y pueda afectar a otras zonas.

*Actuadores normales:* Tiempo de actuación de 150 segundos aproximadamente

*Actuadores de respuesta rápida:* Tiempos entre 2,5 y 6 segundos para girar 90° aproximadamente.

### **Consumo y alimentación**

Los actuadores deben mantener un consumo mínimo cuando están parados de manera que se garantice el par de giro y evitar que el paso del aire pueda mover la compuerta.

La tensión de alimentación será 24V para los actuadores proporcionales y 230V o 24V para los actuadores todo-nada o de 3 puntos (flotante).

Los actuadores llevarán protección IP54 si están situados en el interior del edificio o IP66 (NEMA4) si se sitúan en el exterior del edificio.

Cuanto a la señal de control de los actuadores proporcionales se puede utilizar 0...10V o 2...10V, siendo preferible la segunda opción ya que permite saber si hay falta de tensión cuando se mide 0V.

### **Contactos auxiliares**

Si se indica en el proyecto que el actuador incorporará interruptores finales de carrera, se deben colocar dos, uno en cada extremo.

### **Comportamiento por fallo de tensión**

En aplicaciones convencionales no es necesario utilizar ningún elemento auxiliar. Es decir, cuando falta tensión el actuador mantendrá la compuerta en la posición que se encuentren.

Para aplicaciones contra-incendios o compuertas en salas blancas o espacios con requerimientos específicos se utilizarán compuertas con muelle antiretorno ya que, por motivos de seguridad, puede ser necesario que si se va la tensión los actuadores se desplacen a una posición determinada (apertura o cierre total según la aplicación).

Es preferible utilizar condensadores que permitan seleccionar la posición de seguridad e ignorar pequeños cortes de alimentación, siempre que el fabricante disponga de dicha tecnología.

### **Temperatura y humedad**

Todos los actuadores deben poder trabajar en las siguientes condiciones

Temperatura: -30°C .....+50°C

Humedad: menor que 95%. Para humedades superiores utilizar IP 67

## **2.7.41. ACTUADOR PARA VALVULA DE DOS Y TRES VIAS, ACCION TODO-NADA**

El actuador todo-nada para apertura y cierre de válvulas de dos y tres vías consta de un motor síncrono y un sistema de transmisión para el accionamiento de cuerpos de válvula de asiento. El motor deja de operar cuando la resistencia encontrada alcanza un valor prefijado.

La alimentación eléctrica de la válvula es a 24 V ó 220 V, y su control es de acción todo-nada.

Debe tener un par adecuado en función del tamaño de la válvula sobre la que actúa (mínimo de 400N), para asegurar la apertura y cierre de la válvula, que dependerá de la diferencia de presión diferencial.

Carrera mínima de 6 mm en Fan-coils, y 20mm en el resto de válvulas.

El tiempo de actuación de giro será como máximo de 140 segundos

El actuador deberá disponer de la posibilidad de accionar la válvula de forma manual.

Si el actuador se especifica con contactos auxiliares, éstos darán información sobre los estados "Abierto" y "Cerrado" de la válvula en forma de contactos libres de tensión.



Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.42. ACTUADOR PARA VÁLVULA DE DOS Y TRES VIAS, ACCIÓN PROPORCIONAL**

El actuador proporcional para modulación de válvulas de 2 y 3 vías consta de un motor síncrono y un sistema de transmisión para el accionamiento de cuerpos de válvula de asiento. El motor deja de operar cuando la resistencia encontrada alcanza un valor prefijado.

La alimentación eléctrica de la válvula es a 24 V, y su control mediante una señal de acción proporcional

Debe tener un par adecuado en función del tamaño de la válvula sobre la que actúa (mínimo de 400N), para asegurar la apertura y cierre de la válvula, que dependerá de la diferencia de presión diferencial.

Carrera mínima de 6 mm en Fan-coils, y 20mm en el resto de válvulas.

El actuador deberá disponer de la posibilidad de accionar la válvula de forma manual.

Si el actuador se especifica con contactos auxiliares, éstos darán información sobre los estados "Abierto" y "Cerrado" de la válvula en forma de contactos libres de tensión.

Si el actuador se especifica con potenciómetro auxiliar, éste dará información sobre la posición de la válvula.

Si el actuador va destinado a válvula mezcladora para Agua Caliente Sanitaria, deberá ser del tipo de "acción rápida", con un tiempo de actuación no superior a 30 segundos.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.43. SONDA DE TEMPERATURA AMBIENTE INTERIOR**

Sonda para la medición de la temperatura ambiente en interiores, formada por un elemento sensor de temperatura integrado en una caja plástica de conexionado y protección. La caja deberá estar ranurada para permitir el paso de aire por el sensor, salvo indicación expresa del fabricante.

Según el nivel de precisión requerido, la sonda será activa o pasiva, siendo necesaria una sonda activa cuando sea requerido un control exacto y preciso de la temperatura. También, dependiendo de la distancia de la sonda al controlador, la sonda será activa para distancias mayores de 40 metros.

La sonda proporcionará una señal analógica entre 0 y 10 V si la sonda es activa ó una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo.

El rango mínimo de medida deberá estar entre 5 y 40°C.

La base de la sonda podrá ser empotrada o de superficie. La sonda se instalará en una pared vertical, a la altura acordada con la Dirección Facultativa. Se debe evitar su instalación en lugares donde puedan existir perturbaciones por movimientos bruscos de aire (cerca de puertas), o por nulo movimiento de aire (rincones), o por incidencia directa de la radiación solar (cerca de ventanas exteriores).

#### **2.7.44. SONDA DE TEMPERATURA AMBIENTE EXTERIOR**

Sonda para la medición de la temperatura en exteriores, formada por un elemento sensor de temperatura integrado en una caja plástica de conexionado y protección.

La sonda proporcionará una señal analógica si la sonda es activa o una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo.

El rango mínimo de medida deberá estar entre -40 y +50 °C.

La sonda se instalará en una pared vertical exterior fácilmente accesible a una altura mínima de 3 m del suelo y en la zona Norte, no soleada.

Cuando la regulación dependa de las condiciones exteriores para distintas zonas del edificio, las sondas se montarán en las fachadas de las zonas correspondientes.

Deberán evitarse los emplazamientos próximos a elementos de calefacción y conductos de chimeneas, encima de puertas, ventanas y compuertas de aire y lugares donde la circulación de aire sea insuficiente.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.45. SONDA DE TEMPERATURA PARA CONDUCTOS DE AIRE**

Sonda para la medición de la temperatura del aire en conductos de ventilación, formada por elemento sensor de temperatura en forma cilíndrica y caja de conexionado.

Según el nivel de precisión requerido, la sonda será activa o pasiva, siendo necesaria una sonda activa cuando sea requerido un control exacto y preciso de la temperatura. También, dependiendo de la distancia de la sonda al controlador, la sonda será activa para distancias mayores de 40 metros.

La sonda proporcionará una señal analógica si la sonda es activa ó una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo.

El rango mínimo de medida deberá estar entre -0 y + 50 °C.

La longitud de la vaina deberá ser, como mínimo, igual a la mitad del lado menor del conducto donde vaya instalada; siempre que la sección del conducto no sobrepase los 0,64 m<sup>2</sup> (800x800 mm).

La sonda se instalará centrada en el lado largo del conducto, y el extremo de la vaina quedará centrado en el mismo.

Estas sondas no se podrán utilizar si la sección del conducto donde van instaladas es superior a 0,64 m<sup>2</sup> (800x800 mm).

La sonda deberá instalarse en tramos rectos y uniformes de conductos, alejada de puntos de posibles turbulencias (codos, tes, cambios de sección, compuertas, etc.).

El orificio de acceso de la vaina deberá realizarse con gran cuidado, ajustándose a las dimensiones de la misma, evitando fugas y restituyendo el aislamiento y barrera de vapor del conducto después de la instalación del sensor.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.46. SONDA DE TEMPERATURA DE INMERSION PARA LIQUIDOS**

Sonda para la medición de la temperatura de líquidos, formada por vaina de protección, elemento sensor de temperatura en forma cilíndrica y caja de conexionado.

Según el nivel de precisión requerido, la sonda será activa o pasiva, siendo necesaria una sonda activa cuando sea requerido un control exacto y preciso de la temperatura. También, dependiendo de la distancia de la sonda al controlador, la sonda será activa para distancias mayores de 40 metros.

La sonda proporcionará una señal analógica si la sonda es activa o una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo.

El rango mínimo de medida deberá estar entre:

- 0 y +70 °C para agua fría
- 0 y +120 °C para agua caliente

La longitud de la vaina y elemento sensor será de 65 mm como mínimo.

La sonda puede ser montada en tuberías y depósitos de líquido. En tuberías de diámetro inferior a 150 mm (6"), la sonda deberá instalarse aprovechando un codo de 90° en la tubería, de modo que la vaina y el elemento sensor se sitúan longitudinalmente en la tubería. Si este montaje no es posible, deberá intercalarse en la tubería un pequeño depósito para medición, cilíndrico, de altura y diámetro no inferiores a 150 mm.

En tuberías de diámetro igual o superior a 150 mm, la sonda se podrá instalar perpendicularmente a la tubería.

Si la sonda se instala en depósitos, se montará en el punto en que pueda dar la lectura más fiable de la temperatura media en el depósito.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.47. SONDA DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA DE AIRE INTERIOR**

Sonda para la medición de humedad relativa y temperatura del aire formada por elemento sensor de temperatura, elemento sensor de humedad relativa, convertidor electrónico, placa de fijación y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica pasiva (resistiva) ó activa, de 0 a 10 V ó de 4 a 20 mA con variación lineal con la temperatura o resistiva, y una señal analógica de 0 a 10 V con variación lineal con la humedad. Lo normal, es que la humedad sea activa y la temperatura pasiva

El rango máximo de medida en temperatura deberá estar entre +5 y +40°C como mínimo, y el de humedad entre el 10 y el 90 %.

Se exigirá una precisión como mínimo del 2% de la medición

La histéresis será menor del 1% de la medida.

La sonda debe ir instalada a una altura del suelo de 1,5 m aproximadamente, evitando su instalación junto a puertas, ventanas o en lugares donde la circulación del aire sea desfavorable o se produzcan condensados.

#### **2.7.48. ONDA DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR**

Sonda para la medición de humedad relativa y la temperatura del aire formada por elemento sensor de temperatura, elemento sensor de humedad relativa, convertidor electrónico, placa de fijación y caja de conexionado.

La sonda debe ir protegida por una placa perforada para garantizar su integridad y el máximo flujo de aire.

La sonda proporcionará una señal analógica pasiva (resistiva) o activa, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo y una señal analógica con variación lineal con la humedad.

El rango máximo de medida en temperatura deberá estar entre -40 y +50°C como mínimo, y el de humedad entre el 0 y el 90 %.

Se exigirá una precisión como mínimo del  $\pm 5\%$  de la medición de humedad y de  $\pm 1$  °C en la temperatura.

La histéresis será menor del 1% de la medida.

La sonda debe ir instalada de manera que se evite una condensación regular durante el arranque matinal, y debe estar situada en lugares alejados de la incidencia solar y posible existencia de humedad y niebla, ya sea producida por una máquina cercana o por los efectos atmosféricos.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.49. SONDA DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA EN CONDUCTO**

Sonda para la medición de la temperatura y humedad relativa formada por elemento sensor de temperatura, elemento sensor de humedad relativa, convertidor electrónico, placa de fijación y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo y una señal analógica con variación lineal con la humedad.

El rango mínimo de medida en temperatura deberá estar entre 0 y +50 °C como mínimo, y el de humedad relativa entre el 0 y el 100 %.

Se exigirá una precisión como mínimo del  $\pm 1$ °C /  $\pm 5\%$  de la medición.

La histéresis será menor del 1% de la medida.

La sonda puede ir instalada en el conducto en cualquier posición, evitando condensaciones sobre el elemento sensor. La distancia desde el punto de montaje hasta un lavador o humectador de aire, debe ser lo suficientemente larga para que en ningún caso gotas de agua o niebla puedan alcanzar el sensor.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

## **2.7.50. SONDA DE HUMEDAD RELATIVA EN CONDUCTO**

Sonda para la medición de la humedad relativa formada por elemento sensor de humedad relativa, convertidor electrónico, placa de fijación y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal con la humedad.

El rango mínimo de medida deberá estar entre el 0 % y el 100 % de Hr.

Se exigirá una precisión como mínimo del  $\pm 3\%$  de la medición.

La histéresis será menor del 1% de la medida.

La sonda debe montarse horizontal o verticalmente hacia abajo. La distancia desde el humidificador debe ser la suficiente para que en ningún caso, niebla, gotas o condensados puedan alcanzar a la sonda.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

## **2.7.51. SONDA DE HUMEDAD RELATIVA EN AMBIENTE**

Sonda para la medición de la humedad relativa formada por elemento sensor de humedad, convertidor electrónico y placas de fijación y conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica de 0 a 10 V con variación lineal con la humedad relativa del 0 al 100 %.

El rango mínimo de medida deberá estar entre el 10 y el 90 %.

Se exigirá una precisión como mínimo del 2% de la medición

La histéresis será menor del 1% de la medida.

La sonda debe montarse a una altura del suelo de 1,5 m aproximadamente, evitando su instalación junto a puertas, ventanas o en lugares donde la circulación del aire sea desfavorable o se produzcan condensados.

## **2.7.52. TERMOSTATO AMBIENTE**

Termostato ambiente formado por elemento sensor de temperatura incorporando una placa electrónica convertidor de señal, placa de fijación y caja de conexionado.

El sensor proporcionará una señal de actuación todo-nada

El rango máximo de medida en temperatura estará entre 5 y 30 °C.

La histéresis será de 0,5 °C

El termostato debe ir instalado a una altura de suelo de 1,5 m aproximadamente, evitando su instalación junto a puertas, ventanas o en lugares donde la circulación del aire sea desfavorable o se produzcan condensados.

## **2.7.53. SONDA DE PRESIÓN DIFERENCIAL DE CONDUCTO PARA AIRE**

Sonda para la medición de la presión de aire, formada por crucetas de lectura, placa de fijación, membrana de silicona y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal positiva con la presión.

El rango mínimo de medida y la carga máxima de sobrepresión serán los adecuados según el proyecto (principalmente entre 0 y 1000 Pa).

La sonda puede ser montada en conductos de aire manteniendo la placa de fijación de forma que la membrana quede en posición horizontal. Debe fijarse al conducto las sondas de medida y se conectan mediante tubo de PVC a las conexiones de presión de la sonda.

El tubo de PVC debe llevarse continuamente de forma ascendente desde las sondas de medida a la sonda, para que pueda escurrir el agua de condensación.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.54. SONDA DE PRESIÓN DE LÍQUIDOS DIFERENCIAL POR INMERSIÓN**

Sonda para la medición de la presión de líquidos de forma diferencial, formada por récord de conexión, membrana de EPDM (diafragma) y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal positiva con la presión.

El rango de medida será el adecuado (principalmente entre 0 y 250 kPa).

La sonda puede ser montada en tuberías e irá roscada al punto de conexión.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.55. SONDA DE PRESION ABSOLUTA DE CONDUCTO PARA AIRE**

Sonda para la medición de la presión de aire, formada por crucetas de lectura, placa de fijación, membrana de silicona y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal positiva con la presión. El rango mínimo de medida será el adecuado.

La sonda puede ser montada en conductos de aire manteniendo la placa de fijación de forma que la membrana quede en posición horizontal. Debe fijarse al conducto la sonda de medida y se conecta mediante tubo de PVC a la conexión de presión de la sonda.

El tubo de PVC debe llevarse continuamente de forma ascendente desde la sonda de medida a la sonda, para que pueda escurrir el agua de condensación.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.56. PRESOSTATO DIFERENCIAL DE AIRE EN CONDUCTO**

Presostato para proporcionar indicación digital de presión límite diferencial entre dos puntos. Formado por tubos de medida de PVC en conducto, membrana captadora, caja de conexionado y potenc metro de ajuste del punto de consigna.

La sonda cerrará un contacto libre de tensión (señal digital) cuando la diferencia de presión entre los dos puntos medidos sea superior al punto de consigna.

Rango de medida entre 100 Pa a 2500 Pa.

Tiempo de respuesta menor o igual a 100 ms.

Histéresis menor o igual al 1% del rango de medida.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.57. SONDA AMBIENTE PARA MEDICIÓN DE CO2 / CALIDAD DE AIRE** Sonda para la medición en ambientes del contenido de CO<sub>2</sub>, formada por carcasa de plástico, convertidor electrónico y elemento de medición.

La sonda debe proporcionar una señal analógica de salida de 0 a 10 V   4 a 20 mA proporcional con la medición de 0 a 2.000   0 a 6.000 ppm CO<sub>2</sub> mediante espectroscopia de infrarrojos controlada por microprocesador.

La sonda debe instalarse a una altura aproximada de 1,5 m aproximadamente, evitando su instalación junto a puertas, ventanas o en lugares donde la circulación del aire sea desfavorable y

siguiendo las prescripciones de seguridad en vigor para mantenerse en los límites aceptables de CO<sub>2</sub>.

La sonda debe disponer de un determinado tiempo de calentamiento especificado por el fabricante para obtener las mediciones correctas en caso de interrumpirse la alimentación de la misma.

Tiempo de respuesta 2 segundos

Precisión menor o igual del 1% del rango de medida

Alimentación a 24 V

**2.7.58. SONDA DE CONDUCTO PARA CALIDAD DE AIRE Y TEMPERATURA** Sonda para la medición en conductos de la calidad de aire y de la temperatura, formada por carcasa de plástico con tapa, convertidor electrónico, tubo con elemento de medición y placa de fijación.

La sonda debe proporcionar una señal analógica de salida proporcional con la medición de 0 a 2.000 ppm CO<sub>2</sub> mediante espectroscopia de infrarrojos controlada por microprocesador, y entre 0 y 50 °C.

La sonda de medición de temperatura debe ser de coeficiente de temperatura positivo cuya tensión aumente linealmente con la temperatura.

La sonda puede ir instalada en cualquier posición en el conducto, observándose que la condensación no pueda llegar a través del tubo de la sonda hasta el sensor.

La sonda debe tener un determinado tiempo de calentamiento especificado por el fabricante para obtener las mediciones correctas en caso de interrumpirse la alimentación de la misma.

Tiempo de respuesta mínimo de 20 segundos

Precisión menor o igual del 1% del rango de medida

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

**2.7.59. SONDA DE VELOCIDAD DEL AIRE** Sonda para la medición de la velocidad del aire en instalaciones de ventilación y climatización, compuesta de elemento sensor, carcasa de montaje y electrónica necesaria.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal con la velocidad del aire.

El rango mínimo de medida será de 0 a 10 m/s o de 0 a 15 m/s

La sonda puede medir indistintamente el caudal de aire mediante la integración de la velocidad medida.

La sonda debe instalarse en el centro del conducto y alejada de codos, compuertas y zonas donde pueda verse alterada la circulación del aire.

Tiempo de respuesta de 1 segundo

Precisión menor o igual del 3% del rango de medida

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

**2.7.60. CONTADORES DE AGUA** El aparato registrador del gasto de agua permitirá medir el caudal de agua que pasa a través. Será del tipo especificado en las mediciones o en su defecto de cualquier otro tipo excepto el de cuadrante anegado o el de émbolo giratorio. Este último sólo se utilizará para aguas muy puras.

No tendrán ningún tipo de defecto mecánico que altere el funcionamiento o la calidad del aparato, ni fugas, exudaciones, muestras de corrosión u otros defectos superficiales.

En todos los casos la construcción será sencilla y los materiales empleados no se alterarán al contacto con el agua ni la contaminación. Cualquiera que sea su fabricación llevarán grabados su marca, año de fabricación, tipo, presión necesaria de servicio, dirección del agua y calibre en mm. Asimismo estará homologado por la Delegación de Industria y precintado.

Los contadores estarán equipados con un sistema eficaz que impida la entrada de humedad dentro de la esfera de lectura para poder comprobarlo sin desmontarlo.



Estarán equipados con tapa protectora y una flecha gravada de forma indeleble que indique la dirección del fluido y una válvula antirretorno a la salida

El contador irá roscado o embreado (para diámetro igual o superior a 50 mm) al tubo y quedará alojado en armario o cámara impermeabilizada y con desagüe, situado en el interior del inmueble en zona común fácilmente accesible y próxima a la entrada del edificio. Junto al contador irán las correspondientes llaves de compuerta y el grifo de comprobación. Todos ellos roscados o embreados al tubo. Los utilizados en los circuitos de agua caliente serán del tipo adecuado para este uso.

Los contadores volumétricos estarán formados por un cuerpo con mecanismo interior de pistón o rotativo y un totalizador de lectura.

Los contadores de velocidad estarán formados por un cuerpo y tapa, con mecanismo interior de turbina y un tren reductor que transmita el paso de fluido al totalizador

Se integra en el sistema de gestión centralizada con el objetivo de realizar un contaje remoto, mediante M-bus o bien mediante pulsos provenientes de un cabezal, tantos pulsos como m<sup>3</sup>/h mide el contador.

El tipo de integración dependerá del número de contadores, siendo recomendable la integración a través de M-bus cuando existan muchos contadores.

Normativa de obligado cumplimiento:

Código Técnico de la edificación. Documento Básico Salubridad. Suministro de Agua (CTE HS-4)

#### **2.7.61. INTERRUPTOR FIN DE CARRERA** Elemento indicador de posición para actuadores eléctricos de válvulas, compuesto de elemento indicador y bornes de conexión.

El interruptor debe proporcionar una señal digital en el momento en que el elemento actuador sobre el que esté instalado alcance su posición abierto ó su posición de cerrado. En ese momento, se corta la alimentación.

El interruptor debe instalarse cuidando la adaptación con el elemento actuador en función de las características de ambos, aunque suele venir instalado de fábrica si se solicita.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

#### **2.7.62. SUBESTACIONES** Todas las subestaciones que tengan una función de orden o control deberán ser independientes, de forma que si se produce un fallo en el CPU permitan que la instalación y los controles relacionados con las subestaciones continúen funcionando normalmente y las subestaciones continúen comunicándose entre sí.

En el caso de fallo en la transmisión, las subestaciones deberán continuar funcionando con todos los enclavamientos secuenciales y estrategias de control operando normalmente excepto aquellas que requieran información global. Entonces, para estos parámetros globales se tomarán los valores por defecto ajustables por el usuario o el último valor sensado.

Las subestaciones se suministrarán de forma que alojen todos los dispositivos de codificación, relés de interconexión, cuando se requieran, transductores y dispositivos de reposición. El software programable en el puesto terminal deberá poder actualizarse desde el CPU. También deberá ser posible programar la subestación desde un terminal portátil conectable o teclado incorporado.

Cualquier cambio realizado localmente se transmitirá automáticamente en el CPU.

Las subestaciones deberán ser capaces de suministrar al CPU la información de estado relacionada con sus operaciones internas. Esta información deberá incluir, pero no limitarse a:

- (i) Condiciones de transmisión y verificación de datos.
- (ii) Estado interno.
- (iii) Estado de la batería.

La subestación deberá ser capaz de aceptar entradas digitales, analógicas y de impulsos, y proporcionar salidas digitales y analógicas.

Cada subestación deberá tener una capacidad y memoria para futuras adiciones de al menos un 20 % de cada tipo de valor. Esta memoria deberá ser suficiente para permitir ejecutar en la subestación todos los programas asociados con estos valores.

Las subestaciones deberán estar encerradas dentro de unos cuadros eléctricos de poco peso montados en la pared. Estos armarios deberán cumplir la Especificación IP 54. Los armarios se suministrarán con cerradura de llave y todas las cerraduras utilizarán los mismos números de llave.

Dentro de los armarios eléctricos se instalará, aparte de las subestaciones necesarias, una regletera de bornas, a la cual llegarán todos los cables de los actuadores y sensores a través de los cuales se realiza el control de la instalación, debiendo conectar las subestaciones a esta regletera. Por lo tanto queda definido el límite de la instalación en campo del sistema de gestión a la regletera de bornas.

Las subestaciones deberán construirse de forma que puedan montarse los armarios y los bloques de terminales internos, y realizar terminaciones eléctricas pudiéndose añadir posteriormente toda la parte electrónica durante las fases de prueba y puesta en marcha.

Las subestaciones se suministrarán con su propio suministro de alimentación de reserva interno por pila capaz de mantener la memoria durante un mínimo de 48 horas. Si por alguna razón la subestación quedara "fuera de línea" deberá informarse inmediatamente al CPU, produciendo una alarma visible en pantalla.

El sistema de transmisión estará diseñado para proporcionar el tiempo de comunicación más bajo posible entre la CPU y las subestaciones.

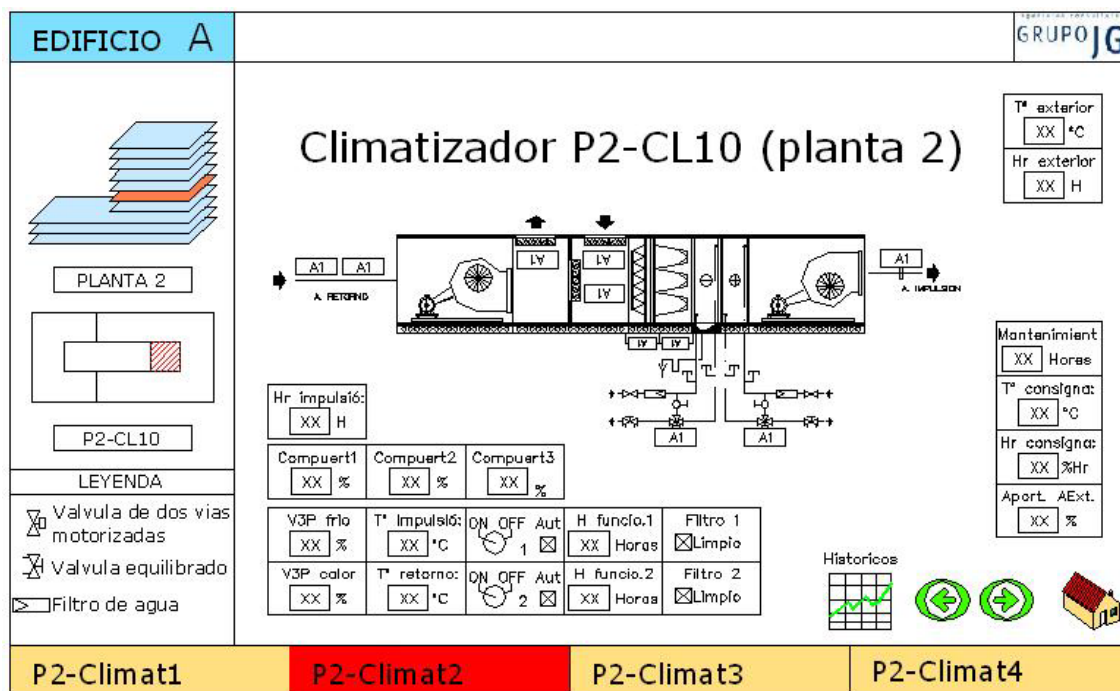
Para la justificación de la puesta en marcha y del funcionamiento correcto de los equipos que se controlen desde cada subestación, se incluirá en la documentación final de obra presentaciones de históricos de todas las señales por cada equipo controlado, en los que se representen las diferentes señales de sondas y actuadores del equipo, la totalidad de elementos que influyen en la regulación, y de manera que se pueda verificar que el sistema regula correctamente. Se realizará un mínimo de dos presentaciones de históricos, una a intervalos de tiempo de máximo 1 minuto para 2 horas de duración y otra presentación a escala de 10 minutos para 2 días de duración.

**2.7.63. MANDO Y CONTROL DESDE ENTORNO GRAFICO** En esta sección se enumeran las partes en que está compuesto un gráfico de instalación, cómo se representa la información dependiendo su tipo y las posibilidades de mando que el usuario podrá disponer siempre y cuando esté autorizado.

#### **Componentes de un grafico**

Un gráfico de instalación se representa en una ventana de estilo Windows que consta de un marco, una línea de título y un espacio dedicado a la aplicación del software. La línea de título identificará la instalación con un texto claro y también da cabida a unos pequeños botones del Windows cuyo significado podemos encontrar en el manual del sistema operativo.

En este apartado nos centraremos en el espacio delimitado por el marco y línea de título donde encontraremos la representación esquemática del equipo controlado, las variables y parámetros de control y una barra de herramientas.



La barra de herramientas es una utilidad de la ventana de gráficos que nos permitirá extender la funcionalidad de éstos y acceder a otras partes de la aplicación de una forma cómoda y rápida. La barra de herramientas puede ocultarse y dejar más espacio libre para la representación gráfica, esto se consigue con el menú de contexto que aparece al hacer clic con el botón derecho del ratón y haciendo clic en la opción “ver panel”.

La barra de herramientas está compuesta por los siguientes elementos:

- Logo de Grupo JG
- Botón de acceso al siguiente gráfico dentro del mismo sistema
- Botón de acceso al gráfico anterior dentro del mismo sistema
- Botón de acceso al informe asociado al gráfico
- Botón de acceso a los parámetros del equipo controlado en modo informe
- Botón de acceso al menú de gráficos del sistema al que pertenece el equipo
- Botón de impresión del gráfico representado
- Botón de salida, el usuario deberá introducir su nombre y clave para registrarse de nuevo
- Botón de acceso a la ventana de ayuda relacionada con el equipo controlado. Opcional

El usuario podrá en todo momento conocer el significado de cada botón al desplegarse una línea de ayuda cuando el cursor del ratón se coloque encima del botón.

### Representación de variables

Toda la información contenida en los controladores conectados al sistema especificado es susceptible de representarse en los gráficos y de actualizarse en tiempo real, con lo que el operador dispondrá de una herramienta de monitorización que le indicará el estado actual de su instalación.

Las variables almacenadas en los controladores, también llamadas registros, pueden ser de diferentes tipos. A cada tipo se le han asignado una forma de representación para poder identificarlos fácilmente de una forma visual, también tiene asociado cada registro un color específico en función del estado en que se encuentre. Los colores y formas de representación se tratan a continuación:

*Estado de un registro:*

Los estados de un registro nos darán información adicional de la aplicación y nos facilitarán la comprensión del estado en que se encuentra la instalación. Algunos de ellos no corresponden con una condición física de las variables de control, sino con su condición lógica dentro del programa de control o el sistema especificado. A cada estado le corresponde un color con independencia del tipo de registro lo que añade claridad y facilita la comprensión.

En la siguiente tabla se relacionan los estados, su significado y el color definido.

| ESTADO                          | DESCRIPCIÓN   | COLOR       |
|---------------------------------|---|-------------|
| No actualizado                  | Cuando se inicializa la aplicación y abrimos un gráfico o informe, todos los registros permanecen en este estado hasta que son leídos por primera vez.  | AZUL CLARO  |
| Fallo de comunicación           | Si por cualquier circunstancia se pierde la comunicación con módulo de control y transcurrido un tiempo no se restablece el registro pasa a este estado.  | MAGENTA     |
| Automático                      | Condición normal de trabajo de cualquier registro   | NEGRO       |
| Manual                          | Condición que adquiere una salida analógica cuando un usuario selecciona un valor para ésta y desea que se mantenga con independencia de las secuelas de control implementadas en el regulador. | AMARILLO    |
| Manual ON                       | Idéntico a lo anterior pero aplicable a salidas digitales forzadas a una condición de marcha.   | AMARILLO    |
| Manual OFF                      | Idéntico a lo anterior pero aplicable a salidas digitales forzadas a una condición de paro.   | AMARILLO    |
| Alarma presente                 | El registro se encuentra en alarma y está pendiente de reconocerse.   | ROJO        |
| Alarma reconocida               | La alarma ha sido reconocida y la condición que la provoco permanece.   | AMARILLO    |
| Alarma no borrada               | La condición de alarma ha desaparecido y se está pendiente de borrarse  | VERDE       |
| Alarma no reconocida ni borrada | Se ha detectado que existe una alarma pendiente de borrar y que previamente no se ha reconocido.  | AZUL OSCURO |

#### *Tipos de registros*

Los registros se pueden agrupar por tipos, cada tipo tiene asociado una funcionalidad en el sistema de control y se representará de una misma forma para facilitar su identificación al usuario. La siguiente tabla nos presenta los tipos de registro, su funcionalidad.

| TIPO DE REGISTRO  | FUNCIONALIDAD   |
|-------------------|---|
| Entrada analógica | Registro que nos muestra el valor de un sensor conectado a una entrada analógica de un módulo de control.                           |
| Entrada digital   | Registro que nos muestra el valor de una señal física conectada a una entrada de un módulo de control y que sólo admite dos estados |

| TIPO DE REGISTRO    | FUNCIONALIDAD   |
|---------------------|---|
|                     | (ON/OFF, Marcha/paro).  |
| Salida analógica    | Registro que nos muestra el valor calculado por el módulo de control y que ataca a un actuador conectado a una salida proporcional del módulo.                |
| Salida digital      | Registro que nos muestra el valor calculado por el módulo de control y que ataca a un relé conectado a una salida digital del módulo.                         |
| Alarma              | Registro que nos indica una condición de anomalía en la aplicación.   |
| Reloj               | Registro que nos permite definir programas horarios semanales, de fecha y excepcionales.  |
| Contador de Horas   | Registro que acumula las horas de funcionamiento de los dispositivos conectados a las salidas de los módulos de control.                                      |
| Parámetro analógico | Registro analógico que nos permite fijar consignas, temporizaciones y otras condiciones de control dentro de un rango.  |
| Parámetro digital   | Registro digital que nos permite fijar consignas y condiciones de control que únicamente pueden tomar el valor cierto/falso, abierto/cerrado, marcha/paro,... |

A continuación se presenta para cada tipo de registro su representación gráfica:

**Entrada analógica** - Las variables analógicas de entrada se representan con valores numéricos seguidos de la unidad y sobre un fondo blanco. En el caso de ser un sensor del tipo T1 se antepone un icono de termómetro.

**Entrada digital** - Las variables digitales de entrada se pueden representar como: una aspa que gira a izquierdas, una aspa que gira a derechas, un icono de piloto que cambia de color o un texto que cambia según el estado.

**Salida analógica** – Las variables analógicas de salida se representan con un botón de estilo Windows con el valor numérico seguido de la unidad.

**Salida digital** – Las variables digitales de salida se pueden representar como: una aspa que gira a izquierdas, una aspa que gira a derechas, un icono de piloto que cambia de color o un botón estilo Windows con texto que cambia según el estado.

**Alarma** – Los registros de alarmas se representan con un piloto que cambia de color dependiendo del estado en que se encuentre. En el estado de *No Alarma* no aparece en el gráfico ningún símbolo.

**Reloj** – Los registros de relojes se representan con un botón estilo Windows con un icono de un reloj de pared encerrado sobre un contorno de color rojo cuando el canal está desactivado y verde cuando está activado.

**Contador de horas** – Los registros de contadores de horas de funcionamiento se representan con un botón estilo Windows sobre el que aparece el valor numérico del contador y su unidad.

**Parámetro analógico** – Los parámetros analógicos se representan con un botón estilo Windows sobre el que aparece el valor numérico del parámetro y su unidad.

**Parámetro digital** – Los parámetros digitales se representan con un botón estilo Windows sobre el que aparece un texto dependiente del rango que se haya definido y que cambia según el valor que tome en ese momento.

### **Comandos sobre registros**

Un usuario autorizado desde un gráfico podrá manipular la instalación según sus necesidades, para lo cual deberá apuntar con el cursor del ratón un registro y hacer clic con el botón izquierdo. Si el registro admite órdenes o comandos aparecerá una ventana indicando las posibilidades disponibles, en caso contrario no sucede nada.

Los comandos admitidos por un registro están claramente delimitados por el tipo de registro, así por ejemplo, sólo podremos definir programas horarios en un registro de reloj y nunca en una salida.

El usuario se encontrará los mismas posibilidades de actuación sobre un tipo de registro con independencia de sus diferentes representaciones gráficas que presente.

A continuación se presentan las ventanas de comandos por tipo de registro así como su significado:

#### *Salida analógica*

| COMANDO    | DESCRIPCIÓN  |
|------------|--|
| Automático | Orden para restablecer la condición de funcionamiento automático para dicha salida.  |
| Manual     | Orden imperativa para posicionar la salida en un valor determinado por el usuario con independencia del programa de control. |

#### *Salida digital*

| COMANDO    | DESCRIPCIÓN   |
|------------|---|
| Automático | Orden para restablecer la condición de funcionamiento automático para dicha salida.                                   |
| Manual ON  | Orden imperativa para posicionar la salida en el valor ON, CERRADO o MARCHA con independencia del programa de control |
| Manual OFF | Orden imperativa para posicionar la salida en el valor OFF, ABIERTO o PARO con independencia del programa de control. |

#### *Alarma*

| COMANDO | DESCRIPCIÓN  |
|---------|--|
| Borrar  | Orden para borrar en el módulo de control la alarma. |

#### *Contador de horas*

| COMANDO     | DESCRIPCIÓN  |
|-------------|--|
| Inicializar | Orden para poner a cero el contador de horas de funcionamiento.              |
| Modificar   | Orden para asignar el valor introducido en la ventana de edición al contador |



| COMANDO | DESCRIPCIÓN  |
|---------|--|
|         | de horas. El nuevo valor debe estar dentro del rango indicado. |

*Parámetro analógico*

| COMANDO  | DESCRIPCIÓN  |
|----------|--|
| O.K.     | Confirmación de que el valor introducido en la ventana de edición se desea escribir en el módulo de control. |
| Cancelar | Cancelación de la operación en curso.  |

*Parámetro digital*

| COMANDO    | DESCRIPCIÓN   |
|------------|---|
| Activar    | Orden para llevar una consigna digital a su condición de ON, MARCHA o CERRADO.  |
| Desactivar | Orden para llevar una consigna digital a su condición de OFF, PARADA o ABIERTO. |

*Reloj*

| COMANDO    | DESCRIPCIÓN   |
|------------|---|
| Activar    | Orden de activar el canal de reloj con independencia de los programas horarios definidos. Esta orden desaparece cuando damos la orden manual de desactivar o un programa horario da la orden contraria  |
| Desactivar | Orden de desactivar el canal de reloj con independencia de los programas horarios definidos. Esta orden desaparece cuando damos la orden manual de activar o un programa horario da la orden contraria. |
| Programas  | Orden de lectura de todas las programaciones horarias residentes en el módulo de control para dicho canal. Paso previo a la creación, borrado y modificación de programas.                              |

**2.7.64. PANTALLAS TIPO GESTIÓN** Las pantallas serán muy intuitivas y fáciles de manejar, mediante ratón o pantalla táctil (en cuyo caso los botones serán de mayor tamaño). Para facilitar la navegación dispondrá de un funcionamiento similar al Explorador de Windows, con botones de acceso directo a pantalla principal (home), pantalla anterior visitada (←) y pantalla siguiente visitada (→). Las pantallas que muestren datos (temperaturas, horas, funcionamiento, etc.) tendrán un acceso directo a históricos de dichos datos. El tamaño de texto se leerá sin dificultad, para lo cual se recomienda un tamaño mínimo de 12p del tipo de letra "Arial".

En todo momento aparecerá en la parte superior central el título de la pantalla que no podrá ser repetido (p.e. "Grupo electrógeno 2", "Climatizador P7-3").

Siempre que sea posible, en la parte inferior se dispondrán de accesos directos con instalaciones o equipos relacionados (p.e. Climatizador CL-P4 con accesos directos a Producción de frío/calor, otros climatizadores, plano de planta con temperaturas de consigna, cuadro eléctrico...).

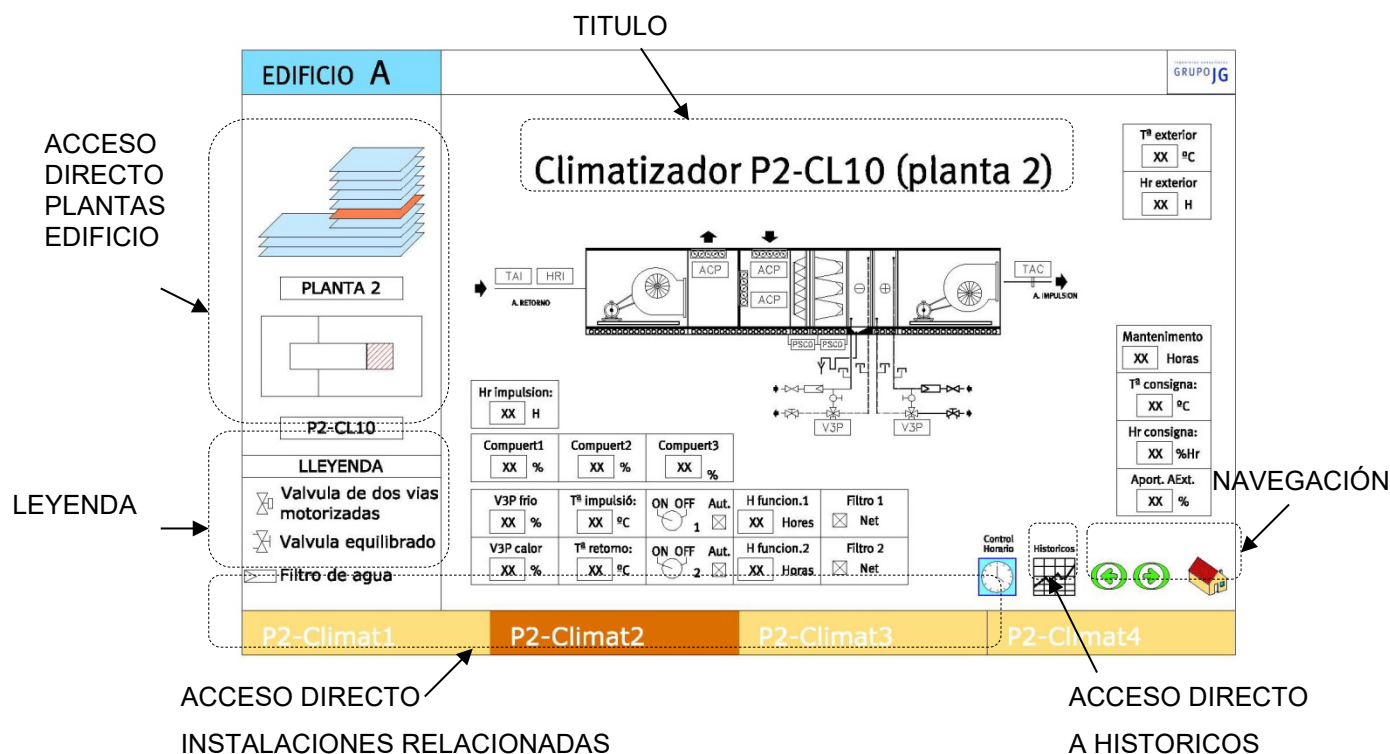
En el lateral izquierdo de las pantallas se indicará el nombre edificio; un croquis del edificio desde el cual se podrá tener acceso directo a la planta que se desee; y en caso de que existan en la pantalla abreviaturas o símbolos, en la parte inferior izquierda aparecerá una leyenda aclaratoria.

Se optarán preferentemente por entornos gráficos con movimiento en los siguientes ámbitos: para equipos que estén en funcionamiento (p.e. ventiladores que muevan sus aspas, calderas que despidan humo por chimeneas...), conducciones por donde haya movimiento de aire/agua (simbolizadas con flechas en el sentido del flujo y con colores rojo/azul para calor/frío, ...).

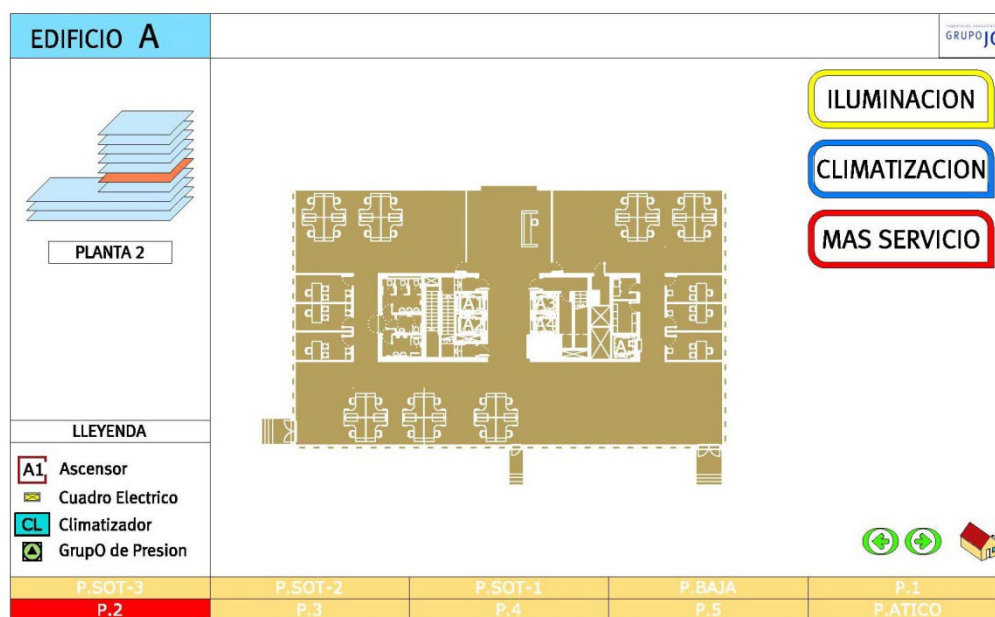
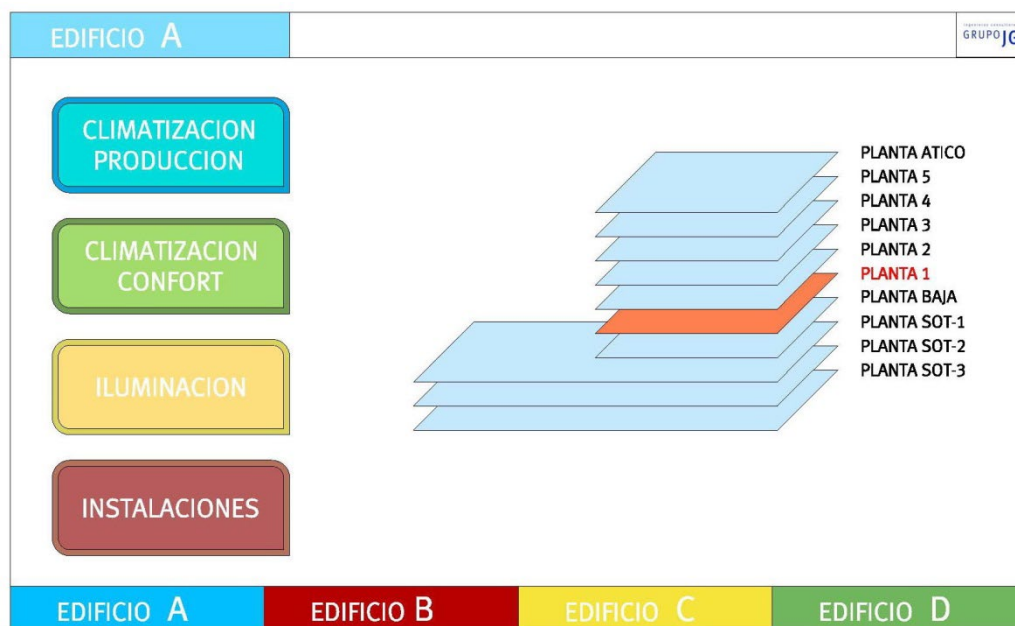
El fondo de pantalla será decisión de la Dirección Facultativa o la Propiedad, aunque deberá ser un fondo que no interfiera en la correcta la visión de los gráficos.

En la parte derecha de la barra de título aparecerá el logo del "Grupo JG" como Empresa que aporta el "know-how" en el diseño de las pantallas. En esta ubicación podrán aparecer otra simbología de otras Empresas, pero todas tendrán el mismo tamaño y no ocuparán espacio en el área de trabajo.

En el caso de que se integren otras instalaciones en el sistema de Gestión que tengan pantallas propias, éstas deberán mantener una estética similar a la descrita en esta Especificación Técnica.

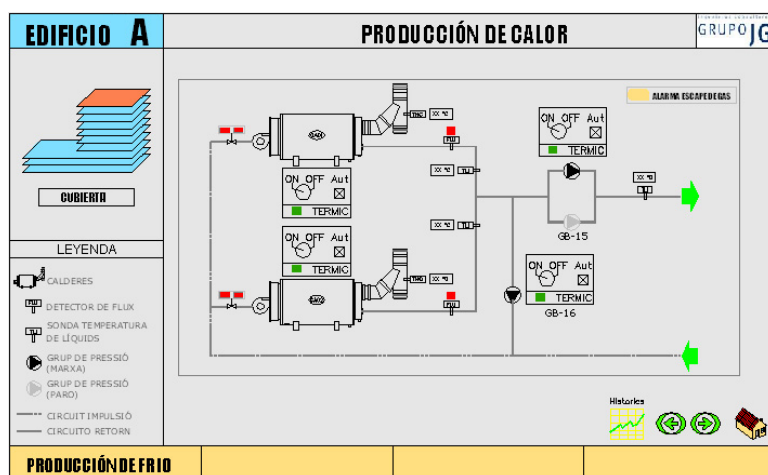


Pantalla principal:

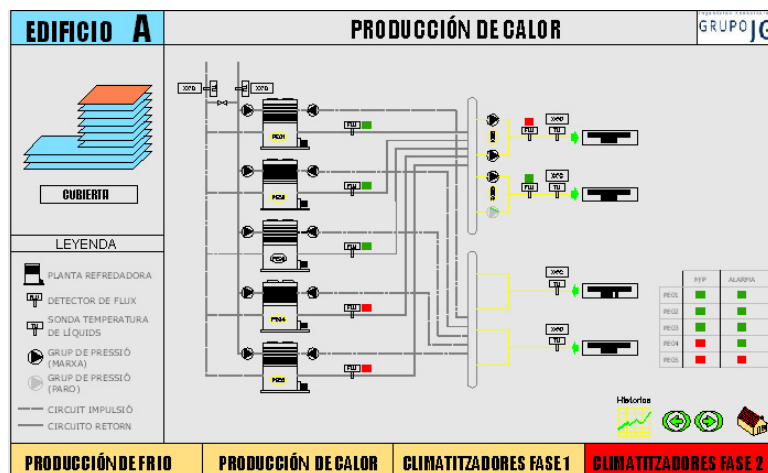




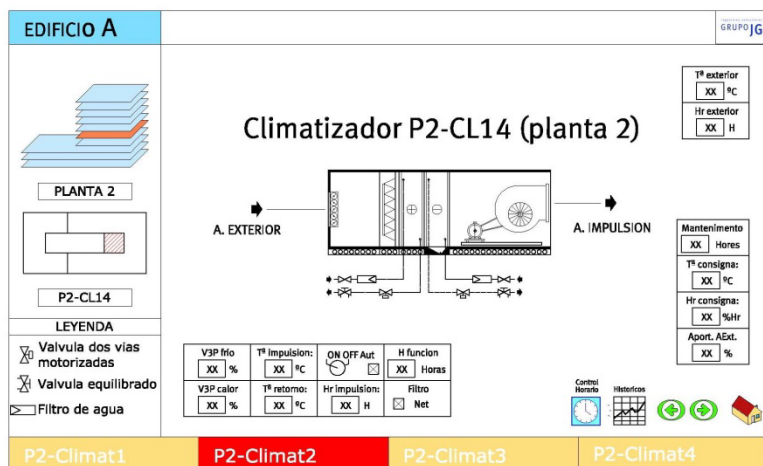
Pantalla de control de climatización por planta: temperatura de consigna en salas y climatizadores.



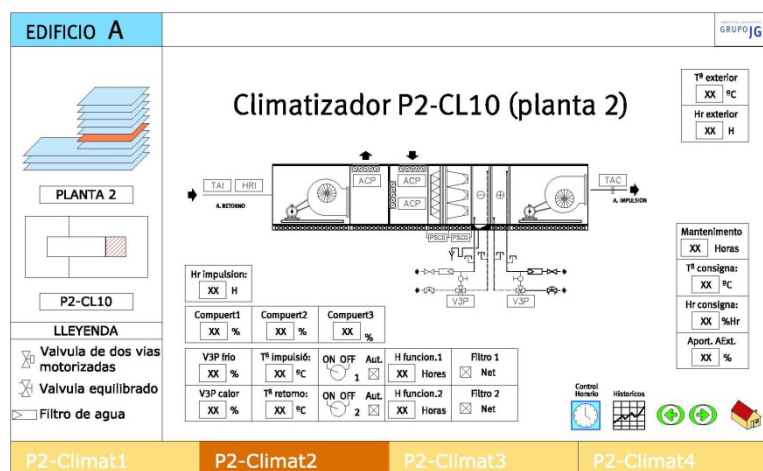
Esquema de producción de calor, con estado de las calderas, grupos de presión y sondas.



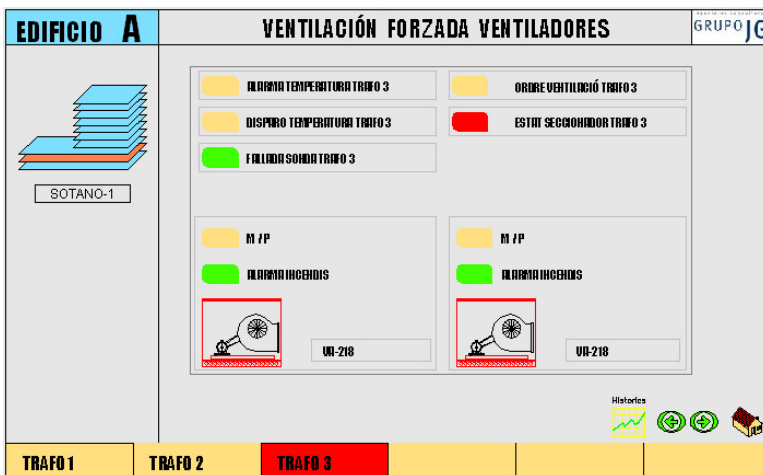
Esquema de producción de frío, con estado de las máquinas de producción de frío, grupos de presión y sondas.



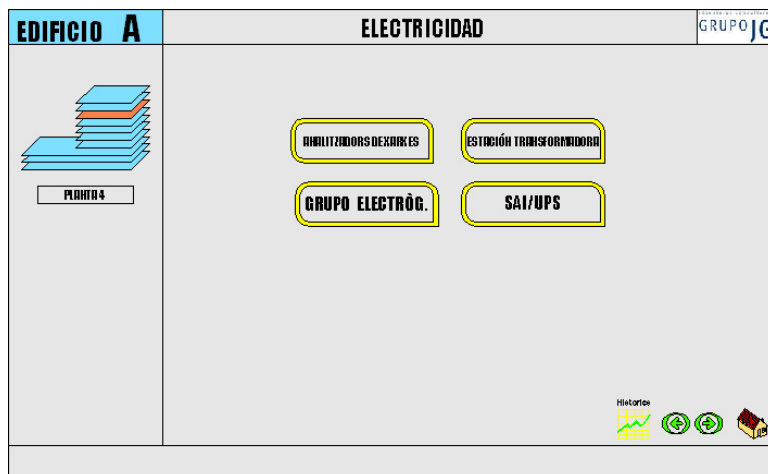
Esquema de climatizador, con los estados de los ventiladores, valvulería y sondas.



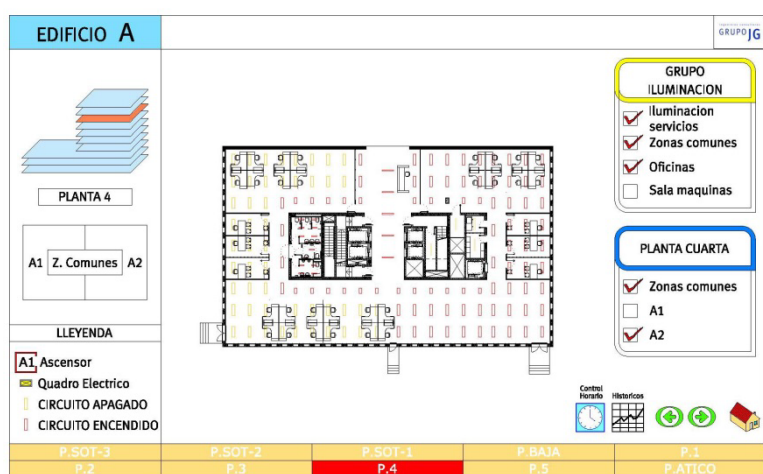
Esquema de climatizador, con los estados de los ventiladores, valvulería y sondas.



Pantalla de ventilación forzada (de sala de transformadores), con el estado de los ventiladores y las sondas de temperatura de los trafos.



Pantalla de selección de equipos eléctricos.

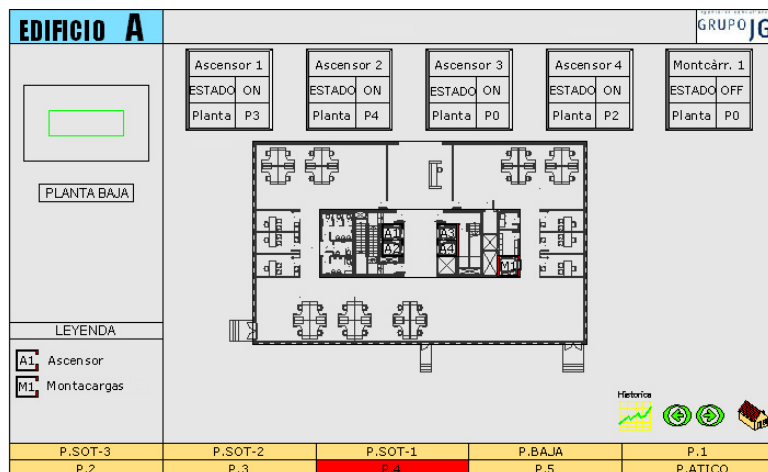


Pantalla de control de electricidad por planta: alumbrado (encendidos), cuadros eléctricos y ascensores.

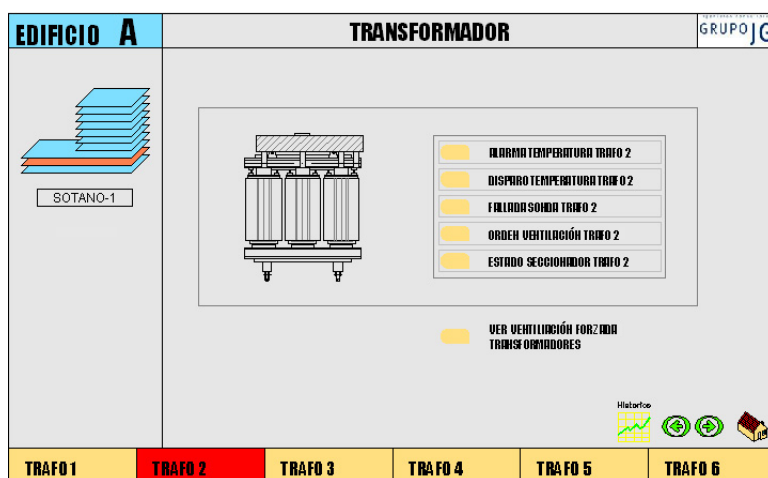


Pantalla de selección de instalaciones.

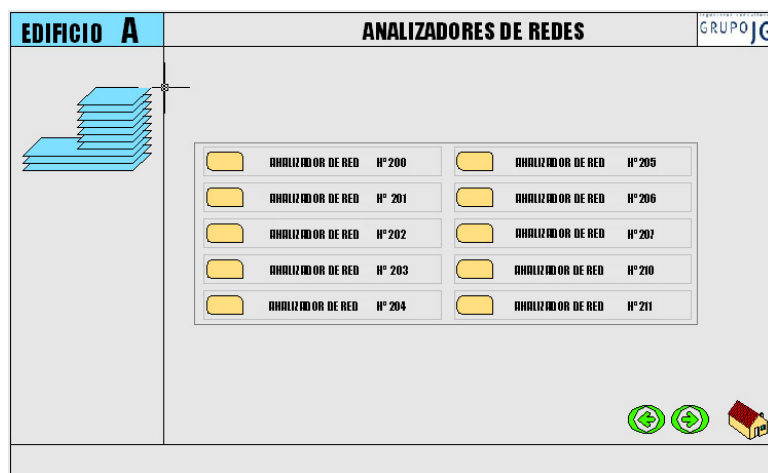




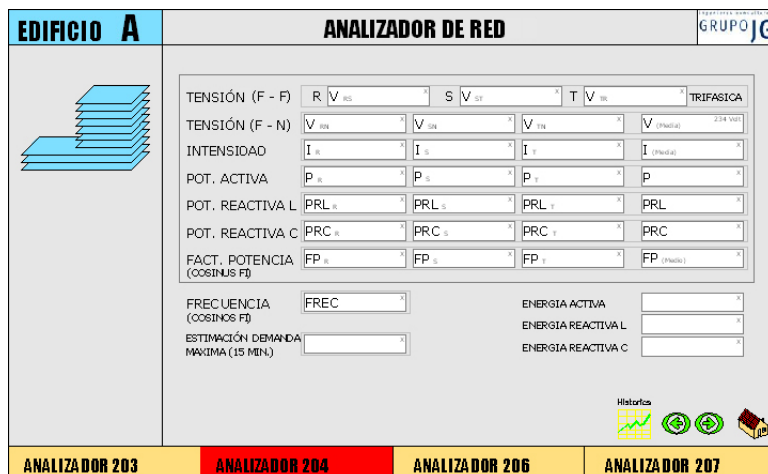
Pantalla de funcionamiento de ascensores, mostrando el estado y la planta donde se encuentran.



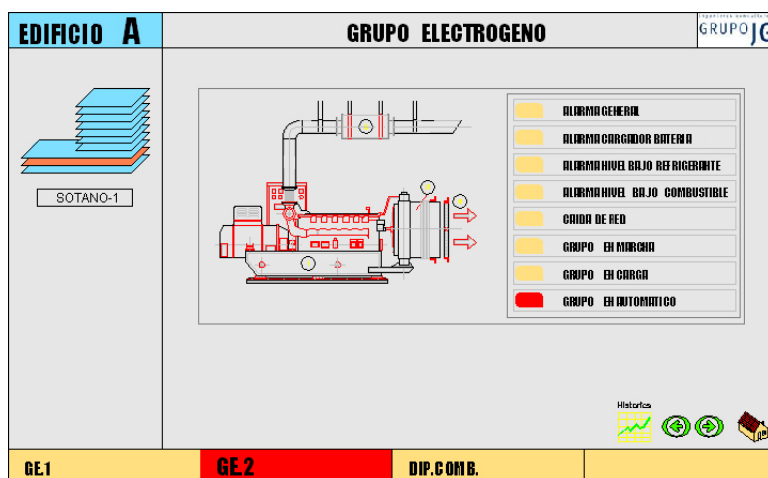
Pantalla de transformador, mostrando las diferentes alarmas por temperatura y funcionamiento.



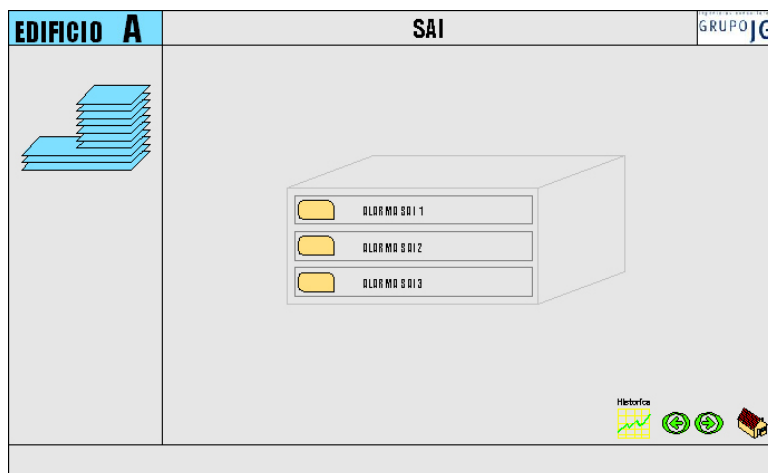
Pantalla de selección de los diferentes analizadores de redes.



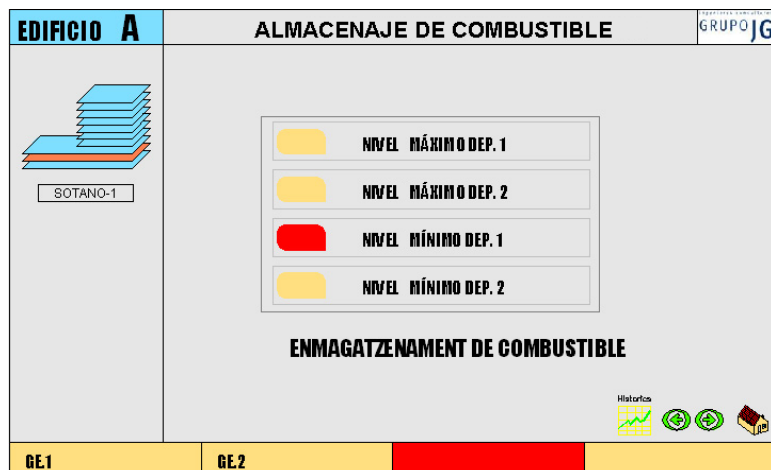
Pantalla con la integración de los Analizadores de redes, donde se muestran los diferentes parámetros eléctricos.



Pantalla tipo de Grupo Electrónico donde se muestran sus estados y alarmas.



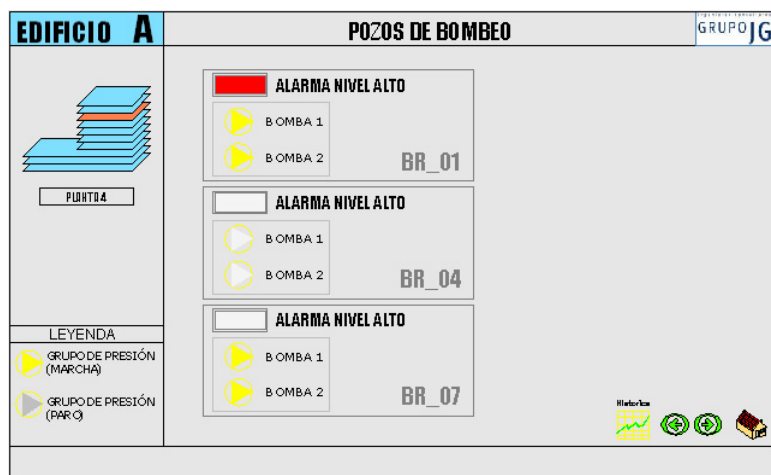
Selección de equipos de SAI.



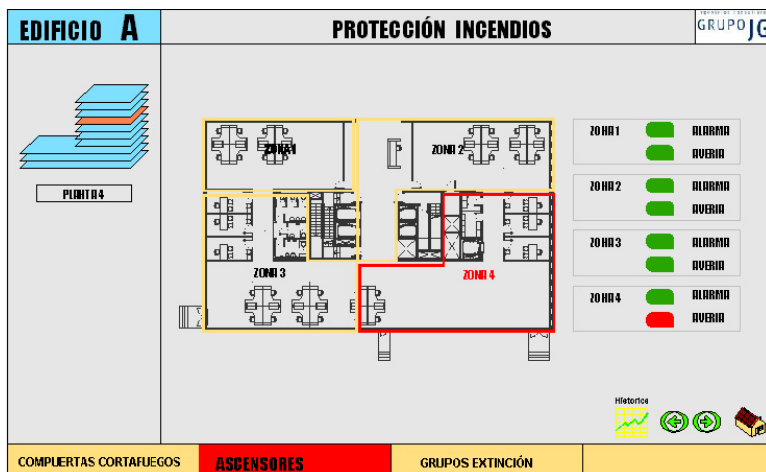
Pantallas de alarmas de depósitos de combustibles de Grupos Electrónicos.



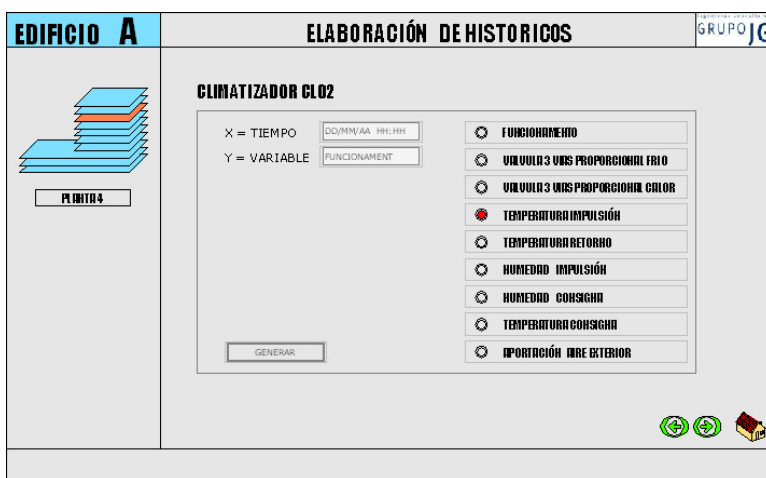
Pantalla de estado de bombas de drenaje permanente, donde se muestran estado de bombas y el caudal estimado de drenaje.



Pantalla de pozo de bombeo, donde se muestra el nivel del pozo y los estados de funcionamiento de los grupos de presión.

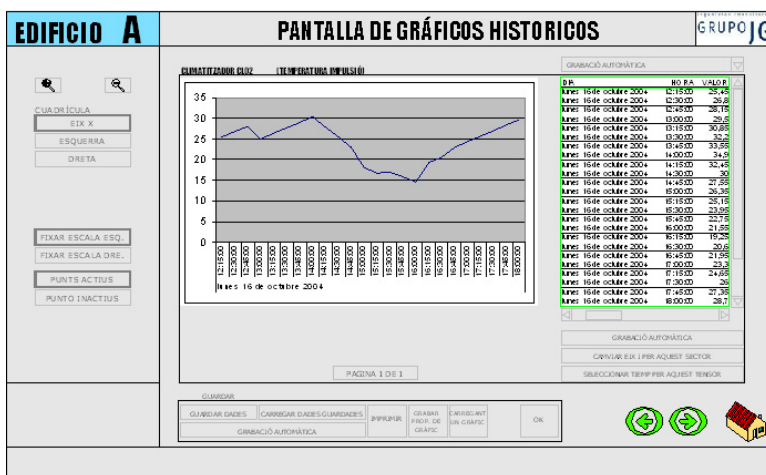


Pantalla con las zonas de alarmas del sistema de detección de incendios.



Pantalla para la elaboración de históricos de un climatizador, donde se muestra la posibilidad de relacionar:

- variable (t)
- variable (variable2)



Pantalla para mostrar los históricos, donde se muestra el gráfico, así como los valores para la obtención del mismo. También diferentes iconos para la edición e importación de los datos.

**2.7.65. SOFTWARE DEL SISTEMA DE GESTIÓN** El BMS deberá suministrar programas de software capaces de proporcionar las facilidades y características detalladas en la Especificación. El instalador deberá estar preparado para demostrar el funcionamiento de cada programa en sus talleres o en un lugar complementario. La demostración deberá incluir cualquier prueba de validación requerida por la Dirección Facultativa y se llevarán a cabo en su presencia.

Todo el software estipulado se suministrará independientemente de lo comprendido en los requisitos de funcionamiento o en los programas detallados para las instalaciones particulares, de forma que sea posible realizar futuras extensiones del sistema mediante otros sensores, detectores, subestaciones y cableado complementario, y/o la entrada de datos adicionales para diversos programas.

Todos los datos y mensajes visualizados en el VDU e impresoras deberán estar precedidos por la fecha y hora en que ocurre el hecho.

Deberá ser posible asignar valores, desde el teclado, a cualquier entrada y salida digital o analógica de forma que las respuestas de funcionamiento especificadas puedan verificarse y probarse según los requisitos. Se deberá indicar que se ha asignado un valor a un punto en particular.

La configuración del software y del hardware será tal que la transmisión de datos y secuencias operativas no se obstruyan entre sí y ocasionen demoras ó borrado de la recepción de alarmas, visualizaciones analógicas y gráficas y la entrada de órdenes desde el teclado. El formato maestro de los programas de software deberá permitir que los operadores no calificados ejecuten las rutinas normales de los sistemas de la instalación mediante mensajes en pantalla, a base de preguntas y respuestas o con soluciones tipo menú a los programas estándar.

Deberá tener la capacidad de comunicación con el software de gestión de mantenimiento (averías en tiempo real, horas de funcionamiento de los equipos y parámetros de lectura). La comunicación se realizará vía ficheros a través de una red local.

#### **Niveles de acceso**

El acceso del operador al software para corrección, actualización y cambio de los valores de los parámetros será a través de un mínimo de tres niveles de contraseñas de seguridad facilitando el acceso a diferentes dispositivos.

El nivel de acceso/descripción se acordará con la Dirección Facultativa.

El instalador deberá:

- (i) Proporcionar acceso a la Dirección Facultativa al software del sistema y a detalles sobre la protección con contraseñas hasta el nivel más alto del usuario, con el fin de permitir que los listados puedan cambiarse en la obra.
- (ii) Indicar qué programas de software se ejecutan en las subestaciones, cuáles se ejecutan desde el CPU y el nivel de actualización posible de cada uno desde el CPU y en las subestaciones.
- (iii) Incluir para programación todas las secuencias funcionales detalladas, incluyendo mensajes impresos y la generación de gráficos de color para incluir todos los puntos en el sistema.
- (iv) Proporcionar planos de muestra de los trazados del diagrama gráfico para comentarlos antes de la producción y demostrar dichos gráficos antes de la entrega en el emplazamiento para aprobación por la Dirección Facultativa, como mínimo tres meses antes de la fecha de terminación programada del proyecto.
- (v) Proporcionar registros fotográficos de dichas demostraciones dentro de un plazo de 7 días.
- (vi) Proporcionar a la Dirección Facultativa toda la codificación interna propia de los elementos del sistema de gestión (equipos, elementos terminales, instalaciones, etc.) para la comunicación con el software de mantenimiento.
- (vii) Deberá suministrarse también una lista de los nombres de todos los equipos para la interrelación de ambos programas.

#### **PROGRAMAS DISPONIBLES**

### **Programas de alarmas y de estado (entradas digitales)**

La prioridad de las alarmas será según se indica:

- (i) Alarma crítica - Se requiere la acción inmediata del operador. Suena una alarma audible, que puede desactivarse manualmente. Se indica en el VDU en forma de mensaje con los esquemas de los gráficos relacionados y se registra en la impresora. La visualización del VDU no desaparece hasta que desaparece el motivo de la alarma.
- (ii) Alarma general no urgente - Se puede solucionar con un mantenimiento y servicio planificado. Suena una alarma audible, diferente a la de la alarma crítica, que puede silenciarse manualmente. Se indica en el VDU y se registra en la impresora. El mensaje en el VDU desaparece cuando se silencia la alarma audible.

### **Programa de entrada analógica**

El BMS deberá aceptar entradas analógicas con el fin de compararlas con los valores consignados y límites de alarma, si los hubiera, (las entradas analógicas relacionadas con el caudal, consumo de energía, etc., se describen en las Fichas de Control).

En la base de datos siempre se deberá almacenar el último valor de cada entrada analógica, convertido a unidades internacionales.

Se puede seleccionar cualquier entrada analógica para visualización o impresión por el operador en cualquier momento y el valor se identificará mediante un código alfanumérico en el idioma oficial de la ubicación de la instalación de acuerdo con la Dirección Facultativa.

La fijación de valores límites para cualquier valor analógico deberá ser posible desde el CPU. El software deberá permitir que los límites se fijen en términos de límites positivos y negativos a partir de un valor analógico particular en las unidades del parámetro, por ejemplo, + 3 °C, - 1 °C o como cifras absolutas, por ejemplo, 23 °C, 19 °C. En cada caso el valor consignado real deberá visualizarse con los valores límite propuestos antes de aceptar la entrada para su uso. Cada límite de alarma deberá tener una fijación diferencial en el BMS.

Siempre que se ajuste un valor analógico con límites fijados, los límites se deberán cambiar automáticamente en la misma cantidad que el valor medido.

El software deberá comparar las lecturas de entrada analógica con los límites alto y bajo predeterminados especificados y deberá generar una alarma cada vez que entra o retorna un valor de una condición límite programada. La visualización del VDU para los límites analógicos deberá indicar automáticamente la función real de la alarma, o condiciones y valores consignados. Los gráficos del VDU también deberán visualizar el esquema de la instalación relacionado ya sea programado automáticamente o seleccionado por el operador.

Todas las entradas analógicas deberán tener la posibilidad de registrar tendencias en la impresora, según lo requiera el operador en cualquier momento.

Cuando se especifiquen potenciómetros de reacción para indicación de posición, esta información deberá indicarse en el gráfico asociado.

### **Programa de bloqueo de alarmas**

Cuando se visualiza una condición de alarma deberá ser independiente de cualquier otra alarma o causa posible que pueda iniciar una cadena de subsiguientes alarmas, por ejemplo, el bloqueo de la caldera no deberá generar alarmas de caudal y temperatura del agua de retorno ni alarmas de la temperatura del local.

Cuando ocurran tales circunstancias, el software deberá bloquear cualquiera de estas alarmas secuenciales. El instalador deberá coordinar estas secuencias con su diseño detallado y presentar detalles suficientes para demostrar el cumplimiento con los requisitos. La primera alarma de dicha cadena deberá indicar en el VDU cuáles otros puntos de alarma están comprendidos en la secuencia particular. El programa deberá bloquear las alarmas analógicas durante un período de tiempo posterior al arranque de la instalación auxiliar para evitar falsas alarmas.

El programa también deberá bloquear alarmas analógicas cuando la instalación auxiliar se desconecte a través del BMS.

### **Programa de arranque/paro de la instalación**



El software deberá permitir que a cada elemento de la instalación o sistema de la instalación, donde sea aplicable, se asignen tiempos de arranque/paro individuales, como resultado de las secuencias de tiempo/enclavamientos.

A petición del operador deberá poder obtenerse un resumen del sistema de todos los puntos programados, con condiciones de estado. Deberá ser posible utilizar resúmenes de los sistemas por separado, o de todos los sistemas, visualizados en el VDU o en la impresora.

### **Enclavamientos**

Todos los enclavamientos de la instalación con excepción de los enclavamientos de seguridad deberán realizarse a través del software. En el caso de enclavamientos de seguridad, éstos deberán efectuarse mediante cableado resistente y también a través del software para evitar alarmas "desajustadas". Deberá ser posible cambiar el esquema de enclavamiento en cualquier momento a través del teclado del operador, mediante acceso con contraseña. La cadena de enclavamiento para cada dispositivo se visualizará en un formato sencillo y fácil de comprender de forma que el método de control de este dispositivo pueda ser entendido leyendo el VDU.

### **Programa de optimización**

Deberán suministrarse programas de optimización para la conservación de energía y deberán calcular el arranque diurno y paro vespertino óptimo de la instalación de climatización, basándose en el tiempo de ocupación, la masa térmica del edificio, el espacio interno medido y las condiciones externas. Los programas deberán ser aptos para los sistemas de calefacción y refrigeración y deberán ser autoadaptables, por ejemplo, deberán efectuar correcciones en las características programadas según la precisión de las 21 predicciones anteriores. El programa deberá arrancar la instalación en una condición de puesta a régimen que terminará con la llegada al tiempo de ocupación o con la llegada a la temperatura de ocupación, lo que ocurra antes. El programa se deberá escribir de tal forma que el período de puesta a régimen sólo se realice una vez al día. El programa también deberá incorporar dispositivos para mantener la temperatura espacial interna del edificio sobre el nivel mínimo predeterminado y la humedad relativa máxima por debajo de un nivel dado, fuera de las horas de ocupación. Estas fijaciones tendrán diferenciales fijados en el BMS. El programa deberá tener en cuenta el día de la semana, patrones de ocupación y vacaciones.

Mediante este programa deberá ser posible controlar la diferencia de los tiempos de arranque y/o paro de cada elemento o instalación. Si en algún momento durante el Plazo de Garantía la temperatura espacial mínima medida no está a 1 °C del valor consignado 30 minutos después del tiempo de inicio de la ocupación, el instalador deberá proporcionar atención diaria hasta una semana después de corregido(s) el(los) error(es), salvo que el problema se haya originado por un fallo de la instalación.

El programa deberá secuenciar la apertura de los circuitos de frío y de calor de forma que, si por ejemplo, en el período de invierno se excede de la temperatura deseada, no se produzca inmediatamente la puesta en marcha del circuito de frío, sino que siempre que sea posible se provoque el descenso de dicha temperatura mediante la entrada de aire exterior ó recirculación del sistema, al efecto de realizar un ahorro energético y cumplir con la reglamentación vigente para instalaciones de climatización. Estas consideraciones deberán tenerse especialmente en cuenta para los períodos comprendidos en las épocas intermedias de verano-invierno ó viceversa.

El programa deberá imprimir diariamente, sobre demanda, la siguiente información:

- (i) Hora de arranque de la instalación.
- (ii) Temperatura del aire exterior en el momento de arranque de la instalación.
- (iii) Temperatura mínima del aire interior en el momento de arranque de la instalación.
- (iv) Hora de finalización del ciclo de puesta a régimen.
- (v) Temperatura mínima del aire interior en el momento de finalización de la puesta a régimen.

### **Medición de la energía y programa de cálculo de consumos**

El software deberá incluir un programa para calcular la energía utilizada en las instalaciones de los climatizadores y enfriadoras o cualquier otra instalación designada. Este programa formará la base de un programa totalizador de la energía de forma que en cualquier momento el operador pueda

obtener un resumen de la energía utilizada con sus costes. Para los cálculos del coste, el software deberá ser capaz de totalizar los coeficientes unitarios, gastos fijos, coeficientes de demanda máxima, etc.

El programa deberá ser capaz de aceptar datos de señales de sensores analógicos y entradas de impulsos para proporcionar cálculos de energía mediante la totalización de señales simples o mediante la integración de señales múltiples. La salida visual, en cualquier forma, de la energía neta utilizable, la energía suministrada y la energía primaria deberá ser en las unidades de energía pertinentes (con opciones para conversión, por ejemplo, termias a kWh).

Cuando se requiera, el programa deberá proporcionar la información concerniente al rendimiento del climatizador y de la enfriadora con puntos de alarma para cualquier cifra calculada inferior a la fijación especificada, al igual que para el resto de las instalaciones. Estos cálculos deberán efectuarse automáticamente una vez al día, o a petición, registrando el resultado en la impresora. Los operadores deberán poder recuperar tal información en cualquier momento, para su visualización en el VDU o impresión, en términos de las cifras de los días anteriores o una revisión inmediata de las cifras del día para entregarlas en el momento en que sean solicitadas.

El programa deberá ser capaz de analizar los puntos críticos del consumo eléctrico, y con el fin de evitar puntas de consumo, deberá ser capaz de cortar la alimentación a los circuitos que se le indiquen cuando se de dicha posibilidad.

En cuanto a las diversas formas de cálculo de consumos, el programa debe ser capaz de proporcionar los siguientes datos en cuanto al caudal:

Deberán sumarse los caudales para proporcionar el caudal total diario. Si se solicitaran períodos menores de integración, éstos deberán estar disponibles (en una hora como mínimo).

#### **Programa de totalización del tiempo de funcionamiento**

Deberán proporcionarse para aplicación a todos los elementos de la instalación. El sistema deberá generar una alarma identificable siempre que se exceda el límite prefijado para el elemento en particular. El instalador deberá proponer una lista de límites prefijados para ser introducidos y utilizados durante las pruebas y puesta en marcha.

El operador deberá poder acceder al tiempo de funcionamiento total mediante órdenes, y reiniciar los límites o poner a cero el contador para cada elemento, utilizando el acceso con la contraseña adecuada.

#### **Programa de datos históricos**

El CPU deberá almacenar todos los acontecimientos de alarmas. Deberá medirse el almacenamiento para poder almacenar un mínimo de 1.500 alarmas. Cuando la capacidad de registro esté un 90 % llena, se vaciará automáticamente al disco flexible en el tiempo predefinido, todo el contenido de las alarmas registradas.

Se generará una alarma en el terminal del operador cuando la capacidad de registro esté un 90 % llena y un mensaje posterior indicará que se ha terminado el vaciado y que el registro está listo para que el operador lo borre. Un fallo del operador en el borrado significará que las primeras alarmas serán sobrescritas por las alarmas subsiguientes.

El software deberá permitir el almacenamiento de los datos históricos especificados. La memorización de los datos deberá poder mantener la información durante períodos predeterminados, para acceder a ellos según se requiera, y a continuación deberá vaciar los más antiguos a medida que se va introduciendo más información, por ejemplo, si se requieren los datos mensuales durante un período de un año, el primer mes se descartará cuando el 13º mes esté completo.

Los datos que se deben almacenar serán los especificados y el instalador deberá preparar el sistema para incorporar estos requisitos, pero éste tendrá la posibilidad de alterar o corregir las instrucciones posteriormente. El programa deberá ser capaz de transmitir a la memoria datos no procesados o datos que han sido corregidos por cálculos mediante otros programas de software. Cuando se especifique, antes del almacenamiento, el programa también deberá calcular la desviación media del valor medio y estándar de los datos.

El operador deberá poder solicitar la visualización o impresión de cualquiera o de todos estos datos almacenados y también deberá poder transferir cualquiera de estos datos a un lugar a distancia, a través del puerto RS232 suministrado para este fin.

Se suministrarán discos flexibles para el almacenamiento de los datos necesarios.

#### **Programa de re arranque automático**

El programa de re arranque arrancará secuencialmente todas las instalaciones requeridas a la reanudación de la alimentación para evitar el arranque de gran amperaje en la red de distribución. El programa también proporcionará un arranque secuencial similar para las condiciones normales de arranque de la instalación.

El programa de re arranque deberá controlar todas o las partes esenciales de la instalación en condiciones de arranque por generador o re arranque después de un fallo de alimentación de la red.

Mediante la detección del fallo de la red y el funcionamiento del generador (en carga), se activará un programa de arranque secuencial para sincronizar la instalación seleccionada. Durante la condición de re arranque deberán suprimirse todas las alarmas de cambio de estado hasta que la instalación funcione normalmente.

Cuando se restaura la alimentación normal, ya sea después del fallo en la alimentación o tras el uso de un generador de reserva, el programa tendrá la opción de ser reinicializado mediante órdenes del operador o automáticamente y arrancará secuencialmente toda la instalación en un tiempo adecuado para evitar el arranque de gran amperaje en la red de distribución. El programa también deberá proporcionar un arranque secuencial similar para las condiciones de arranque normal de la instalación, con el fin de evitar picos de consumo y con ello disminuir en la medida de lo posible el encarecimiento del suministro eléctrico.

#### **Programa de ciclado de cargas**

Cicleará la instalación especificada seleccionada de forma on/off como medida de conservación de energía durante las horas de funcionamiento normal. Los elementos deberán conectarse cíclicamente con arreglo al programa de prioridades, que podrá tener una secuencia de operación diferente para la desconexión y conexión. El programa deberá ser arrancado mediante órdenes por el operador.

Los límites analógicos deberán anular el programa cuando las condiciones afectadas por la conexión de cualquier elemento llegue a estos límites. En tales circunstancias, la condición límite visualizada también indicará que el ciclo de carga del elemento de la instalación pertinente está en funcionamiento.

#### **Programa de control de entalpía**

El programa deberá controlar la entalpía exterior y la entalpía del aire de retorno de cada instalación designada. Cuando la entalpía especificada del aire exterior sea superior a la del aire de retorno durante un ciclo de enfriamiento, se deberá suministrar una señal de mando para posicionar y mantener los registros de la instalación de climatización en la posición mínima de aire fresco. Cuando la entalpía especificada del aire exterior sea inferior a la del aire de retorno, se corregirá la orden para permitir reasumir la secuencia de control normal de los registros.

Siempre que cambie el estado de mando, la condición de entalpía se indicará en la impresora y VDU.

La posición mínima de aire fresco del registro deberá ser ajustable desde el teclado.

#### **Programa de restauración del punto de control**

El software deberá ofrecer la posibilidad de reponer los puntos de control de las variables designadas desde el teclado. El acceso al procedimiento de reposición deberá ser a través de dos niveles de contraseña como mínimo. Cuando el funcionamiento de los controles especificados para cualquier instalación lo requiera, la reposición se realizará automáticamente, por ejemplo, control compensado.

Cualquier cambio realizado desde el teclado deberá visualizarse en el VDU e imprimirse.

Cuando el valor consignado tenga condiciones límite asociadas y se reponga, las alarmas quedarán bloqueadas durante un período de tiempo fijado en el BMS.

El hardware adicional necesario para modificar el funcionamiento de los controladores de la instalación se deberá localizar en las subestaciones.

Todo los parámetros asociados con los circuitos DDC deberán ser ajustables desde el teclado mediante el acceso con contraseña.

#### **Programa de mando numérico directo (DDC)**

Deberá permitir el control digital directo de circuitos de lazos de regulación a través del BMS. El programa deberá ser tal que pueda fijarse para proporcionar control todo/nada, proporcional (P), proporcional más integral (PI) y proporcional más integral más derivado (PID), según sea necesario para cada circuito de control.

El software deberá ser apto para realizar 4 etapas de control secuenciales como mínimo, proporcionar zonas muertas entre las etapas, modificar puntos de control, funciones de etapas compensadas y de sobreposición de control del hardware y del software.

El instalador deberá ser responsable de fijar los parámetros del software para cada lazo de regulación, incluyendo la fijación de los márgenes de proporcionalidad, tiempos integrales y los coeficientes derivados, los cuales deberán ser ajustables en el lugar y registrados en unidades industriales. Todas las fijaciones deberán ser tales que cada circuito de proceso se ejecute dentro de las tolerancias requeridas y que no haya variaciones (oscilaciones cíclicas) de los elementos de control final.

A la Recepción Provisional se deberán suministrar una lista completa de los ajustes. El operador también deberá tener la posibilidad de cambiar, mediante acceso con contraseña, las fijaciones de todos los circuitos de proceso.

El DDC normalmente deberá operarse desde el software residente en las subestaciones. El software DDC de las subestaciones deberá ser capaz de funcionar de forma independiente, con órdenes de supervisión recibidas normalmente desde el CPU. En caso de fallo en la subestación, la instalación de proceso deberá tener autoprotección contra fallo. Para el funcionamiento normal, ningún circuito DDC deberá ser dependiente del funcionamiento ininterrumpido del CPU.

#### **Programa de punto de rotación**

Deberá iniciar la alternancia de las designaciones de los puntos de control (como régimen normal y reserva, avance y retardo de fase), en cualquiera de las circunstancias siguientes:

- (i) Sobre una base calendaria, por ejemplo, cada semana, mes.
- (ii) Una vez se haya llegado al total de horas de funcionamiento predefinidas.
- (iii) El cambio deberá ocurrir a una hora predeterminada, por ejemplo, 01:00 horas, y solamente deberá ocurrir cuando la instalación esté desconectada, salvo en el caso de instalaciones de 24 horas.

#### **Programa de cambio automático para los accionamientos del régimen normal y de reserva**

En el caso de fallo en el accionamiento del régimen normal, deberá desactivarse cualquier programa de punto de rotación asociado con los accionadores y ordenarse el arranque del accionamiento de reserva.

El programa de punto de rotación se reactivará cuando el operador borre el accionamiento del régimen normal averiado mediante una orden por el teclado.

#### **Comunicación programa gestión mantenimiento**

El sistema deberá tener la capacidad de comunicarse con un programa de gestión de mantenimiento del edificio. Dicha comunicación se realizará mediante ficheros de intercambio en formato ASCII y solo en el sentido BMS - SGM.

~~El fichero tendrá un formato semejante al que almacena los datos históricos de alarmas. Cuando se produzca una alarma que deba ser reconocida por el SGM, el software de gestión creará un registro en el fichero de intercambio (además de en el de históricos) que el SGM se encargará de leer y borrar. En dicho registro deberá adjuntarse la siguiente información: Fecha, hora, identificador del elemento en el que se ha producido la alarma, código de alarma y estado de la alarma (ON-OFF).~~

Las alarmas que produce el BMS y que debe reconocer el SGM serán todas, excepto las servidas de los sistemas de detección física contra-intrusión y detección automática de incendios.

Tampoco deberán registrarse los eventos provocados por el sistema o usuario en régimen normal de funcionamiento (encendidos y apagados instalaciones).

Además de la información sobre alarmas el BMS deberá transmitir las horas que los equipos llevan en funcionamiento. Estas horas se transmitirán también en el fichero de intercambio y con una periodicidad definida por el usuario. En dicho registro deberá adjuntarse la siguiente información: Fecha, hora, identificador del elemento y horas acumuladas.

También el BMS deberá poder informar al software de mantenimiento de los valores de lectura de parámetros (temperatura, presiones, caudales, consumos) que el usuario defina y con una periodicidad también variable. En dicho registro deberá adjuntarse la siguiente información: Fecha, hora, identificador del elemento, identificador del parámetro y valor del parámetro.

**2.7.66. AISLAMIENTO TÉRMICO PARA CONDUCTOS** Todos los conductos y accesorios (compuertas, elementos de medición, accesos, etc...) que transportan aire tratado térmicamente deben ir aislados según lo indicado en planos, memoria y presupuesto. De esta manera se evitan pérdidas de energía durante su recorrido y posibles condensaciones en el caso de refrigeración.

Al seleccionar el espesor de aislamiento, se deben utilizar espesores mayores cuando la temperatura media anual es muy inferior o superior a la temperatura de referencia de la conductividad. Aunque la resistencia térmica global sea equivalente, nunca utilizar materiales con conductividad superior a  $0,045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  a  $10^\circ\text{C}$ .

Paralelamente, debe asegurarse que todos los materiales están completamente libres de clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y asbestos de cualquier tipo. Además, todos los fabricantes presentarán todos los certificados de características técnicas y homologación de materiales. También se deberá presentar una muestra de  $300\times 300 \text{ mm}$  de cada tipo de aislamiento de conducto.

La medición de aislamiento se efectuará de la misma manera y criterio que los conductos.

Además, todos los tipos de aislamientos deben cumplir con las normas UNE 100171, UNE-EN ISO 12241, UNE 100012 y UNE-EN 13162 (lana mineral (MW)) o UNE-EN 14304 (espuma elastomérica flexible (FEF))

Los materiales destinados al aislamiento serán inodoros, no higroscópicos, no tóxicos y no se deben descomponer o sufrir algún otro deterioro cuando trabaje dentro del rango operativo de temperatura y vibración. El aislamiento no debe contener sustancias en las que se puedan desarrollar microorganismos. Según lo especificado en mediciones, planos y memoria el aislamiento puede ser:

**1. Lana mineral recubierta con manta de aluminio (kraft). Exterior conducto**

- Resistencia a la difusión del vapor de agua ( $\mu$ ) mínima: 1 o equivalente. Se incorporará una capa de aluminio reforzada con malla de vidrio que actúa como barrera de vapor; Resistencia a la difusión del vapor de agua del revestimiento ( $z$ ):  $130 \text{ m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}/\text{mg}$
- Reacción al fuego: A2-s1, d0 Clasificado según EN 13501-1, EN 15715
- Comportamiento en caso de incendio: - (No combustible)
- Temperatura de trabajo:  $-10\dots 100^\circ\text{C}$

**2. Lana mineral recubierta con tejido de vidrio. Interior conducto**

- Resistencia al Flujo de Aire  $\geq 5 \text{ kPa}$ .  $\text{s}/\text{m}^2$
- Reacción al fuego: A2L-s1, d0 Clasificado según EN 13501-1, EN 15715
- Comportamiento en caso de incendio: - (No combustible)
- Temperatura de trabajo:  $-10\dots 100^\circ\text{C}$
- Absorción acústica:  $\alpha \geq 0,25$  a  $250\text{Hz}$  /  $\alpha \geq 0,5$  a  $500\text{Hz}$

**3. Espuma elastomérica recubierta con aluminio. Exterior conducto**

- Recubrimiento de aluminio laminado de  $12\mu\text{m}$ , con doble capa de vidrio recubierto de  $5\times 5\text{mm}$  y  $22 \text{ g}/\text{m}^2$  de revestimiento de LDPE
- Resistencia a la difusión del vapor de agua ( $\mu$ ) mínima: 7000 según EN 12086 y EN 13469

- Reacción al fuego: Euroclase E Clasificados según: EN 13501-1 Ensayos según: EN 13823 EN ISO 11925-2
- Temperatura de trabajo: -50....110 °C

### **Ejecución**

El responsable del acopio e instalación del material deberá proveer el certificado de cumplimiento del aislamiento respecto la UNE-EN 13162. El certificado deberá contener como mínimo la certificación de la conductividad térmica (W/mK), espesor (mm), resistencia térmica (m<sup>2</sup>K/W) y clase de reacción al fuego.

Para instalar el aislamiento interior de conductos se seguirán de manera escrupulosa las instrucciones del fabricante y los detalles constructivos. Ésta se efectuará con perfiles en U y con pernos. La colocación del aislamiento se realizará con juntas de 5 cm de solape para garantizar un correcto sellado entre los tramos aislados.

Los materiales adhesivos, no serán inflamables y serán adecuados para el rango de temperatura ambiente y humedad en que se encuentran. Todos ellos serán los recomendados estrictamente por el fabricante y no se permitirán materiales alternativos a los homologados por el suministrador del aislamiento.

La instalación y la sujeción de conductos se llevará a cabo de forma que el aislamiento no se deforme quedando aplastado, de manera que disminuyan sus propiedades aislantes.

En su almacenamiento y montaje se evitará que el aislamiento se pueda mojar. En caso que el aislamiento se moje, se sustituirá completamente.

El aislamiento se instalará una vez el conducto esté completamente limpio y seco, y se haya revisado que no hay ningún punto de fuga. El aislamiento térmico debe cubrir completamente las superficies a aislar sin espacios sin sellar y sin "puentes fríos". El aislamiento se debe cortar y acabar cuidadosamente y sellar sus bordes alrededor de las compuertas, dispositivos de detección, sensores, puertas de acceso, etc. para que estos componentes estén claramente visibles y accesibles.

Se debe coordinar con el instalador eléctrico para asegurarse de que todos los revestimientos metálicos estén bien conectados equipotencialmente.

### **Acabado exterior para conductos aislados**

Los conductos instalados en exteriores o en el interior de salas técnicas (si se especifica) se recubrirán con una lámina de aluminio de 0,8 mm de espesor que protegerá el aislamiento de posibles golpes y/o de las inclemencias exteriores de radiación y lluvia.

El recubrimiento será resistente a la corrosión, debiendo mecanizarse con máquinas herramientas adecuadas, montándose con solapes en todas sus juntas de 50 a 100 mm de ancho, según las dimensiones de los conductos.

Los diferentes elementos de chapa deben afianzarse con tornillos de acero inoxidable 18/8 o de duraluminio.

Las juntas de unión del conducto se realizarán por su parte inferior y serán del tipo bridas y tornillos, además dispondrán de junta de goma entre bridas y terminado en silicona para mayor estanqueidad.

Además del sellado correspondiente, se recubrirán todas las uniones entre planchas de aluminio con una lámina bituminosa para evitar la entrada de agua, lo que dañaría por completo el aislamiento del conducto.

## **2.7.67. AISLAMIENTO TÉRMICO PARA TUBERÍAS** Todas las tuberías y accesorios (válvulas, elementos de medición, etc...) para climatización / ACS deben ir aisladas para evitar pérdidas de energía durante su recorrido y posibles condensaciones en el caso de la refrigeración / AFS. Consecuentemente, el aislamiento de las tuberías de refrigeración /AFS debe incluir una barrera de vapor.

Al seleccionar el espesor de aislamiento, se deben utilizar espesores mayores cuando la temperatura media anual es muy inferior a la temperatura de referencia de la conductividad. Aunque la resistencia térmica global sea equivalente, nunca utilizar materiales con conductividad superior a 0,045 W/m·K.



Paralelamente, debe asegurarse que todos los materiales están completamente libres de clorofluorocarbonos (CFC), hidroclofluorocarbonos (HCFC) y asbestos de cualquier tipo. Además, todos los fabricantes presentarán todos los certificados de características técnicas y homologación de materiales. También se deberá presentar una muestra de 300 mm de largo de cada tipo de aislamiento de tubería.

En las mediciones en el precio del metro lineal debe estar incluida siempre la parte proporcional del aislamiento de los accesorios (curvas, tes, válvulas, filtros, etc.) que existan en la instalación.

Además, todos los tipos de aislamientos deben cumplir con las normas UNE 100171, UNE-EN ISO 12241 y UNE-EN 13162 (lana mineral (MW)) o UNE-EN 14304 (espuma elastomérica flexible (FEF))

Los materiales destinados al aislamiento serán inodoros, no higroscópicos, no tóxicos y no se deben descomponer o sufrir algún otro deterioro cuando trabaje dentro del rango operativo de temperatura y vibración. El aislamiento no debe contener sustancias en las que se puedan desarrollar microorganismos. Según lo especificado en mediciones, planos y memoria el aislamiento puede ser:

#### **4. Espuma elastomérica (FEF) (coquilla)**

- Resistencia a la difusión del vapor de agua ( $\mu$ ) mínima: 7000 según EN 12086 y EN 13469
- Reacción al fuego: BL-s3,d0 (Coquillas) Clasificado según EN 13501-1 Ensayos según DIN 13823 DIN EN ISO 11925-2
- Comportamiento en caso de incendio: Autoextinguible
- Temperatura de trabajo: -50....110 °C

#### **5. Lana de vidrio (MW) (coquilla)**

- Resistencia a la difusión del vapor de agua ( $\mu$ ) mínima: 1 o equivalente. Se incorporará una capa de aluminio reforzada con malla de vidrio que actúa como barrera de vapor; Resistencia a la difusión del vapor de agua del revestimiento (z): 130 m<sup>2</sup>·h·Pa/mg
- Reacción al fuego: A2L-s1, d0 Clasificado según EN 13501-1, EN 15715
- Comportamiento en caso de incendio: - (No combustible)
- Temperatura de trabajo: -10....100 °C

### **Ejecución**

El responsable del acopio e instalación del material deberá proveer el certificado de cumplimiento del aislamiento respecto la UNE-EN 13162. El certificado deberá contener como mínimo la certificación de la conductividad térmica (W/mK) y clase de reacción al fuego (UNE-EN 13501). El material deberá ser no corrosivo.

Los materiales adhesivos y de sellado no serán inflamables y serán adecuados para el rango de temperatura ambiente y humedad en que se encuentran. Todos ellos serán los recomendados estrictamente por el fabricante y no se permitirán materiales alternativos a los homologados por el suministrador del aislamiento.

En su almacenamiento y montaje se evitará que el aislamiento se pueda mojar. En caso que el aislamiento se moje, se sustituirá completamente.

El aislamiento se instalará una vez la tubería de agua esté completamente limpia y seca, y se haya revisado que no hay ningún punto de fuga. El aislamiento térmico debe cubrir completamente las superficies a aislar sin espacios sin sellar y sin "puentes fríos". El aislamiento se debe cortar y acabar cuidadosamente y sellar sus bordes alrededor de los instrumentos, tomas, sensores de presión, termostatos, dispositivos de detección, detectores, placas de identificación, puertas de acceso, husillos y cuadrantes de amortiguadores, etc. para que estos componentes estén claramente visibles y accesibles.

La instalación y la sujeción de tuberías se llevará a cabo de forma que el aislamiento no se deforme quedando aplastado, de manera que disminuyan sus propiedades aislantes.

Especialmente, el aislamiento de las válvulas se debe efectuar de forma que se pueda desmontar fácilmente para el cambio de prensaestopas.

Se debe coordinar con el instalador eléctrico para asegurarse de que todos los revestimientos metálicos estén bien conectados equipotencialmente.

#### **Acabado exterior para tuberías aisladas**

Las tuberías instaladas en el exterior o en el interior de salas técnicas se recubrirán con una lámina de aluminio de 0,8 mm hasta DN200 y de 1mm a partir de DN250, que protegerá el aislamiento de posibles golpes y/o de las inclemencias exteriores de radiación y lluvia.

El recubrimiento será resistente a la corrosión, debiendo mecanizarse con máquinas herramientas adecuadas, montándose con solapes en todas sus juntas de 50 a 100 mm de ancho, según los diámetros.

Los diferentes elementos de chapa deben afianzarse con tornillos de acero inoxidable 18/8 o de duraluminio.

La protección de los codos o curvas de las tuberías, tes, reducciones, fondos de aparatos y superficies de forma irregular, se realizará mediante segmentos de chapa, previamente trazados, bordoneados y machihembrados y montados de forma que se adapten perfectamente a la superficie del aislamiento.

En caso de aislamiento de válvulas, bridas y otros accesorios que requieran un aislamiento desmontable, se construirán cajas desmontables de chapa de aluminio, con el aislamiento fijado en su interior, de forma que permitan un fácil desmontaje de cada una de estas unidades que en lo posible serán construidas en dos piezas únicas. Para fijación de las cajas desmontables, se utilizarán cierres de palanca articulada de aluminio duro que se remacharán a las cajas.

Tras la instalación y montaje del recubrimiento de aluminio, se procederá a realizar una protección del terminado, de manera que quede protegido frente a posibles golpes, abolladuras, etc. que se produzcan durante el transcurso de la obra.

#### **2.7.68. AISLAMIENTO ACUSTICO PARA PAREDES** Compuesto aislante acústico multicapa para cerramientos verticales, especialmente estudiado para el aislamiento al ruido aéreo.

La colocación de los distintos materiales será en forma de panel sandwich, lo que nos permitirá aumentar la masa y modificar la rigidez de las placas.

La composición será de un material fonoaislante, constituida por un estrato de material poroso y otro pesado, que deben realizar un recubrimiento continuo en toda la sala.

A continuación una estructura metálica, compuesta por perfilera de acero galvanizado, que servirá de soporte al panel sandwich.

Panel sandwich, formado por dos placas de cartón yeso de 15 mm de espesor y entre ellas una lámina de material amortiguante acústico de alta densidad de 5 mm de espesor como mínimo, este panel sandwich irá cogido al soporte y entre la cámara de aire que queda entre el panel y el material fonoaislante que recubre las paredes, se llenan con fibra de vidrio.

Este conjunto irá apoyado directamente sobre la losa de hormigón del suelo flotante si lo hubiere, o mediante una banda de cartón yeso y material fonoaislante de alta densidad, bajo la perfilera, sobre la estructura del edificio se asegurará una buena estanqueidad del conjunto.

#### **2.7.69. TECHO AISLANTE ACUSTICO SALAS ENFRIADORAS, G.ELECTRÓGENOS, ELECTROBOMBAS Y CLIMATIZADORES**

Techo aislante especial para salas de grupos enfriadores, grupos electrógenos, electrobombas y climatizadores, formado por materiales aislantes y absorbentes acústicos de alta eficacia, con sujeciones elásticas para una perfilera de acero galvanizado, a la que se atornillan dos placas de cartón yeso.

Para su montaje se procederá, cerrando con masilla todas las perforaciones se recubrirá el forjado con una capa de material aislante acústico de 20 mm de espesor, se deberá obtener un recubrimiento continuo incluso en paramentos verticales, todas las instalaciones que atraviesen este techo acústico, deberán estar formadas con doble capa de dicho material.

Mediante soportes elásticos se suspenderá a 20 cm del techo una perfilera de acero galvanizado formada por montantes y maestras atornilladas entre si y perfectamente niveladas.

A esta estructura se le colocarán dos capas de cartón yeso de 15 mm de espesor conteniendo en forma de sandwich una lámina de material amortiguante acústico de alta densidad de 10 mm de

espesor como mínimo, este compuesto irá colocado a cubrejuntas y se cerrarán todas las uniones con pasta apropiada.

El espacio intermedio entre la estructura flotante y el material aislante pegado al techo se rellenará con una capa de 100 mm de fibra de vidrio.

En encuentro del techo acústico con las paredes se realizará con una banda de material aislante.

Las instalaciones que acceden a la sala deberán instalarse por debajo del techo acústico.

No puede haber ningún tipo de agujero en ninguna de las capas del techo acústico.

#### **2.7.70. ABSORBENTE ACUSTICO PARA PAREDES** Absorbente acústico para cerramientos verticales, especialmente estudiado para el aislamiento al ruido aéreo.

Formado por panel sandwich, formado por dos planchas de acero galvanizadas de 0,75 prelacado, la plancha del lado interior será perforada con tramas de cuatro agujeros de diámetros distintos y el material absorbente acústico de baja densidad, especialmente diseñado para la absorción de la gama baja de frecuencias.

Este material absorbente acústico será incombustible según el RD 312/2005 A1<sub>L</sub> ó A2<sub>L</sub>-s1, d0.

Este panel sandwich irá sujeto mediante estructura metálica auxiliar construida en perfiles de acero galvanizado, que le servirá de soporte.

Se tendrá especial atención en no dejar puentes acústicos en el paso de instalaciones a través de la insonorización.

#### **2.7.71. REGISTROS DE LA RED DE SANEAMIENTO** Los elementos de registro serán suficientes para permitir la limpieza, reparación de fugas, atascos y comprobación en cada punto de la red serán estancos y fáciles de limpiar y las tapas de cierre serán seguras y practicables sin que se emplee cemento o yeso en el cierre de una tapa de registro.

Los registros como norma general, se situarán perpendicularmente a la dirección de las aguas residuales.

Se colocarán registros en:

- Los cambios de dirección o de pendiente.
- Al pie de cada bajante.
- En los encuentros de las tuberías.
- Al comienzo de todo albañal o conducto colector.
- Antes de la acometida a la red de alcantarillado.
- Los tramos entre los registros continuos no debe superar los 15 m.

#### **2.7.72. SUMIDEROS Y REJILLAS DESAGÜE DE PVC** Los sumideros situados en los lugares indicados en los planos estarán realizados a base de PVC con rejilla, cerco de acoplamiento en PVC y sistema de cierre sifónico.

Las rejillas estarán formadas por piezas de longitud no superior a 1 m acoplables y dispondrán de un canal de evacuación realizado también en PVC.

Tanto sumideros como rejillas tendrán espesor suficiente para permitir el paso de vehículos.

#### **2.7.73. SIFONES SIMPLES** Todos los aparatos sanitarios que no tengan incluido un cierre hidráulico dispondrán en su desagüe de un sifón. Tendrán como misión impedir la salida de los gases existentes en las redes de desagüe a través de las válvulas de los aparatos.

Los sifones serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, PVC, polipropileno, acero inoxidable.

El diámetro interior del sifón debe ser por lo menos igual al del tubo de desagüe. Un mismo aparato no debe tener dos sifones.

La cota que define la altura del agua del cierre hidráulico no debe ser menor de 5 cm ni superior a 10 cm. Es conveniente que no pase de 6 a 7 cm para las aguas negras y debe ser de 10 cm para desagües de agua de lluvia o sucias sin materias sólidas y con uso poco frecuente.

Los sifones deben ser accesibles y llevar un tapón roscado para su limpieza.

Los sifones deberán colocarse lo más cerca posible del desagüe del aparato, la distancia en vertical desde las válvulas de desagüe al tramo de descarga del sifón no será mayor de 60 cm para evitar el autosifonado.

Además deberá cumplir con las normas, según tipo:

UNE 37207: Sifones de plomo para saneamiento

UNE-EN 1253: Sumideros y sifones para edificios.

UNE-EN 274: Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios.

En bañeras y platos de ducha se suelen emplear sifones de escaso desarrollo para facilitar su adaptación en espacios ajustados entre los aparatos y el suelo. Están constituidos por un contenedor cilíndrico donde se inserta el tubo de salida del sanitario. El agujero de desagüe se halla en la parte alta, encima de un casquete móvil que se levanta al pasar el agua y luego se baja, desempeñando la función de tapadera hermética del conjunto.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Todas las piezas deben resistir la acción del agua a 95°C y el agua residual doméstica.

Las superficies revestidas electrolíticamente deben cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 248 "Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales de los revestimientos electrolíticos de Ni-Cr"

Las piezas de material plástico deben cumplir los requerimientos de calidad de moldeo y comportamiento ante el choque térmico indicados en la norma UNE-EN 274.

Las piezas de latón estirado deben cumplir los requerimientos referentes a las tensiones internas de acuerdo con la norma UNE-EN 274.

Las medidas de las piezas deben permitir la colocación correcta al aparato sanitario y la conexión a la red de evacuación.

Las dimensiones y formas cumplirán los requerimientos de la norma UNE-EN 274.

Características hidráulicas:

- Caudal de desguace para lavabos y bidet:
  - Desagüe:  $\geq 0,6$  l/s
  - Desagüe con sifón:  $\geq 0,5$  l/s
  - Sifón solo:  $\geq 0,6$  l/s
  - Rebosadero  $\geq 0,25$  l/s
- Caudal de desagüe para bañera:
  - Desagüe:  $\geq 1,0$  l/s
  - Desagüe con sifón:  $\geq 0,8$  l/s
  - Sifón solo:  $\geq 0,85$  l/s
  - Rebosadero:  $\geq 0,6$  l/s
- Fuga máxima de la válvula de desagüe:  $\leq 1$  l/h
- Estanqueidad del sifón: Completamente estanque a una presión de 1 mca durante 5 minutos

### CONDICIONES DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Suministro: En bolsa de plástico dentro de la caja protectora. Se debe hacer constar la marca del fabricante y sus características.

Almacenamiento: En su embalaje, en lugares protegidos contra los impactos y la intemperie.

### UNIDAD Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Unidad de cantidad necesaria suministrada en la obra.

## NORMATIVA DE COMPLIMIENTO OBLIGATORIO

UNE-EN 274: Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios.

### **2.7.74. APARATOS SANITARIOS** El material será el especificado en proyecto, tal como cerámico, acero inoxidable, fundición esmaltada u otros.

El acopio de los aparatos sanitarios se realizará con los embalajes originales y en lugares donde queden protegidos de golpes fortuitos.

Los aparatos sanitarios quedarán siempre nivelados. Se comprobarán de la forma siguiente:

- Para bañeras, lavabos, fregaderos, lavaderos, etc. por la horizontalidad del borde anterior de la cubeta.
- Para los bidés, cubetas de inodoros, etc. por la horizontalidad de sus gargantas laterales.

Los aparatos podrán ir fijados al suelo mediante tornillos de anclaje y fijados al muro mediante ménsulas, pernos o tornillos sobre tacos.

Los recipientes presentarán las siguientes características:

- a) Homogeneidad de la pasta (productos cerámicos).
- b) Inalterabilidad y resistencia del esmalte (productos cerámicos).
- c) La evacuación será rápida, silenciosa y total.

Todas las conexiones del aparato sanitario con la red de saneamiento deberán quedar selladas y revisadas.

En los edificios destinados a pública concurrencia, las cisternas de inodoros dispondrán de dispositivos de ahorro de agua.

Los aparatos sanitarios dispondrán de marcado CE. Y deberán cumplir las normas que les aplique siguientes:

UNE 67001:2008 Aparatos sanitarios cerámicos. Especificaciones técnicas.

UNE-EN 13407:2007 Urinarios murales. Requisitos funcionales y métodos de ensayo.

UNE-EN 14516:2006 Bañeras para uso domestico.

UNE-EN 14527:2006 Platos de ducha para uso domestico.

UNE-EN 14688:2007 Aparatos sanitarios. Lavabos. Requisitos funcionales y métodos de ensayo.

### **2.7.75. GRIFERIA** La grifería presentará las características siguientes:

- Las maniobras de apertura y cierre no han de producir ningún ruido, zumbido o vibración.
- La empaquetadura debe ser estanca.
- Las condiciones anteriores deberán ser cumplidas bajo todas las presiones, tanto de servicio como de prueba.
- El sistema de cierre no deberá producir golpes de ariete capaces de provocar la subida de presión por encima del doble de la de servicio fijado.
- Desde el punto de vista del acabado de fabricación los grifos deberán tener el exterior pulimentado, limado o desbastados según los casos, o simplemente fundido, pero en todos los casos perfectamente desbarbados, sin asperezas ni cavidades. Además las partes que trabajen deberán estar perfectamente mecanizadas y funcionar sin juego apreciable.
- Los pasos de rosca deberán corresponder a los normalizados.

El grifo no se recibirá con mortero de cemento en la cerámica del aparato sanitarios.

En los edificios destinados a pública concurrencia, la grifería deberá disponer de dispositivos de ahorro de agua. De acuerdo con el CTE HS 4 pto 3.6 los dispositivos para ahorro de agua en la grifería serán:

- Grifos con aireadores.

- Grifería termostática.
- Grifos con sensores infrarrojos.
- Grifos con pulsador temporizado.
- Fluxores.

La grifería dispondrá de marcado CE.

Además deberán cumplir con las normas UNE correspondientes como:

UNE 19703 "Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas"

UNE-EN 200 "Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores para sistemas de suministro de aguade tipo 1 y tipo 2. Especificaciones técnicas generales."

UNE-EN 246 "Grifería sanitaria. Especificaciones generales para reguladores de chorro".

UNE-EN 816 "Grifería sanitaria. Grifos de cierre automático PN10;

UNE-EN 1112 "Grifería sanitaria. Duchas para grifería sanitaria para sistemas de abastecimiento de aguade tipo 1 y de tipo 2. Especificaciones técnicas generales";

UNE-EN 1113 "Grifería sanitaria. Flexibles de ducha para grifería sanitaria para sistemas de alimentación de agua de tipo 1 y de tipo 2. Especificaciones técnicas generales.

UNE-EN 12541 "Grifería sanitaria. Válvulas de descarga de agua y válvulas de cierre automático para urinarios PN10".

UNE-EN 15091 "Grifería sanitaria. Grifería sanitaria de apertura y cierre electrónicos."

UNE-EN ISO 3822-2 "Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: condiciones de montaje y de funcionamiento de las Instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería"

UNE-EN ISO 3822-3: "Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 3: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las griferías y de los equipamientos hidráulicos en línea"

UNE-EN ISO 3822-4: "Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 4: Condiciones de montaje y de funcionamiento de los equipamientos especiales.";

## **2.7.76. DISTRIBUCIÓN Y TOMAS DE GASES MEDICINALES**El fabricante deberá entregar la evidencia de resistencia a la corrosión de los materiales utilizados para las canalizaciones y los acoplamientos.

Cada suministro debe comprender al menos tres fuentes independientes de suministro: suministro primario, suministro secundario y el suministro de reserva.

La disposición y la ubicación de las canalizaciones deben reducir el riesgo de daño mecánico de la canalización hasta un nivel aceptable.

La ubicación de los sistemas de suministro debe estar provista de instalaciones de drenaje. La temperatura ambiente de estas salas debe estar entre 10°C y 40°C. Los sistemas de suministro de las botellas de gas y de líquido no criogénico no se deben situar en la misma sala que los compresores de aire medicinal, los concentradores de oxígeno o los sistemas de suministro de vacío.

Todos los tramos de los sistemas de distribución canalizada para los gases medicinales comprimidos deben resistir una presión de 1.2 veces la presión máxima que se pueda aplicar a tal tramo en condición de primer fallo.

La presión de distribución normal para los gases medicinales comprimidos estará dentro del siguiente rango de 400 kPa (-0 +100) y para el Vacío <= 60 kPa.

Cada espacio de cama/espacio de paciente se debe suministrar desde al menos dos reguladores de presión de la línea instalados de forma permanente para garantizar la continuidad del



suministro. Cada regulador de presión de la línea debe suministrar el caudal de diseño de la zona servida.

Las instrucciones de uso y mantenimiento deben especificar cómo está previsto que funcionen los dos reguladores de presión conectados de forma permanente.

Se deben identificar las válvulas de corte indicando el nombre o símbolo del servicio de gas o vacío o los ascendentes, las ramas o las zonas controladas. Esta identificación se debe fijar de forma segura a la válvula, caja de válvulas o a la canalización y debe ser fácilmente visible en la ubicación de la válvula.

Para todas las válvulas de corte debe estar claro por observación si la válvula está abierta o cerrada. No deberían ser accesibles a personas no autorizadas.

Sobre las tuberías de gases medicinales se acoplarán válvulas de cierre colocadas empotradas o adosadas en la pared de las salas de tratamiento o de operaciones.

A estas tomas se conectan los aparatos de dosificación de gas.

Las tomas deben ser de un material noble y resistente y compatible con el equipamiento médico.

Las válvulas deben tener un cierre automático para impedir escapes de gas y solamente se abren cuando se conectan los equipos de dosificación de gas, cerrándose automáticamente cuando se desconectan.

Las válvulas deben estar construidas con acoplamiento inconfundible y no intercambiable, para oxígeno, protóxido de nitrógeno, aire comprimido y vacío, con rótulo indicativo del gas a que corresponden.

Las canalizaciones se deben marcar utilizando letras de no menos de 6 mm de altura, con el nombre y/o símbolo del gas a lo largo del eje longitudinal de la canalización e incluir flechas que denoten la dirección del flujo. Se marcará el nombre y/o el símbolo del gas adyacente a las válvulas de corte, en las uniones y cambios de dirección, antes y después de las paredes tabiques, etc., a intervalos de no más de 10 m y adyacente a las unidades terminales.

Si no se indica un código de colores especificado por la propiedad o indicados en normas nacionales o regionales se utilizarán los colores especificados en la Norma Internacional ISO 5359. (Ver especificación técnica ZEA)

Las canalizaciones de gases medicinales y los servicios eléctricos deben discurrir en compartimientos separados, o estar separados por más de 50 mm.

La canalización debe estar conectada a una terminal de tierra lo más cerca posible del punto de entrada al edificio de la canalización. Las propias canalizaciones no se deben utilizar para conectar a tierra el equipo eléctrico.

Las canalizaciones deben tener soportes a intervalos para impedir la combadura o la distorsión. Los intervalos máximos entre los soportes para tubos metálicos no deberán ser superiores a los siguientes valores (siempre que no haya alguna normativa regional o nacional que especifique otros)

| <b>Diámetro exterior del tubo mm</b> | <b>Distancia máxima entres soportes m</b> |
|--------------------------------------|---|
| Más de 15                            | 1.5                                       |
| 22 a 28                              | 2.0                                       |
| 35 a 54                              | 2.5                                       |
| > 54                                 | 3.0                                       |

Los soportes serán de material resistente a la corrosión, o serán tratados para impedir la corrosión. Se debe proporcionar algún medio para impedir la corrosión electrolítica entre los tubos y las superficies de contacto de los soportes.

Cuando las canalizaciones cruzan cables eléctricos, las canalizaciones deben tener soportes adyacentes a los cables.

Las uniones de la canalización metálica se deben soldar fuerte o con soldadura normal. Permitiendo que las juntas mantengan sus características mecánicas hasta una temperatura ambiente de 600°C. Los metales de aportación para la soldadura fuerte deben estar nominalmente exentos de cadmio.

Durante la soldadura fuerte o normal de las uniones de la canalización, el interior de la canalización se debe purgar continuamente con gas protector.

Se pueden utilizar las uniones mecánicas (por ejemplo, conexiones con brida o roscadas) para conectar a la canalización los componentes como válvulas de corte, unidades terminales, reguladores de presión, controles y sensores de supervisión y alarma.

Se realizarán los ensayos y comprobaciones siguiendo los procedimientos indicados en la norma ISO 7396-1.

Antes de utilizar el sistema de canalización de gases medicinales, se deberá emitir un certificado escrito a nombre de la instalación sanitaria indicando que se han cumplido todos los requisitos de los ensayos y comprobaciones indicadas en la norma ISO 7396-1. Parte del registro serán los resultados de los ensayos mostrando los detalles de los servicios y zonas ensayadas.

La información a suministrar por el fabricante-instalador será conforme a la norma UNE-EN 1041: Instrucciones de uso, Información de la gestión operacional, esquemas-planos de cómo está instalado y esquemas eléctricos.

En general el sistema de canalización de gases medicinales deberá cumplir con la norma UNE-EN ISO 7396-1

Específicamente:

- Las unidades terminales y los conectores selectivos del gas deben cumplir la Norma UNE-EN ISO 9170-1 y/o la Norma UNE-EN ISO 5359.
- Las unidades de suministro medicinal (las conexiones suspendidas del techo, los cabeceros, los brazos de extensión,...) deben cumplir la Norma UNE-EN ISO 11197.
- Las centrales de distribución y los reguladores de presión de la línea deben cumplir la Norma UNE-EN ISO 10524-2
- Los manómetros deben cumplir los requisitos dados en la norma UNE-EN ISO 10524-2

## **2.7.77. DETECTOR DE HUMOS FOTOELECTRICO ANALOGICO** **CARACTERISTICAS ELECTRONICAS DEL DETECTOR**

El diseño del sistema de sensibilidad al humo debe garantizar un comportamiento de respuesta uniforme a todos los humos formados por la combustión productos en fuegos latentes o con llamas. El principio de detección debe utilizar un circuito de impulsos de luz de coincidencia múltiple. El detector debe cumplir la norma UNE-EN 54-7:2001.

El detector debe estar vigilado por un circuito integrado para poder garantizar la máxima fiabilidad del circuito de la electrónica. El detector debe poder transmitir hasta 2 niveles de información de alarma a la central para su evaluación siguiendo la programación de la central según los requisitos del cliente. El circuito electrónico del detector debe estar vigilado internamente para poder señalar a la central como mínimo 2 estados de información diferentes. El detector debe poder indicar las desviaciones del valor de sensibilidad estándar a la central.

El detector debe estar equipado con un piloto de acción y debe tener la posibilidad de conexión de 2 indicadores de acción para poder señalar el estado de alarma.

El detector, en caso de cortocircuito en la línea de detección, debe poder quedar aislado para no interrumpir el correcto funcionamiento del resto de detectores conectados a la línea. En caso de polaridad invertida o avería, el detector no debe quedar afectado.

### **CARACTERISTICAS DEL SISTEMA**

El detector debe ser identificable individualmente desde la central con su ubicación geográfica exacta.

El sistema no debe utilizar ningún tipo de interruptor para definir la posición del detector.

Todos los circuitos de la electrónica deben estar en el detector, de forma que el zócalo no contenga ningún elemento electrónico activo.

El detector se debe conectar a la central local con una línea de detección de dos conductores vigilada totalmente (clase B) o con una línea de cuatro conductores (clase A).

El detector debe tener comunicación digital con la central basada en un protocolo de reconocimiento de errores con transmisión de la información múltiple. El sistema debe poder señalar un mensaje de alarma prioritario en menos de 2 segundos después de que el detector haya reconocido esta situación.

### **CARACTERISTICAS MECANICAS DEL DETECTOR**

La cámara óptica debe estar diseñada para la detección de todos los tipos de humos visibles (incluyendo los humos oscuros) y tener un ángulo de difusión superior a 70°. Una barrera incorporada debe prevenir la entrada de insectos en el sensor.

El detector debe estar diseñado para un desmontaje fácil para la limpieza en fábrica. El detector se debe insertar en el zócalo sin necesitar ninguna herramienta.

Cuando se ha instalado, el detector debe cubrir el zócalo totalmente.

El zócalo debe contener todas las bornas de conexión necesarias y tener espacio suficiente para bornas de conexión adicionales.

El zócalo debe permitir la extracción del detector sin tener que desconectar los cables.

El detector se debe poder insertar y retirar del zócalo con una simple torsión mecánica con una herramienta apropiada, hasta una altura de 7 metros desde el suelo.

El detector se debe poder proteger contra sustracciones no autorizadas.

El fabricante debe producir y suministrar dispositivos de pruebas que permitan comprobar el correcto funcionamiento del detector, incluyendo las entradas de humos, hasta una altura de 7 metros desde el suelo sin utilizar humo para las pruebas y otros productos que generen aerosoles.

Para aplicaciones especiales debe estar disponible una amplia gama de accesorios (p. ej. cestillas de protección).

### **CARACTERISTICAS TECNICAS**

| <b>Características</b>            | <b>Clasificación/Procedimiento de pruebas</b> | <b>Valor</b>        |
|-----------------------------------|---|---------------------|
| Tensión funcionamiento            |   | 16 a 28 V, modulada |
| Corriente de funcionamiento       |   | 200µA               |
| Velocidad de transmisión de datos |   | ≥ 167 baud.         |
| Temperatura funcionamiento        | de  | -25°C a +60°C       |
| Temperatura almacenamiento        | de  | -30°C a + 75°C      |
| Humedad relativa                  |   | 34°C: 95%           |
| Categoría de protección           | UNE 20.324                                    | IP43                |

| Características                      | Clasificación/Procedimiento de pruebas                             | Valor     |
|--------------------------------------|--|-----------|
| Protección interfer. electr.         | UNE-EN 61000-4-3<br>(1MHz a 1 Ghz)                                 | 50V/m     |
| Color: blanco                        |  | -RAL 9010 |
| Etiquetado de conformidad para la CE |  | Si        |
| Normas/Homologaciones                | UNE-EN 54-7:2001   |           |
| Certificado                          | AENOR según UNE-EN 54-7:2001 o EQNET y registrado por S. Industria |           |

## 2.7.78. PULSADOR MANUAL DE ALARMA DE INCENDIOS

La alarma se debe activar al romper el cristal sin necesidad de usar ningún instrumento adicional (p.ej. un martillo). La ventana de cristal debe estar diseñada de forma que previene los daños provocados por golpes.

El pulsador se debe poder conectar junto con otros dispositivos interactivos, como por ejemplo detectores de humos en un bucle de detección.

El pulsador manual, en caso de un cortocircuito, se tiene que poder desconectar de la línea de detección de forma que no se interrumpe el correcto funcionamiento del resto de detectores conectados a la línea de detección. La función de desconexión se debe poder configurar en la central de manera que se pueda desactivar cuando se ha reparado el cortocircuito.

El pulsador tiene que tener comunicación digital con la central con base a un protocolo de reconocimiento de errores con transmisión múltiple de la información.

El pulsador debe tener un LED incorporado que se active cuando se activa el pulsador. El pulsador se tiene que poder probar sin necesidad de romper el cristal.

El pulsador irá montado a una altura máxima de 1,5 m desde el nivel del suelo.

La sustracción no autorizada de los pulsadores debe activar una alarma.

El pulsador debe cumplir la norma UNE-EN 54-11, la norma BS 5839-2, la norma UNE 23008-2 i la norma UNE 23.007-14.

El pulsador se tiene que poder montar en una caja de montaje visto que contenga como mínimo las bornas necesarias para la conexión de los cables.

La parte que contiene el circuito de la electrónica se tiene que poder montar por separado justo antes de la puesta en servicio de forma que se puedan prevenir daños ocasionados por manipulaciones inapropiadas.

### RESUMEN DE CARACTERISTICAS

| Características                   | Clasificación/Procedimiento de pruebas | Valor               |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| Tensión funcionamiento            |  | 16 a 28 V, modulada |
| Corriente de funcionamiento       |  | Tip 150µA           |
| Velocidad de transmisión de datos |  | ≥ 167 baud.         |

| Características                      | Clasificación/Procedimiento de pruebas                   | Valor          |
|--------------------------------------|--|----------------|
| Temperatura funcionamiento           | de   | -25°C a +60°C  |
| Temperatura almacenamiento           | de   | -30°C a + 75°C |
| Humedad relativa                     |  |                |
| - DM1131                             |  | 95%            |
| - DM1133, DM1134                     |  | 100%           |
| Categoría de pruebas                 | CEI 68-1   | 25/060/42      |
| Categoría de protección              | UNE 20324  |                |
| - DM1131                             |  | IP24D          |
| - DM1133, DEM1134                    |  | IP54           |
| Protección interfer. electr.         | UNE-EN54-11 y UNE-EN 61000-4-3<br>(1MHz a 1 Ghz)         | 50V7m          |
| Color: rojo                          |  | -RAL 3000      |
| Bornas                               |  | 0,2 A 1,5 mm²  |
| Etiquetado de conformidad para la CE |  | Si             |
| Normas/Homologaciones                | BS 5839-2, UNE-EN54-11, UNE 23008-2: 1988, UNE 23007-14. |                |

## 2.7.79. MODULO DE ENTRADA ANALOGICO DEL SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS

El módulo de entrada direccionable analógico debe estar diseñado de forma que se pueda conectar en un bucle junto con otros elementos analógicos direccionables. Los dispositivos deben permitir la conexión en estrella desde un bucle direccionable analógico mediante contactos secos simples (interruptores).

La línea en bucle debe estar vigilada con una resistencia fin de línea.

Se debe poder usar contactos programables normalmente abiertos o normalmente cerrados.

El módulo de entrada direccionable analógico debe poder recibir la alimentación que necesite a través del bucle de detección direccionable analógico.

El módulo de entrada direccionable analógico debe tener incorporada la función de desconexión / aislamiento de la línea, funcionamiento del cual no debe afectar funcionamiento del dispositivo cuando está conectado en un bucle.

El piloto de LED incorporado debe señalizar una alarma cuando el contacto conectado está en alarma.

El módulo de entrada direccionable analógico debe estar equipado con un pulsador para la asignación de su posición durante la puesta en servicio. Un LED adicional incorporado debe indicar el estado de funcionamiento del dispositivo. Tanto el LED como el pulsador deben ser accesibles solo con el armario del módulo abierto.

La electrónica se tiene que poder cambiar sin necesidad de retirar el armario del módulo o los cables.

El módulo de entrada direccionable analógico debe poder funcionar en ambientes secos y húmedos, según la categoría de protección IP56.

El armario debe tener prensaestopas PG16.

El módulo de entrada direccionable analógico debe estar equipado con bornas sin tornillo con mecanismo de fijación por torsión.

El armario con las bornas de conexión y las partes electrónicas deben estar disponibles por separado de forma que se puedan efectuar las conexiones antes de introducir la electrónica y/o introducir la electrónica en cualquier otro armario estándar del tamaño apropiado.

| Características  | Clasificación/Procedimiento de pruebas | Valor                                   |
|--|--|---|
| Tensión de funcionamiento<br>- direccionable analógico<br>- contacto   |  | 16 a 28 V, modulada                     |
| Corriente de funcionamiento<br>- direccionable analógico<br>- contacto |  | $\leq 200 \mu A$<br>$\leq 1 \text{ mA}$ |
| Velocidad de transmisión de datos                                      |  | $\geq 167 \text{ baud.}$                |
| Temperatura funcionamiento   | de                                     | -25°C a +60°C                           |
| Temperatura almacenamiento   | de                                     | -30°C a + 75°C                          |
| Humedad relativa   | UNE-EN 60 721-3-3                      | 100%                                    |
| Categoría de protección  | UNE 20.324                             | IP56                                    |
| Color: blanco  |  | RAL 9010                                |
| Bornas   |  | 0,2 a 2,5 mm <sup>2</sup>               |
| Etiquetado de conformidad para la CE                                   |  | Si                                      |

## 2.7.80. MODULO DE SALIDA ANALOGICO DEL SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS

El módulo de salida direccionable analógico debe estar diseñado para situarlo en cualquier punto a lo largo del bus de detección de los dispositivos de detección direccionables analógicos. El módulo debe proporcionar las conexiones entre las salidas de mando del panel de alarma de incendios a los equipos tales como puertas de incendios, ventiladores de humos, etc.

El contacto de salida del módulo de salida direccionable analógico debe ser de 240 Vca/2A.

El módulo de salida debe ser controlable por cualquier detector conectado a la misma central de detección de incendios. El módulo se tiene que poder desconectar desde la central / panel de mando mediante código desde el teclado. Para activar la salida de relé no tiene que ser necesaria alimentación adicional.



El módulo de salida direccionable analógico se debe conectar a la central por medio de una línea en bucle direccionable analógica de 2 conductores. El módulo de salida direccionable analógico debe tener como base un microprocesador y su propio número de identificación de fabricación.

El módulo de salida direccionable analógico debe tener integrada la función de desconexión / aislamiento sin pérdida de su función de confirmación y mando. El módulo de salida direccionable analógico, después de solucionar el cortocircuito debe volver a su estado normal.

El módulo de salida direccionable analógico debe tener un pulsador incorporado para activar el dispositivo de pruebas y para asignar su posición durante la puesta en servicio. Un LED interno debe indicar la funcionalidad del dispositivo. Tanto el LED como el pulsador sólo deben ser accesibles con la caja abierta.

El módulo de salida direccionable analógico debe poder funcionar tanto en ambientes húmedos como en ambientes secos según la categoría de protección IP56.

La electrónica se tiene que poder cambiar sin tener que retirar el armario ni los cables.

El armario se debe poder equipar con prensaestopas PG16.

El módulo de salida direccionable analógico debe estar equipado con bornas sin tornillo con topes de límite para prevenir deformaciones de la borna y el debilitamiento de la presión de contacto. Las bornas de conexión y las partes electrónicas deben estar disponibles por separado con el fin de efectuar los trabajos de cableado antes de introducir el dispositivo electrónico y/o para adaptar la electrónica en cualquier otra caja estándar del tamaño adecuado.

### **RESUMEN DE CARACTERISTICAS**

| <b>Características</b>               | <b>Clasificación/Procedimiento de pruebas</b> | <b>Valor</b>                                   |
|--------------------------------------|---|--|
| Tensión funcionamiento               |   | 16 a 28 V, modulada                            |
| Corriente de funcionamiento          |   | 200 µA   |
| Velocidad de transmisión de datos    |   | ≥ 167 baud.                                    |
| Relé: cada uno 1 NA, 1 NC            |   | 240 Vca/máx. 2ª<br>125 Vcc/máx. 2A (máx. 150W) |
| Temperatura funcionamiento           | de  | -25°C a +60°C                                  |
| Temperatura almacenamiento           | de  | -30°C a + 75°C                                 |
| Humedad relativa                     | UNE-EN60 721-3-3                              | 100%   |
| Categoría de protección              | EN605529/CEI529<br>UNE 20.324                 | IP56   |
| Color: blanco                        |   | RAL 9010                                       |
| Bornas                               |   | 0,2 a 2,5 mm²                                  |
| Etiquetado de conformidad para la CE |   | Si   |

**2.7.81. PROCESO DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS** La central dispone de dos modos programables de funcionamiento: “modo día” y “modo automático”. En el modo día, se considera que la vigilancia del edificio está presente, por lo que las falsas alarmas pueden ser verificadas; y en modo automático, el edificio no tiene vigilancia.

En “*modo automático*”, la central de incendios pasará al estado de alarma cuando se active un detector o un pulsador o algún equipo que haga las funciones de detección de incendios (sistema de extinción automática por rociadores o gases, compuerta cortafuegos por fusible térmico, etc.).

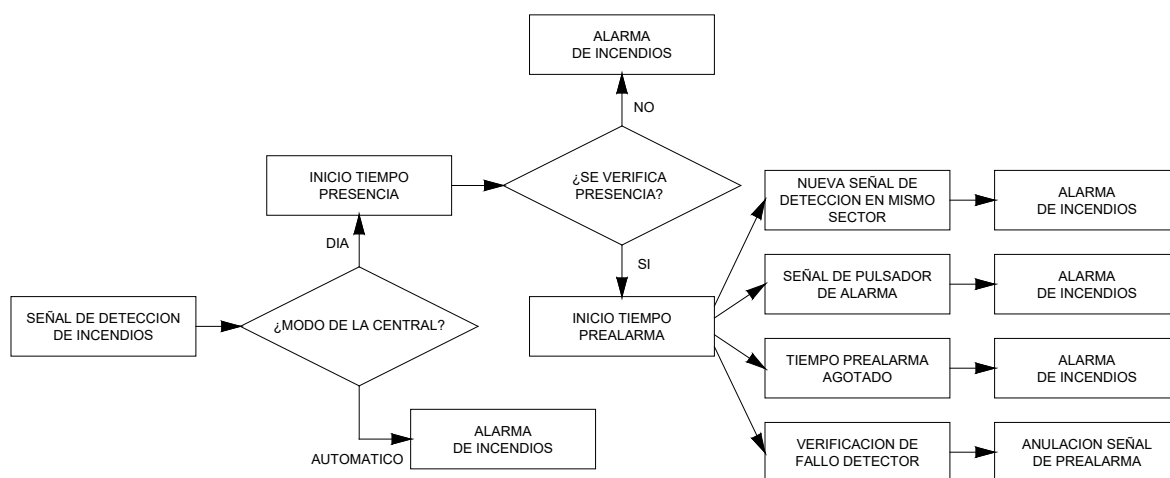
En “*modo día*”, la operativa para el disparo de una alarma será la siguiente:

1. Al producirse una detección se efectuará una alarma local (puesto de seguridad, mantenimiento, llamada DECT...) y se iniciará una temporización de presencia para comprobar que hay vigilancia en el puesto de control. Si transcurrido el tiempo de presencia no se confirma presencia, se producirá una alarma. El tiempo de presencia será inferior a 2 minutos.
2. Si se confirma presencia, seguidamente comenzará la temporización de prealarma. Durante este tiempo se confirmará la veracidad de la alarma. Si es así, una vez solventada, pulsará el botón de “rearme” y el sistema volverá al estado de reposo. Si se consume el tiempo de prealarma o se produce la señal de un pulsador o se detecta incendio desde un segundo detector de la misma zona, se producirá una señal de alarma.

Si la alarma proviene de un pulsador de incendios, la central pasará a estado de alarma directamente.

En estado de alarma, se activarán automáticamente los avisadores del edificio internos (general o por zona) y externos (llamada telefónica a receptora de alarmas o bomberos).

El tiempo de presencia sumado al tiempo de prealarma no pueden superar los 10min.



### Actuaciones y entradas del sistema de detección de incendios

Elementos sobre los que interacciona la central de incendios:

- mecánicas
  - redes de rociadores
  - cortinas de agua
  - sistemas de acción previa
- climatización
  - compuertas cortafuegos
  - ventiladores de extracción/impulsión
  - climatizadores
  - ventiladores de sobrepresión
  - exutorios

- electricidad
  - ascensores y escaleras mecánicas
- comunicaciones y seguridad
  - elementos RF de sectorización
  - central de megafonía
  - control de accesos
  - indicadores acústicos y ópticos

## **Mecánicas**

### • **Redes de rociadores**

En un sistema de rociadores (tubería mojada o seca), la activación de un rociador se comunicará a la central de detección a partir del presostato del ramal más próximo al rociador y se procesará como una detección de incendios.

Cualquier señal que reciba la Central de Detección de Incendios de sistemas de Acción Previa, diluvio o extinción automática, proveniente de un rociador o detector, será enviada a la Central de Incendios y será considerada como una detección de incendios. Las actuaciones de los sistemas de extinción (agua, gas, espuma...) e indicaciones de seguridad serán comandadas por la central de incendios específica.

El rearme de las instalaciones de rociadores (vaciado de tuberías, reposición de rociadores, etc...) se realizará de forma manual.

### • **Cortinas de agua**

Al producirse una detección de incendios, se procederá a la apertura de las cortinas de agua que delimitan el sector de incendios donde se haya producido la alarma; actuando sobre la electroválvula quitando tensión.

Cuando se rearme la central, las cortinas de agua serán paradas automáticamente, devolviendo tensión a las electroválvulas.

### • **Sistemas de Acción Previa**

En la zona donde haya extinción por acción previa, la central de incendios procederá de la siguiente manera:

- si un detector da una señal de incendios, se dará una señal a la electroválvula de los rociadores de la zona para que llene se el tubo de agua. De esta manera los rociadores estarán listos para cuando se llegue a su temperatura de disparo.

- si un rociador da señal de incendios, el presostato de la tubería de rociadores, dará una señal de alarma a la central. La central de alarma estará a la espera de una señal de un detector de incendios del mismo sector para dar la señal a la electroválvula de los rociadores de la zona que tiene la alarma.

## **Climatización**

### • **Compuertas cortafuegos en conductos**

Al producirse una alarma, se cortará la alimentación eléctrica de las compuertas del sector donde se ha producido la alarma, dejando sin tensión los contactores de las compuertas asociadas (ya sea mediante módulos del sistema de detección de incendios o sistemas de control centralizado de compuertas cortafuegos).

La central de detección recibirá, individualmente, la posición de las compuertas mediante monitorización directa del interruptor de final de carrera (NBE-CPI-96).

Para evitar sobrepresiones en los conductos, la central de incendios parará los equipos de climatización y ventilación que impulsan aire a los sectores afectados por la alarma. Las compuertas cortafuegos deberán cerrarse 10 segundos después para amortiguar el golpe de carga de ventilación sobre las paredes del conducto. Las unidades de Producción de Frío/Calor

se regularán o pararán desde el sistema de gestión en función de las variaciones en la demanda, para obtener un ahorro energético.

El rearme de las compuertas de rearme automático, se realizará de forma automática desde la central de incendios dando tensión a los contactores asociados (ya sea mediante módulos del sistema de detección de incendios o sistemas de control centralizado de compuertas cortafuegos).

Cuando se trate de compuertas de rearme manual, requerirán de la acción humana para su apertura (previamente rearmada la central de incendios); no pudiéndose inicializar las unidades de climatización hasta que no se abran las compuertas.

Una vez rearmada la central y obtenida confirmación de abierto de todas las compuertas se podrán poner en marcha los climatizadores parados. El sistema de gestión pondrá en marcha o regulará las unidades de Producción de Frío/Calor en función de la demanda.

En caso de que una compuerta se cierre debido al fusible térmico, se notificará a la central de detección y se procesará como una detección de incendios.

- **Sistemas de aportación y extracción de aire en aparcamientos**

Al producirse una alarma de incendios se pondrán en marcha los sistemas de aportación y extracción de aire del sector de incendios donde se haya producido la alarma. De esta forma se extraerán los humos del local y se aportará oxígeno para que la gente pueda evacuar el aparcamiento. De esta forma, también se reduce la temperatura del recinto y se sube el plano neutro a partir del cual se acumula el humo.

En aparcamientos se dispondrá de pulsadores para activación manual de aportación y extracción de uso exclusivo de bombeos y con la indicación correspondiente. Contemplados en el proyecto de climatización.

Los elementos de aportación/extracción volverán a estado de funcionamiento normal automáticamente cuando se rearme la central de detección.

- **Sistemas de aportación y extracción de aire en interior del edificio (no aparcamientos)**

Al producirse una alarma de incendios se pararán los sistemas de aportación, extracción y climatización de aire del sector de incendios donde se haya producido la alarma. De esta manera se evita la entrada de oxígeno en el interior del sector de incendios.

Los elementos de aportación/extracción volverán a estado de reposo automáticamente cuando se rearme la central de detección.

- **Ventiladores de sobrepresión de escaleras**

Al producirse una detección o al confirmarse en caso de que se haya establecido prealarma se activarán los ventiladores de sobrepresión de las escaleras. Volverán a estado de reposo automáticamente cuando se rearme la central de detección.

- **Exutorios de evacuación de humos**

Al producirse una detección o al confirmarse en caso de que se haya establecido prealarma se abrirán los exutorios de ventilación. Se cerrarán de forma automática o manual, en función del exutorio, cuando ya no haya humos o se rearme la central de incendios.

## **Electricidad**

- **Ascensores y escaleras mecánicas**

Al producirse una alarma de incendios, la central de incendios dará una señal de alarma al sistema de control de ascensores y escaleras mecánicas.

La alarma podrá ser general a todos los ascensores y escaleras mecánicas, o únicamente a los que dan acceso o atraviesan el/los sectores de incendio afectados por la alarma.

Las escaleras se bloquearán automáticamente mediante un suavizado en la velocidad y los ascensores se trasladarán a la planta de evacuación, abrirán sus puertas y se bloquearán automáticamente. Ambos elementos permanecerán bloqueados hasta que se rearme la central de incendios.

## **Comunicaciones y seguridad**

- **Elementos RF de sectorización**

La central de incendios, al tener una detección en un sector de incendios, actuará sobre los electroimanes de los elementos RF que delimitan dicho sector (puertas, compuertas parking, cortinas, etc.)

Estos elementos RF actuarán cuando reciban tensión en el electroimán asociado.

Los electroimanes se rearmarán automáticamente cuando se rearme la central de incendios. Después del rearme, los elementos RF deberán abrirse y bloquearse al electroimán de forma manual.

Se deberá comprobar en obra, que las puertas RF cierran correctamente cuando se desbloquean los electroimanes.

- **Control de accesos**

Con el fin de facilitar la evacuación, la central de incendios enviará una señal de desbloqueo a la central de control de accesos, informando sobre el sector de incendio donde se ha realizado la alarma.

La central de control de accesos, en función de las directrices marcadas por el Jefe de Seguridad, realizará en el interior del sector de incendio:

- el desbloqueo de las puertas con control de acceso en sentido de la evacuación;
- la caída de los brazos de los torniquetes;
- la apertura de las esclusas.

- **Central de megafonía**

Desde la central de incendios se enviarán señales a la central de megafonía para que se produzcan avisos pregrabados. El aviso puede ser global o únicamente al sector de incendio afectado.

En caso de que se produzcan avisos a diferentes zonas, la central de incendios comandará una placa de relés, que señalará a la central de megafonía la zona a la que se debe dar el aviso.

La normativa europea EN-60849 (Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia), asegura que el aviso se efectúe en la zona programada mediante regularizaciones en el diseño de la instalación, la central de megafonía y altavoces.

- **Indicadores acústicos y ópticos**

La central de incendios enviará señal a los indicadores acústicos (sirenas y timbres) y ópticos (flashes e indicadores desplegados) del sector donde se haya producido la señal de incendio con la finalidad de alertar a las personas y que evacuen el sector o actúen de forma preventiva (extintores y BIE) para evitar la propagación del incendio.

Los indicadores funcionarán hasta que no se rearme la central de incendios. El rearme de los indicadores acústicos y ópticos será automático.

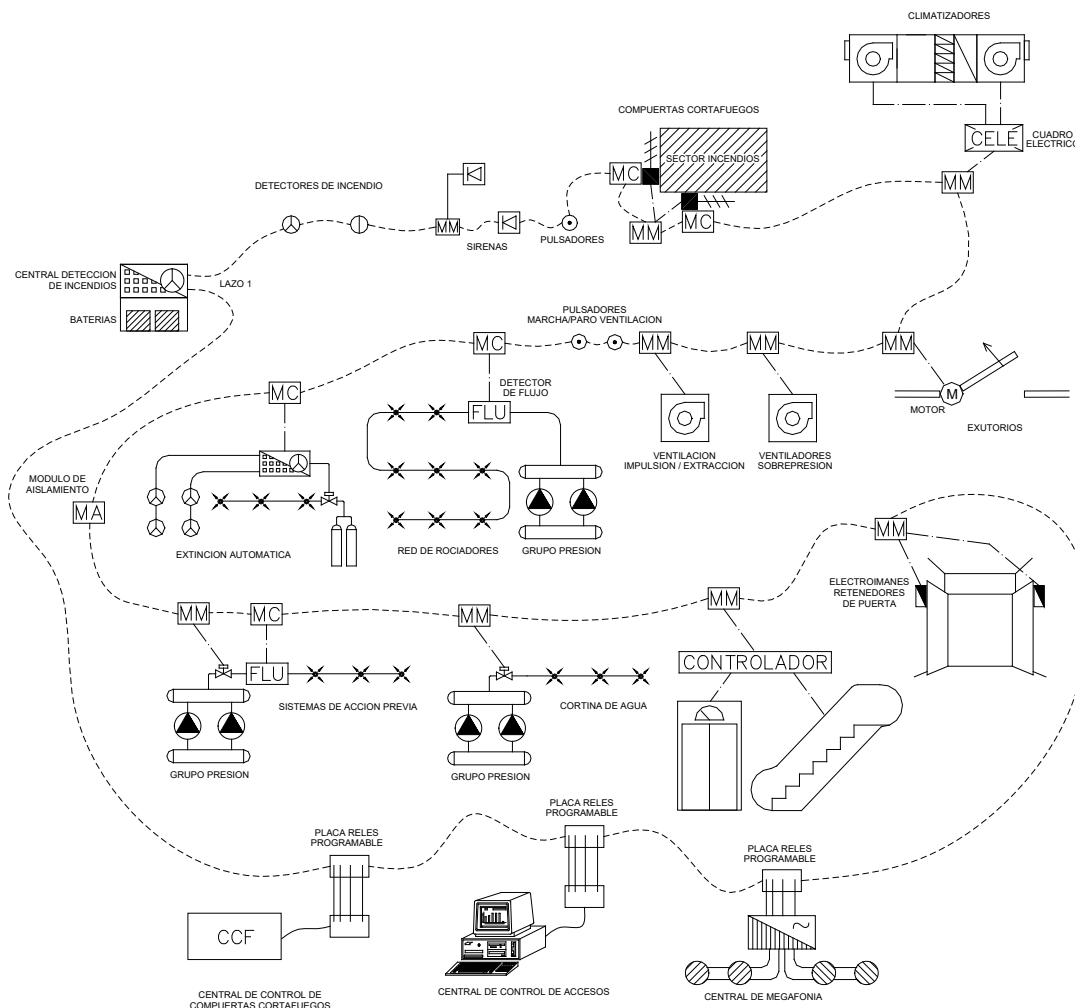
## **NOTAS**

- La central de incendios se programará de manera que se puedan inhibir las señales de incendio de un sector de incendios debido al mantenimiento de los elementos de detección y actuaciones del sistema de incendios.
- Este plan de actuación estará condicionado al Plan de Emergencia que se implante en el edificio.
- La programación de la central deberá permitir la ampliación de los sistemas de detección o de maniobra.
- El instalador de climatización deberá facilitar al instalador de contraincendios la lista de zonas finales sobre las que actuará cada equipo o máquina instalada, con la finalidad de obtener una correlación entre la instalación de detección contraincendios y la de climatización en el caso de una alarma de incendios (paro climatización, cierre compuertas cortafuegos, ...). No obstante, el responsable directo de una actuación sobre la climatización y las compuertas

cartafuegos será el equipo de detección contraincendios, efectuando el sistema de gestión únicamente una supervisión de estado.

- No se contemplan señales de sistemas relacionados con la extinción o prevención de incendios como: detectores de flujo en redes de BIEs o hidrantes, estado de extintores, niveles de depósitos de agua de incendios, o señales de central de detección de gas natural, fan-coils y central de seguridad.

#### °Esquema de principio de la conexión de elementos y sistemas al lazo de incendios



## 2.7.82. CENTRAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS ANALÓGICA TERMINOLOGÍA

### 1.1. Central unitaria

Central equipada totalmente y con alimentación de emergencia incorporada.

### 1.2. Central satélite (posibilidad de conexión en red)

Central equipada totalmente y con alimentación de emergencia incorporada y con la capacidad de conexión en una red, lo que debe facilitar la conexión a un nivel jerárquico más alto dentro de un sistema de comunicación de red.

## 2. CARACTERÍSTICAS

### 2.1. Características básicas

A partir del concepto de descentralización de la inteligencia el sistema debe ofrecer la máxima disponibilidad a partir de la detección y evaluación del riesgo realizada por el detector. La central debe procesar y verificar las salidas de señal de los detectores en función de los datos predefinidos por el usuario, por ejemplo la visualización de un suceso, activar los mandos predefinidos y responder a mandos manuales introducidos por el operador del sistema.



La central debe cumplir totalmente los requisitos de la norma europea EN54 parte 2 o UNE 23.007-2.

Con el fin de economizar los cables para conectar los detectores y dispositivos de mando de la instalación, se debe poder aplicar un concepto de montaje de la central modular, que permita dividir la central en subcentrales. Estas subcentrales se deben poder instalar separadas de forma que el intercambio de datos entre estas subcentrales y los paneles de mando se efectúa mediante una conexión de datos a un panel de mando.

La central debe gestionar líneas de detección colectivas / convencionales y analógicas. Esta combinación debe permitir una mayor flexibilidad para futuras ampliaciones del sistema.

La central debe permitir la ampliación del sistema hasta un mínimo del 25 % de puntos de detección.

La central debe poder comunicar con terminales a distancia. Cada terminal se debe poder pre-programar para todo el sistema de detección o para una sección determinada.

Independientemente de las señales recibidas de los dispositivos de detección y mando, la central debe poder evaluar y pilotar las señales procedentes de:

- Conmutadores de disparo de extinción
- Sistemas de extinción
- Sistemas de detección de gas
- Dispositivos técnicos

Los detectores se deben poder asignar y agrupar libremente (min. una zona por dispositivo de detección) según las necesidades del cliente, geográficas o arquitectónicas. Esto debe permitir la máxima orientación al cliente en caso de suceso de alarma.

Para optimizar las características de respuesta de los detectores automáticos, se deben poder vigilar y se les tienen que poder cargar algoritmos de configuración.

Los dispositivos de señalización óptica y acústica se deben poder activar automáticamente en el supuesto que la configuración de los parámetros no sea compatible con las condiciones ambientales de funcionamiento del detector.

Con el fin de facilitar el mantenimiento, los componentes electrónicos de la central deben estar dispuestos de forma que el acceso a los conectores sea sencillo.

Los niveles de carga de la fuente de alimentación de emergencia se tienen que poder configurar según las especificaciones de los fabricantes de la batería.

## **2.2. Comunicación con las líneas de detección (Convencionales/colectivas)**

La central debe poder procesar y evaluar señales de detectores convencionales / colectivos compatibles (p. ej. de humos, temperatura), pulsadores manuales y dispositivos de la entrada de señal mediante una línea de detección de dos conductores.

La capacidad máxima de la línea, si es colectiva, será de 25 dispositivos de detección.

La central basada en líneas de detección colectivas puede equiparse con un máximo de 24 módulos y 8 líneas cada uno.

Mediante la programación se debe poder definir que se indique y evalúe un cortocircuito como alarma o como avería.

Los dispositivos de detección convencionales / colectivos ubicados en zonas peligrosas (clase 1 y 2) se deben poder procesar con la línea de detección convencional juntamente con dispositivos de seguridad intrínseca.

## **2.3. Comunicación con las líneas de detección analógicas**

La central debe poder procesar señales procedentes de dispositivos analógicos como detectores automáticos (de humos, de temperatura, etc.), pulsadores manuales, dispositivos de entrada, etc., a través de una línea de dos conductores.

Con el fin de optimizar los cables de la instalación, el bus de detección debe permitir la conexión de dispositivos en una caja de derivaciones en T (tipo estrella) con disponibilidad de las mismas funciones que con el bucle principal.

Todos los dispositivos conectados a una línea de detección analógica se tienen que poder asignar libremente. Cualquier futura ampliación, es decir, la conexión de dispositivos de detección adicionales entre los dispositivos existentes, o al final de la línea de detección, no deben interferir con ninguna de las direcciones asignadas inicialmente o con los datos del usuario para los dispositivos de detección existentes.

La línea de detección analógica debe procesar como mínimo los siguientes estados de señal verificados entre los dispositivos de detección y la central.

- ajuste del nivel de sensibilidad del detector
- cambio de las características de respuesta
- evaluación en zona múltiple

Las asignaciones de las direcciones que deben mostrar en el panel de mando como una descripción geográfica de la localización física del dispositivo de detección.

El sistema tiene que poder identificar el tipo de detector instalado en cada zócalo y, en consecuencia, verificar esta información durante el funcionamiento normal y el mantenimiento.

#### **2.4. Configuración del hardware / Diseño mecánico**

La central debe ser totalmente modular, con placas del circuito impreso que se puedan retirar fácilmente, debe ser fácil de mantener y de ampliar. La configuración básica de la central debe ser la siguiente:

- Se deben poder conectar un módulo CPU central que controle el panel de mando y el bus interno de las líneas de detección, varios módulos de entrada / salida, circuitos de alarma a distancia y de sirena.
- Un microprocesador a distancia basado en un panel de mando.
- Varios módulos de líneas convencionales / colectivos o analógicos o una combinación de los mismos.
- Un transformador de cc / ca con unidad de carga.
- Baterías para una autonomía de 12 a 72 horas.

Se debe poder ampliar la configuración básica con módulos para:

- Líneas de detección convencionales / colectivas o analógicas
- Salidas programables, del tipo driver (24Vcc / 40mA)
- Salidas programables, contactos (30Vcc / 1A)
- Salidas de relé (250Vca / 10A)
- Salidas de mando programables, p. ej. para sirenas (30V / 2A)
- Módulo de carga de batería

El diseño mecánico de la central debe estar basado en el montaje en armarios estándar de 19". Los sistemas pequeños (hasta un máximo de 250 dispositivos de vigilancia) se deben poder montar en armarios compactos, que integren el panel de mando y la central.

Los planos para los bomberos se tienen que poder colocar dentro del armario o dentro del panel de mando mismo, si es que está instalado a distancia de la central.

Adicionalmente, con el panel de mando se deben poder usar los siguientes accesorios:

- marco frontal de 19"
- llave mecánica para liberar el mando del sistema
- puerta pivotable con ventana de cristal y cerradura con llave

- módulos de indicación, con indicadores de LED para señalar sucesos preprogramados
- adaptador para montaje empotrado

### **2.5. Unidad de alimentación**

La fuente de alimentación debe cumplir la norma EN54, parte 4 o UNE 23.007-4..

La fuente de alimentación debe estar protegida contra las sobretensiones con el fin de evitar daños.

La central debe estar equipada con una batería que permita mantener el funcionamiento de la central durante 72 horas sin alarmas más 30 minutos en estado de alarma.

Las características de carga de la batería se deben poder programar según las curvas de carga de las baterías de los fabricantes, pero como mínimo en 24 horas se deberá poder recargar el 80 % de su capacidad.

Se debe poder suprimir la señal acústica de señalización de alarma de avería de alimentación en el panel de mando durante un periodo predefinido, para cualquier interrupción de la alimentación de red que no sobrepase el periodo programado.

## **3. FUNCIONES DE SOFTWARE**

### **3.1. Funciones básicas del usuario**

El panel de mando debe poder procesar y mostrar sucesos espontáneamente o a petición del operador.

El panel debe mostrar claramente y de forma que se puedan distinguir los estados de alarma, avería, información y desconexión.

El panel, a parte de reconocimiento, rearme y las funciones de interrogación de sucesos debe poder activar estos mandos:

- retardar o no la alarma a distancia
- introducción del password por teclado
- limitar los retardos de alarma
- activar la alarma acústica

### **3.2. Capacidad de procesamiento**

La central debe poder gestionar las siguientes capacidades:

- Dispositivos de detección.
- Circuitos de detección del tipo convencional / colectivo
- Circuitos de detección del tipo Analógico
- Salidas de mando programables desde la central
- Salidas de mando desde la línea de detección
- Salidas de mando vigiladas desde la central
- Salidas de mando vigiladas desde la línea de detección
- Secciones de extinción integradas
- Cualquier combinación de las funciones anteriores con los límites de la central
- Paneles de mando
- Interfaces del tipo RS232 para impresoras y terminales de gestión integrada de la seguridad

### **3.3. Funciones importantes**

#### **3.3.1. Aviso de aplicación**

La central debe controlar la frecuencia de las señales de aviso enviadas continuamente por los detectores automáticos. Puede ocurrir que el comportamiento de respuesta de un detector no corresponda con las condiciones ambientales en las que está funcionando el detector. En este caso se debe señalizar un aviso de aplicación con señales de aviso acústicas y visuales en el terminal.

### **3.3.2. Lógica de multidetectores**

Se debe indicar una señal de alarma en el panel de mando en el caso que dos o más detectores ubicados en la misma habitación hayan activado una señal de aviso.

### **3.3.3. Modo de renovación**

Con el modo de renovación se debe poder desactivar un dispositivo de detección desde la central cuando se están llevando a cabo trabajos de reparación o mantenimiento en el edificio. En este modo el dispositivo de detección debe funcionar como un detector de temperatura.

### **3.3.4. Dispositivo todavía no preparado**

No debe poder volver a conectar un dispositivo (detector automático, pulsador manual, dispositivo de señalización y mando, etc.) que no esté en su estado normal en el momento de la conexión. En este caso, la central debe indicar a través del panel de mando para cada dispositivo el mensaje "no preparado".

### **3.3.5. Indicador de acción a distancia**

Se tiene que poder conectar un indicador de acción a distancia para un grupo de detectores automáticos (p. ej. de humos, temperatura, etc.), de forma que se conecte el indicador de acción a un detector que representa al grupo de detectores.

### **3.3.6. Procesamiento de las alarmas**

El procesamiento de una alarma y la gestión del rearme y del reconocimiento debe estar en función del principio de la organización de alarma especificado:

- En el modo retardado de la central, una respuesta de un detector automático (p. ej. de humo, temperatura, etc.), debe permanecer en alarma local durante un período preprogramado denominado  $T_1$ .
- Durante este período de retardo ( $T_1$ ), si se produce una alarma interna sólo se debe informar de esta alarma al personal de seguridad, para que tengan en cuenta esta situación de alarma. Si no se reconoce esta alarma durante  $T_1$ , se debe iniciar automáticamente el estado de alarma, que debe activar automáticamente una alarma acústica o una alarma a distancia.
- Si la alarma reconocida durante  $T_1$  permanece activa, se debe rearmar y se debe iniciar el periodo preprogramado  $T_2$  de forma que el operador tenga tiempo suficiente para investigar la causa de esta alarma.
- Si antes de finalizar el período  $T_2$  no se ha rearmado la alarma, se debe activar automáticamente una alarma general que activa alarmas acústicas y envía la señal de alarma a la central de alarma o a los bomberos.
- Un pulsador manual debe activar una alarma general siempre y enviar una alarma a distancia.
- El transcurso de los períodos  $T_1$  y  $T_2$  se debe mostrar continuamente en la pantalla del panel de mando.
- En el modo sin retardo de la central, la respuesta de un detector automático (p. ej. de humos, de temperatura, etc.) debe activar siempre inmediatamente una alarma a distancia.

### **3.3.7. Funciones de mando programables:**

Cuando se recibe información de un suceso (alarma, aviso, avería), o la derivación de una mando manualmente, las funciones de la central deben activar el dispositivo de mando físico asignado.

Un dispositivo de mando debe ser, por ejemplo, una función de activación de una sirena o una salida de relé, ambos elementos conectados a una línea de detección o a la central directamente.

También se deben poder programar funciones de puertas AND u OR o una combinación de ambas, para diferentes dispositivos de detección en un grupo (zona).

### **3.3.8. Niveles de acceso y passwords**

El acceso de un operador se debe poder definir según niveles de acceso (mínimo 3).

El password es un código de identificación y un código memorizado. El código de identificación debe constar como mínimo de 2 dígitos, y el código memorizado de 6 dígitos. Ambos códigos deben estar definidos por el operador y memorizados en el sistema.

En la central se deben poder configurar varios passwords (mínimo 5).

Si durante un período de tiempo predefinido el operador no efectúa ninguna operación, la central debe poder programarse para que el operador no pueda realizar ninguna función.

### **3.3.9. Archivo histórico**

La central debe grabar y mostrar los datos de como mínimo 1.000 sucesos del sistema.

Desde el panel de mando se deben poder interrogar los siguientes datos históricos:

- listar todas las alarmas por orden cronológico
- todas las pruebas de alarma
- todas las pruebas de alarma con la misma fecha
- listar todas las averías por orden cronológico
- todas las desconexiones, conexiones y condiciones de estado normal por orden cronológico
- todas las informaciones
- todas las funciones de mando activas

Para poder procesar parámetros de los datos históricos adicionales, la central debe tener un interface a un PC, usado generalmente como herramienta de mantenimiento y a partir del cual se pueden procesar los siguientes datos históricos:

- transferir todos los sucesos al PC de mantenimiento
- almacenar en el PC las señales de peligro de todos los tipos y de todos los dispositivos que han activado una señal.
- transferir y almacenar los códigos de avería a los detectores
- borrar el archivo histórico mediante una instrucción desde el PC de mantenimiento.

Los datos históricos almacenados en el archivo histórico de la central y del terminal se tienen que poder borrar.

### **3.3.10. Reloj de tiempo real**

En el panel de mando se debe poder ver la hora real. La central se debe poder programar para que modifique automáticamente los cambios de hora de invierno y de verano.

### **3.3.11. Conexión y desconexión de dispositivos**

Desde el panel de mando se deben poder "conectar" y "desconectar" los siguientes dispositivos:

- cualquier detector automático (p. eje. de humos, temperatura, etc.)
- las indicaciones de alarma a distancia o de avería transmitidas a la central de alarmas o a los bomberos
- cualquier dispositivo de alarma
- cualquier impresora
- cualquier salida de mando o grupo (zona) de las salidas de mando
- cualquier entrada de vigilancia, o grupo (zona) de las entradas de vigilancia

### **3.3.12. Interface de impresora**

Se debe poder conectar una impresora standard directamente a la central o a distancia mediante el conector RS-232. También se deben poder configurar los parámetros de la impresora directamente desde el terminal.

### **3.3.13. Contador de alarmas**

La central debe indicar en el panel de mando todas las alarmas activas en el sistema mediante un contador de alarmas.

## **4. DIALOGO OPERADOR MAQUINA**

La central debe estar diseñada de forma que el interface para el diálogo operador-máquina sea el panel de mando, como parte integrante de la central, en el mismo armario, o por separado en una ubicación remota.

La central debe comunicar con el panel de mando mediante el bus de comunicación, que funciona con una configuración de bucle y de forma que incluya el concepto de funcionamiento de emergencia tal y como indica EN54.

Toda la instalación se debe poder gestionar desde un panel único de mando. Además se pueden usar paneles de mando para realizar las operaciones de señalización y mando para las diferentes secciones del sistema.

Para guiar al operador sobre el funcionamiento del sistema, el panel le debe mostrar los menús de guía.

La pantalla debe estar diseñada de forma que el operador distinga de forma clara los mensajes de suceso que se produzcan. Los mensajes que se muestren en el panel de mando deben ser de 4 categorías básicas:

- información de estado
- condiciones de bloqueado / liberado
- alarma
- avería

El sistema debe tener varias órdenes de intervención diferentes, para la asignación a los grupos "zonas".

Opcionalmente se debe poder conectar un panel de señalización (tipo LED) al panel de mando, ampliable y para enlazar los LEDs simples con el grupo o grupos de detección (zona). Estos LEDs se tienen que poder activar cuando se detecte un estado de alarma.

## **5. CARACTERISTICAS DE LA PUESTA EN SERVICIO**

Para facilitar y flexibilizar la puesta en servicio predefinidos:

- Cuando se coloca un detector en el zócalo, la central debe asignar al detector una dirección física automáticamente.
- Activando los detectores con el probador de detectores, la central debe asignar al detector una posición física automáticamente y realizar las pruebas de funcionamiento del detector.

También se deben poder configurar todos los parámetros de la central definidos por el usuario con el PC de mantenimiento. Los datos se deben transferir a la central desde el PC de mantenimiento conectando este ordenador directamente a la central.

Los dispositivos de detección se tienen que poder reprogramar con otro algoritmo.

Los datos de la central se tienen que poder grabar en un disquette de copia de seguridad mediante el PC de mantenimiento.

El comportamiento del sistema se tiene que poder vigilar localmente y si es necesario configurar los parámetros desde una localización.

## **6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**



| Características                      | Clasificación/Procedimiento de pruebas | Valor   |
|--------------------------------------|--|---|
| Alimentación a red                   |  | nom. 115 Vca o 230 Vca, $\pm 15\%$ , 50/60 Hz |
| Consumo de corriente sin alarmas     |  | $\leq 55$ VA                                  |
| Consumo de corriente con alarmas     |  | $\leq 220$ VA                                 |
| Alimentación de emergencia           |  | 72 horas sin alarma + 0,5 horas con alarma    |
| Temperatura de funcionamiento        |  | 0°C + 50°C                                    |
| Temperatura de almacenamiento        |  | -20°C a +60°C                                 |
| Humedad relativa                     |  | 95%, seg. CEI721-3-3, clase 3K5               |
| Categoría de protección              |  | IP40 con o sin panel de mando                 |
| - central                            | UNE 20.324                             | IP52 con armario de plástico                  |
| - panel de mando según la central    |  | IP40 con armario metálico                     |
| Etiquetado de conformidad para la CE |  | Sí  |
| Normas / Homologaciones              |  | EN  |

**2.7.83. ARMARIO EQUIPO DE MANGUERA 25 MM** Los armarios de la red contraincendios de 25 mm en carga estarán certificados en conformidad a la norma UNE-EN 671-1 por la entidad acreditativa y dispondrán de los elementos siguientes:

- Armario metálico pintado, con puerta equipada con cristal. El armario permitirá su montaje empotrado o adosado, según situación. En todos los casos, el armario dispondrá de una puerta de fácil apertura por sistema de muletilla hasta 180°. Si el armario dispone de cerradura, debe poderse abrir con llave.

Los armarios de cerradura han de poder estar dotados de unos dispositivos de abertura de urgencia que estará protegido mediante un material transparente de rotura fácil y sin riesgo de provocar heridas.

- Devanadera de tipo rotativo para contener manguera de 25 mm enrollada que permita la actuación del equipo, incluso con la manguera enrollada y que cumpla con UNE-EN 671-1.
- Válvula normalizada y homologada con racor manguera según UNE 23400-1.
- Pieza de manguera de 25 mm de diámetro, semi-rígida, del tipo indicado en mediciones con juegos de racores normalizados y cumpliendo UNE-EN 694
- Lanza con chorro y elemento para interrupción de salida del agua según UNE-EN 671-1
- Manómetro con llave de paso o válvula de enchufe rápido para desmontarlo sin vaciar la instalación.
- Debe cumplir las normas:
 

UNE-EN 671-1  
 UNE-EN 671-3

UNE-EN 694

UNE-EN 14540

**2.7.84. EXTINTORES POLVO SECO PRESION ADOSADA** Los extintores se colocarán siempre en sitios visibles y de fácil acceso.

Deberán ajustarse a las especificaciones de las normas UNE-EN 3-7, Real Decreto 1942/1993 y estar homologados por el Ministerio de Industria y Energía, figurando en su placa el tipo y capacidad del agente extintor, marca del fabricante, número de serio o lote, año de fabricación y presión de prueba en bar.

El extintor dispondrá de manguera y boquilla direccional para facilitar el trabajo al operador y dispositivo para interrupción de salida del agente extintor a voluntad del operador.

Para su colocación se fijará soporte a la columna o paramento vertical por un mínimo de dos puntos, de forma que una vez dispuesto sobre dicho soporte el extintor, la parte superior quede como máximo a 170 cm del suelo.

Podrán usarse para cualquier tipo de fuego A, B, C y eléctrico, para lo cual dispondrán del tipo de agente extintor adecuado.

Los extintores estarán fabricados en acero de alta calidad, soldados en su parte central y acabados exteriormente en pintura epoxy de color rojo, UNE 1-115.

Dispondrán de botellín exterior de CO<sub>2</sub>, construido en acero estirado sin soldadura, para contener la presión, figurando, masa real en bruto, masa teórica en carga, masa de CO<sub>2</sub>, año de fabricación y marca del fabricante.

Las eficacias mínimas exigidas para este tipo de extintores, según su capacidad, serán las siguientes:

| Capacidad<br>Extintor kg | Hogar<br>tipo A | Hogar<br>tipo B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| 6/9                      | 21              | 113             |
| 12                       | 34              | 144             |
| 25                       | --              | --              |
| 50                       | --              | --              |
| 100                      | --              | --              |

**2.7.85. EXTINTORES POLVO SECO PRESION INCORPORADA** Los extintores se colocarán siempre en sitios visibles y de fácil acceso.

Deberán ajustarse a las especificaciones de las normas UNE-EN 3-7, Real Decreto 1942/1993 y estar homologados por el Ministerio de Industria y Energía, figurando en su placa el tipo y capacidad del agente extintor, marca del fabricante, número de serio o lote, año de fabricación y presión de prueba en bar.

El extintor dispondrá de manguera y boquilla direccional para facilitar el trabajo al operador, dispositivo para interrupción de salida del agente extintor a voluntad del operador y manómetro para comprobar la presión.

Para su colocación se fijará soporte a la columna o paramento vertical por un mínimo de dos puntos, de forma que una vez dispuesto sobre dicho soporte el extintor, la parte superior quede como máximo a 170 cm del suelo.

Podrán usarse para cualquier tipo de fuego A, B, C y eléctrico, para lo cual dispondrán del tipo de agente extintor adecuado.

Los extintores estarán fabricados en acero de alta calidad, soldados en su parte central y acabados exteriormente en pintura epoxy de color rojo, UNE 1-115.

Las eficacias mínimas exigidas para este tipo de extintores, según su capacidad, serán las siguientes:

| Capacidad<br>Extintor kg | Hogar<br>tipo A | Hogar<br>tipo B |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| 6/9                      | 21              | 113             |
| 12                       | 34              | 144             |
| 25                       | --              | --              |
| 50                       | --              | --              |

#### **2.7.86. EXTINTORES DE ANHIDRIDO CARBONICO** Los extintores se colocarán siempre en sitios visibles y de fácil acceso.

Deberán ajustarse a las especificaciones de las normas UNE-EN 3-7, Real Decreto 1942/1993 y estar homologados por el Ministerio de Industria y Energía, figurando en su placa el tipo y capacidad del agente extintor, marca del fabricante, número de serie o lote, año de fabricación y presión de prueba en bar.

El extintor dispondrá de manguera y boquilla direccional para facilitar el trabajo al operador y dispositivo para interrupción de salida del agente extintor a voluntad del operador.

Para su colocación se fijará soporte a la columna o paramento vertical por un mínimo de dos puntos, de forma que una vez dispuesto sobre dicho soporte el extintor, la parte superior quede como máximo a 170 cm del suelo.

Son especialmente recomendables para los fuegos tipo B por su gran potencia extintora.

Los extintores estarán fabricados en acero estirado sin soldadura, con válvula de latón estampado, maneta de disparo rápido, manguera de alta presión con blindaje trenzado y lanza-boquilla totalmente dieléctricas.

Las carretillas para extintores de gran capacidad estarán construidas en tubo de acero y dispondrán de sujeciones para botellones y accesorios, ruedas con banda de goma, suspensión por muelles helicoidales y anilla de remolque.

Las eficacias mínimas exigidas para este tipo de extintores, según su capacidad, serán las siguientes:

| Capacidad<br>Extintor kg | Hogar<br>tipo B |
|--------------------------|-----------------|
| 5                        | 55              |
| 10                       | --              |
| 20                       | --              |

**2.7.87. PEDAL DE ALARMA ATRACO** El pedal para alarma de atracos deberá estar hecho de aluminio resistente.

El contacto de alarma deberá ser SPDT.

Deberá estar hecho a prueba de sabotajes.

Un indicador rojo deberá dar una señal de que el pedal ha sido actuado.

- Temperatura de operación 0 °C a +50 °C

**2.7.88. CENTRAL DE CONTROL Y SEÑALIZACION DE LA INSTALACION DE SEGURIDAD CONTRA INTRUSION** Estará constituida por la central propiamente dicha, bloque de alimentación y baterías de emergencia.

La central estará alojada en armario metálico y compuesta por los siguientes elementos:

El elemento central de la instalación multiplexada de seguridad contra intrusión estará formada por los siguientes elementos:

- Elemento de mando principal, con señalización luminosa y teclado de interrogación y mando.
- Armario del concentrador de datos, sistema de multiplexado.
- Impresora tamaño DIN A-4 para impresión de órdenes y alarmas.
- Micro-ordenador para funcionamiento automático de todo el conjunto de la instalación.

Módulos, uno por cada zona de detectores, con identificación individual.

Módulo que permita poner en servicio la central, cortar la tensión de entrada y probar el funcionamiento del panel de mando.

Módulo de alimentación, pruebas y señalización.

Indicador acústico de alarma de dos tonos que funcione con la alarma de cualquier zona.

Módulos para conexión al ordenador del control general de las instalaciones de seguridad del edificio.

Módulo para conexión al sistema de control de instalaciones del edificio.

Salidas para efectuar el encendido de la iluminación de las zonas donde exista detección de intrusión.

Trabajos de programación y puesta en servicio del sistema.

Módulo de señalización y mando con display y teclado incorporado, permitirá acceso al mando, bloqueo, uso de contraseñas, cambio de contraseñas, conexión y desconexión de la protección de la central, modo de señalización, programación fecha y hora, cambio horario, reconocimiento, rearme, organización día / noche, zonas, posiciones, test, alarmas, avería, contadores y memorias.

Bloque de alimentación alojado en la propia central o en armario independiente conteniendo transformador, rectificador de corriente alterna continua que alimentará a la central en caso de falta de corriente en la red y que permita el funcionamiento de toda la central durante una hora en estado de alarma y 72 horas en estado de reposo.

Módulo rectificador con batería estanca de cadmio-níquel para autonomía de la central de una hora en estado de alarma y 24 horas en estado de reposo.

Previsión de ampliación en espacio de todos los componentes de la central en un 25 % como mínimo.

Para su instalación la caja metálica de la central se recibirá al paramento por un mínimo de cuatro puntos, de forma que quede colocada verticalmente y con su lado inferior a 120 cm del suelo.

Módulo que permita la conexión de la nueva central con la central de seguridad ya existente.

**2.7.89. LECTORA DE TARJETAS** Los lectores de tarjetas se componen de una interfaz de terminal inteligente y uno o más de los siguientes tipos de lector: (ferrita de bario, banda magnética, Wiegand o proximidad).

La interfaz de terminal inteligente controla el cierre eléctrico de las puertas, los indicadores de acceso visual, temporizadores de acceso y derogación y una entrada de acceso auxiliar.

La interfaz de terminal inteligente supervisa el estado de las puertas mediante un contacto de puerta o de cerradura. La alarma se reportará cuando la puerta no esté cerrada y bloqueada, y cuando se fuerce.

Todos los lectores llevan un indicador visual rojo y verde, para conceder o denegar acceso y capacidad para detectar manipulaciones. Los lectores van montados en superficie o empotrados. Los lectores de exterior se suministran con cajas especiales resistentes a los agentes atmosféricos.

Cuando sea necesario, los lectores se configurarán con teclados integrados de 16 posiciones.

Los lectores con teclado de 16 posiciones tienen capacidad para verificar códigos de identificación, incluso durante la pérdida de comunicación con el controlador de terminal inteligente.

Si los lectores pierden la comunicación con el controlador terminal inteligente, tendrán capacidad para determinar si se autoriza el acceso en base al código de instalación, la base de datos instalada en memoria, o al código por teclado, si se utiliza, que será verificado en el lector.

**2.7.90. CENTRAL DE CONTROL DE ACCESOS** Todos los paneles del controlador de accesos estarán alojados dentro de un armario diseñado para montaje en pared o superficie vertical. La puerta podrá cerrarse con llave.

Para eliminar la posibilidad de transgresiones, debido a la accesibilidad de la electrónica, el controlador de acceso tendrá una estructura modular para una mayor facilidad de instalación, mantenimiento y expansiones futuras.

El controlador de acceso tendrá como mínimo las siguientes características:

- |                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| • Lectores de tarjetas           | 16             |
| • Capacidad de tarjetas          | 4.000          |
| • Puntos de alarma               | 48             |
| • Niveles de acceso              | Sin limitación |
| • Zonas horarias                 | 8              |
| • Niveles de contraseña          | 2              |
| • Niveles de emisión de tarjetas | 8              |
| • Informes                       | 5              |

El sistema tendrá capacidad para almacenar 4.000 tarjetas por cada panel de control de acceso inteligente.

Toda la base de datos del controlador de accesos serán definibles en la Estación de Trabajo del Operador.

La interfaz de operador permitirá que éste ejecute mandatos incluyendo, pero no limitándose a los siguientes:

- Alterar temporalmente todas las puertas al modo de acceso de operación.
- Liberar las alteraciones temporales.
- Mandar puerta a modo acceso.
- Mandar puerta a modo seguridad.
- Mandar puerta a temporalmente abierta
- Silenciar alarmas locales.

Desde la interfaz del operador, los operadores del sistema pueden abrir manualmente las puertas controladas durante un período de tiempo variable, o programar que un suceso abra y cierre las puertas automáticamente durante un determinado período de tiempo.

Los informes se generarán automática o manualmente. El sistema permitirá que el usuario obtenga, como mínimo, lo siguiente:

- Lista de todos los usuarios de tarjetas.
- Lista de todas las transacciones disponibles actualmente.

El sistema permitirá realizar consultas para obtener información de los registros indicados en base a parámetros definidos. Estas consultas, una vez definidas, podrán almacenarse y volver a utilizarse cuando sea necesario.

El sistema se suministrará completo con todo el equipo y documentación necesaria para permitir que el operador realice las siguientes funciones adicionales independientemente:

- Añadir/Suprimir/Modificar paneles de control de acceso.
- Añadir/Suprimir/Modificar interfaces/lectores de terminal.
- Añadir/Suprimir/Modificar datos de usuarios de tarjetas.

La unidad controlador de acceso central se comunicará con las unidades de terminal inteligente del sistema. El fallo de la unidad terminal inteligente se detecta y reporta a la impresora conectada a la central. Cuando se lee una tarjeta en el lector, se envían al controlador el número de la tarjeta y su nivel de emisión. Si el lector tiene teclado, se puede introducir y verificar, en dicho lector, un código de 4 o 5 dígitos. El controlador, que debe estar programado para controlar el acceso por situación y por períodos de tiempo, verifica toda la información y concede o deniega el acceso inmediatamente y registra la transacción, incluyendo la fecha, hora y lugar. También se proporcionará la opción de imprimir las transacciones según vayan ocurriendo. Si se concede el acceso, el controlador envía una señal al lector apropiado para activar el cierre de la puerta. Si se niega el acceso, se registra la transacción y/o se imprime identificando la razón.

El sistema deberá soportar tarjetas de tecnología Wiegand, de ferrita de bario, de banda magnética o de proximidad.

El sistema estará diseñado para mantener el control de acceso mediante dos niveles de degradación. El controlador de terminal inteligente continua proporcionando, utilizando su base de datos local, un completo nivel de control de acceso en cada caso de pérdida de comunicación con el sistema de gestión de instalaciones. Cuando se pierde la comunicación con el controlador de terminal inteligente, los lectores continúan controlando el acceso mediante la verificación del código de la instalación en la tarjeta y, si se utiliza, un código por teclado.

El sistema será capaz de designar a ciertos lectores para que controlen solamente la entrada o la salida, y exigirán que el usuario de una tarjeta que utilice un lector de entrada vuelva a utilizar la tarjeta en un lector de salida antes de volver a entrar en el área de seguridad. Esto evitará que se "preste" la tarjeta a otro usuario.

Las tarjetas individuales se podrán programar con privilegios especiales que alterarán temporalmente el nivel de acceso y los parámetros de zonas horarias.

El controlador proporcionará una interfaz que permita almacenar datos en una cinta-cartucho.

En caso de pérdida de corriente eléctrica, la batería de reserva permitirá la operación completa del controlador por un máximo de ocho horas, y retendrá la memoria durante 24 horas.

Las tarjetas se programarán en el controlador individualmente. Las alarmas podrán ser programadas por el usuario, para ser suprimidas durante períodos de tiempo especificados.

El controlador de terminal inteligente proporcionará una salida para el aviso de alarmas.

El controlador de terminal inteligente tendrá un buffer para almacenar 1.000 transacciones históricas, en caso de pérdida de comunicación con el sistema de gestión de instalaciones.



## **2.7.91. LOCALES TECNICOS PARA INSTALACIONES DE MEDIA TENSION** Las instalaciones eléctricas de media tensión quedarán situadas en el interior de locales o recintos destinados a alojar a estas instalaciones situados en el interior de edificios destinados a otros usos, de acuerdo con la clasificación establecida en la MIE RAT-14.

Las condiciones generales definidas en esta Especificación Técnica deberán ser contrastadas con los requerimientos particulares de la Compañía Suministradora.

### **INACCESIBILIDAD**

Los locales destinados a alojar instalaciones de media tensión quedarán dispuestos de forma que queden cerrados al acceso de las personas ajenas al servicio.

### **PASOS Y ACCESOS**

Estarán dimensionados y dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no se vea impedido por la apertura de cerramientos o por la presencia de obstáculos que puedan suponer riesgos o que dificulten la evacuación en caso de emergencia. La anchura de los pasillos de servicio y las zonas de protección contra contactos accidentales no será inferior a la señalada en la MIE RAT-14 para los distintos casos.

### **ELEMENTOS DELIMITADORES**

Como local de riesgo especial integrado en un edificio, la clasificación del nivel de riesgo es la que se establece en el Documento Básico SI1 de seguridad en caso de incendio (Tabla 2.1.) del Código Técnico de la Edificación.

Con independencia de los supuestos que se contemplan en el DBSI, se considera que el local responde a la clasificación de Riesgo Alto con lo que los cerramientos (muros exteriores, cubierta, solera y elementos estructurales) deberán tener una resistencia al fuego R180- EI180.

### **PUERTAS**

De acuerdo con el DBSI, el local tendrá un vestíbulo de independencia en cada comunicación con el resto del edificio. Las puertas de comunicación que responden a la clasificación de Riesgo Alto son 2xEI2 45-C5. Se estandariza la clasificación 2xEI2 60-C5.

Las puertas de los locales de riesgo especial deberán abrir hacia el exterior de los mismos y el máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será máximo de 25m.

### **SOLERA**

La solera del local y de las vías de acceso de los transformadores estará calculada para soportar una carga de 4000 daN aplicada sobre cuatro ruedas en equidistancia estándar. En el interior del local el pavimento deberá ser antideslizante.

### **TABIQUERIA INTERIOR**

Los transformadores de potencia se situarán en el interior de celdas delimitadas por tabiques de ladrillos o bloques de hormigón macizado de 9 cm de espesor, enfoscados y enlucidos con cemento hasta 12 cm de espesor, reforzados en sus aristas por un perfil UPN-120 sujeto al piso y pared o techo mediante pernos de anclaje o empotramiento.

### **ELEMENTOS METALICOS**

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción y estén en contacto con el ambiente deberán estar protegidos convenientemente contra la corrosión mediante un tratamiento galvánico por inmersión en caliente o un acabado equivalente. Incluye empotramientos parciales.

### **TAPAS DE ACCESO**

En el caso de centros de transformación situados por debajo del nivel de la calle las tapas de acceso se ajustarán a la norma UNE-EN 124, siendo de clase C-250 cuando se instalen en zonas de viandantes y D-400 cuando queden situadas en zonas de tráfico rodado. Dimensiones mínimas. Acceso personal: 0,80x0,60m. Acceso de materiales: 2,10x1,25m.

El acceso al interior se realizará mediante escalera inclinada fija, con barandilla, con una huella y altura de peldaño estándar y un ángulo con el suelo de 60 grados máximo.

### **VENTILACION**

Se dispondrá una ventilación natural que permita la disipación del calor producido por las pérdidas de los transformadores, para ello se preverá una entrada de aire al nivel inferior de la caja del transformador o debajo del mismo y una salida por la parte superior del local, cuidando que la posición relativa de ambas sea tal que el transformador se encuentre bañado por la corriente de aire ascendente.

Los transformadores están previstos para trabajar con una temperatura ambiente máxima de 40°C y como regla general se recomienda que la temperatura del local no exceda en más de 5°C la del ambiente exterior. Si la ventilación natural resulta insuficiente se deberá complementar con extractores de aire con un caudal de 6 a 10 m<sup>3</sup> por minuto y por kW de pérdidas, según la capacidad de ventilación natural del local.

Los huecos de ventilación irán provistos de rejillas metálicas construidas de forma que se impida la entrada del agua y animales. Cuando comuniquen con zonas interiores o que puedan ser consideradas como interiores del edificio, incorporarán compuertas automáticas que proporcionarán una resistencia al fuego equivalente al elemento atravesado.

### **MALLA EQUIPOTENCIAL**

El interior del local presentará una superficie equipotencial. Se dispondrá, bajo pavimento y a una profundidad máxima de 0,10m, una malla de redondos de acero de 4mm de diámetro, con uniones electrosoldadas formando cuadrículas no mayores de 0,30x0,30m. La malla se unirá a la puesta a tierra general mediante una pletina metálica o un conductor de acero o de cobre de sección mínima igual a la del enrejado.

Ningún herraje ni elemento metálico atravesará los paramentos. Cuando existan paramentos provistos de forjados metálicos estarán conectados a la malla de la solera.

### **CANALIZACIONES**

En el interior del CT se distribuirán, por lo general, conducciones o canalizaciones de baja y media tensión. Las primeras quedarán dispuestas y realizadas de acuerdo con el REBT (ITC-BT-21). En la disposición de las canalizaciones en media tensión se deberá tener en cuenta el peligro de incendio, su propagación y consecuencias, para lo cual se adoptarán las medidas señaladas en el RCE (MIE RAT-05). Los registros de canales de cables en pasillos de tránsito deberán garantizar la resistencia mecánica y perfecto asiento de los mismos, de forma que el tránsito de personal y paso de materiales sea seguro.

Estos locales no podrán ubicar ni estar atravesados por canalizaciones ajenas a los mismos, tales como instalaciones de gas, agua, aire, teléfonos, vapor, etc.

### **CERRAMIENTOS METALICOS**

Las celdas de transformadores estarán dotadas de un cerramiento frontal formado por una puerta abisagrada de doble hoja con zócalo inferior y superior desmontables para facilitar la extracción del transformador. Estarán construidas con chapa blanca plegada de 2 mm con los refuerzos necesarios, tendrán tres puntos de cierre e incorporarán una mirilla de inspección con vidrio inastillable. Deberán permitir una apertura mínima de 90°. Tendrán un tratamiento y un acabado según lo dispuesto para los elementos metálicos en general.

### **INSONORIZACION Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS**

En función de su emplazamiento, el local estará equipado con sistemas de insonorización adecuados que garanticen el cumplimiento de la normativa municipal que corresponda o en caso contrario la del rango superior que lo regule.

Al objeto de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores a la estructura del edificio se colocará un sistema amortiguador en forma de losa flotante soportada sobre una base absorbente o un sistema mecánico equivalente. En condiciones de explotación ningún punto del sistema portante estará en contacto con el firme del CT.

### **RED DE SANEAMIENTO**

Se evitará en lo posible y siempre deberá quedar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas. Se adoptarán las medidas adecuadas para proteger las instalaciones de las consecuencias de cualquier posible filtración.

### **FOSOS COLECTORES**

Cuando se utilicen transformadores refrigerados con dieléctricos líquidos con temperaturas de combustión superiores a los 300°C (tipo resinas, askareles, etc) se dispondrá de un sistema de recogida de líquido en caso de derrame que impida su salida al exterior. El foso o cubeto de recogida constituirá un revestimiento resistente y estanco, diseñado y dimensionado en función del volumen de aceite que pueda recibir. Incorporará cortafuegos (lechos de guijarros, sifones en el caso de colector único, etc.). Cuando se utilicen pozos centralizados éstos quedarán situados en el exterior de las celdas.

### ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El local estará dotado de un alumbrado de seguridad de acuerdo con el REBT (ITC-BT-30) y con independencia del grado de ocupación del personal de servicio.

### ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACION

El local estará equipado de forma fija y permanente con los elementos de seguridad necesarios para la maniobra (pértiga para puesta a tierra y detectora de tensión, juegos de guantes, banqueta aislante, etc.) y elementos de señalización: placas indicadoras de riesgo eléctrico en celdas y accesos; placa de primeros auxilios reglamentaria; placa de instrucciones de maniobra y esquema eléctrico de las instalaciones.

### SISTEMAS CONTRAINCENDIOS

El local incorporará las instalaciones que establece el Documento Básico SI4 de protección contra incendios (Tabla 1.1.) del Código Técnico de la Edificación.

**Extinción automática.** En CT con transformadores de aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor de 300°C y potencia unitaria mayor de 1000kVA o superior a 4000kVA en su conjunto. Potencias de 630kVA y 2520kVA en locales de pública concurrencia. **Extintores portátiles.** Según homologación MIE-AP5 y UNE 23110. Agente extintor: anhídrido carbónico.

## 2.7.92. VENTILACION DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIONE

El objeto de la ventilación de los centros de transformación es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

### CALENTAMIENTO

Se entiende por calentamiento el incremento de temperatura sobre la temperatura ambiente. La temperatura total es pues la suma de la temperatura ambiente más el calentamiento. La norma IEC 60076 de transformadores indica los siguientes valores:

Temperatura ambiente

- Máxima 40 °C
- Media diaria (24 h) no superior a 30 °C
- Media anual no superior a 20 °C

Los transformadores de distribución MT/BT en baño de aceite son, salvo excepciones, de circulación natural del aceite por convección y bobinados con aislamiento clase A. Los calentamientos admisibles son:

- Arrollamientos con aislamientos clase A y circulación natural del aceite: 65 °C
- Aceite en su capa superior en transformador con depósito conservador o bien de llenado Integral: 60 °C

Los transformadores de distribución MT/BT secos son casi siempre de arrollamientos con aislamientos clase F.

- Calentamiento máximo admisible: 100 °C

### OBJETO DE LA VENTILACION

#### Renovación del aire

Ventilación natural por convección. Preferible siempre que sea posible, basada en la reducción del peso específico del aire al aumentar la temperatura.

Disponiendo unas aberturas para la entrada del aire en la parte inferior del local donde está ubicado el CT y otras aberturas en la parte superior del mismo para la salida del aire, se obtiene, por convección, una renovación permanente del aire.

Ventilación forzada. Mediante extractor, cuando la natural no sea posible por las características de ubicación del CT.

El volumen de aire a renovar es función de:

- Las pérdidas totales del transformador/es del CT.
- La diferencia de temperaturas del aire entre la entrada y la salida. La máxima admisible 20 °C (15 °C según recomendación UNESA).
- La diferencia de alturas entre el plano medio de la abertura inferior o bien del plano medio del transformador y el plano medio de la abertura superior de salida.

#### Características del aire

- Calor específico 0,24 kcal/kg/°C.
- Peso de 1 m<sup>3</sup> de aire seco a 20 °C: 1,16 kg.

Recordando que 1 kcal = 4,187 kilojoule k, se tiene que 1 m<sup>3</sup> de aire absorbe por cada grado

$$0,24 \times 1,16 \times 4,187 = 1,16 \frac{kJ}{m^3 \cdot ^\circ C}$$

centígrado de aumento de temperatura:

Por lo tanto, el volumen de aire necesario por segundo para absorber las pérdidas del transformador, o los transformadores será:

$$V_a = \frac{pt}{1,16 \cdot \theta_a} \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

Siendo: Pt las pérdidas totales del o de los transformadores en kW, y  $\theta_a$  el aumento de temperatura admitido en el aire, máximo 20 °C. Observación: UNESA recomienda no sobrepasar los 15 °C.

#### ABERTURAS DE VENTILACION

La determinación de la superficie de las aberturas de entrada y salida del aire, en función de la diferencia de altura entre ambas y del aumento de temperatura del aire puede calcularse mediante el nomograma adjunto.

Habitualmente se tienen las pérdidas totales (columna W), la altura H disponible o posible y la elevación de temperatura admitida ( $t_2 - t_1$ ), y debe determinarse la superficie de la abertura de salida  $q_2$  y/o el caudal de aire Q para el caso de ventilación forzada.

El ábaco puede utilizarse de distintas formas dado que conociendo tres de las cinco magnitudes, quedan determinadas las otras dos.

Forma de utilización del nomograma:

- Enlazar el valor de W (kW) con el de  $t_2 - t_1$  (°C). El punto de intersección da el valor de Q (m<sup>3</sup>/min). Aparece también un punto de intersección con Z.
- Enlazar el punto de intersección Z con el valor de H (m). El punto de intersección con  $q_2$  (m<sup>2</sup>) nos da el valor de la abertura.

#### Observaciones.

- En el caso de renovación por ventilación natural se recomienda usar un valor de diferencia de temperaturas de 15 grados.
- Para la ventilación forzada se recomienda usar un valor de 5 grados para ambientes más calurosos y de 10 para zonas más frescas.

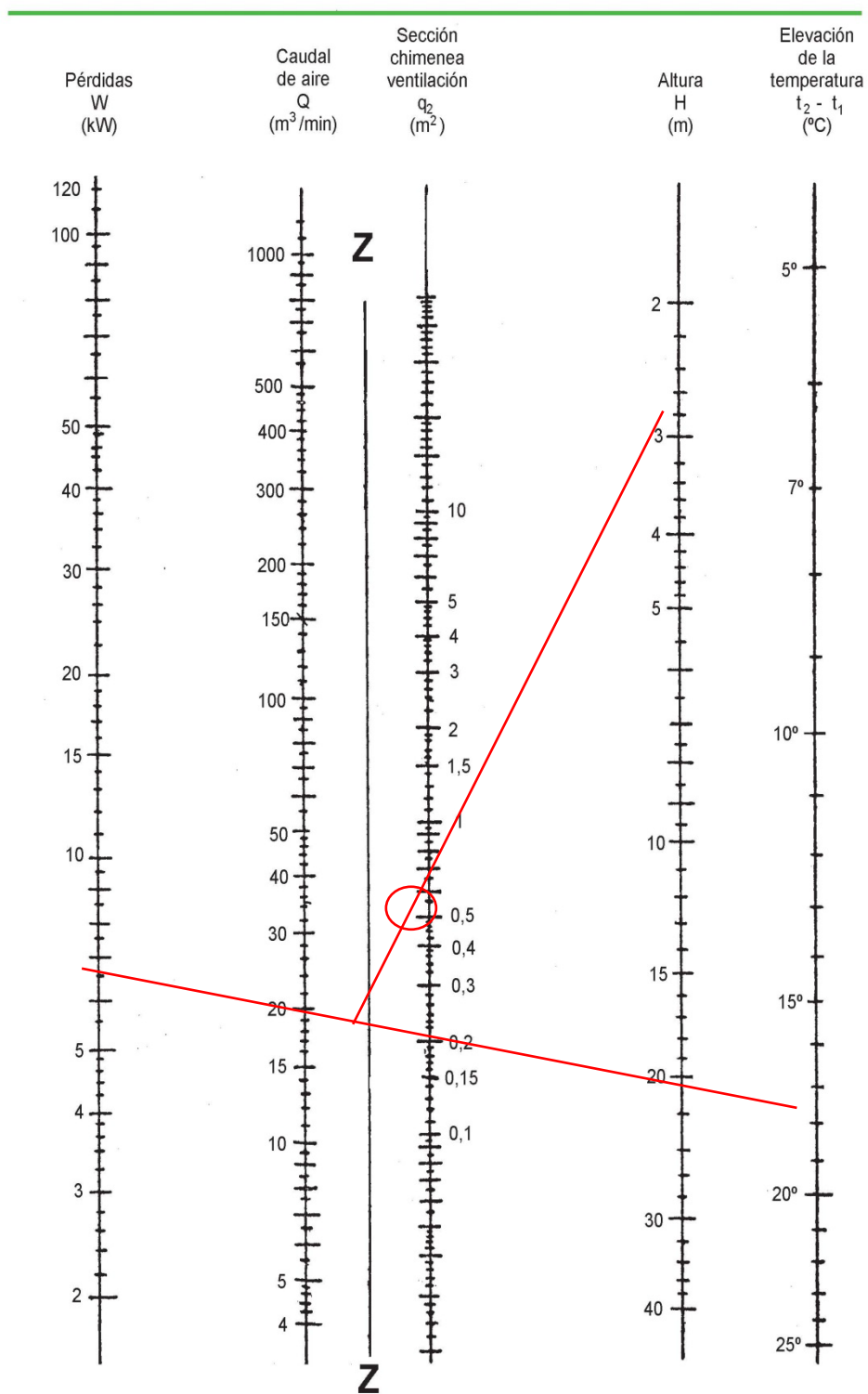
- La abertura de entrada de aire en el caso de que esta sea forzada, se dimensionará con una velocidad de paso de aire de 1,5 m/s.

$$S_{\text{útil}} = \frac{V_a (m^3 / s)}{1,5 (m / s)} [m^2]$$

### EJEMPLO PRACTICO

Cálculo de un sistema de ventilación natural según el nomograma y de una ventilación forzada a partir de las condiciones fijadas en el apartado sobre características del aire.

|                             |           |   |
|-----------------------------|-----------|---|
| <b>Ventilación natural.</b> | Datos:    | W = 10 kW   |
|                             |           | H = 2 m   |
|                             |           | t <sub>2</sub> -t <sub>1</sub> = 15 °C  |
|                             | Solución: | q <sub>2</sub> = 1,25 m <sup>2</sup> (q <sub>t</sub> = 1,80 m <sup>2</sup> ) superior |
|                             |           | q <sub>1</sub> = 1,15 m <sup>2</sup> (q <sub>t</sub> = 1,65 m <sup>2</sup> ) inferior |
| <b>Ventilación forzada.</b> | Datos:    | W = 10 kW   |
|                             |           | t <sub>2</sub> -t <sub>1</sub> = 5 °C   |
|                             |           |   |
|                             | Solución: | V = 1,724 m <sup>3</sup> /seg   |
|                             |           | S <sub>útil</sub> = 1,15 m <sup>2</sup> (S <sub>t</sub> = 1,65 m <sup>2</sup> )       |



Publicación Técnica Schneider Electric PT-004



## CONDICIONES GENERALES

**Relación entre aberturas.** La superficie de la ventana de salida ( $q_2$ ) debe ser mayor que la superficie de la abertura de entrada ( $q_1$ ), dado que el volumen del aire de salida es mayor. Se admite una relación  $q_1 = 0,92 q_2$ .

**Protección de las aberturas.** Según el Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (MIE-RAT 14), las ventanas destinadas a la ventilación deben estar protegidas de forma que impidan el paso de pequeños animales y cuerpos sólidos de más de 12 mm  $\varnothing$  y estarán dispuestas de forma que, en caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos con partes en tensión al introducir por ellas objetos metálicos de más de 2,5 mm  $\varnothing$ . Además existirá una protección laberíntica y dispondrán de protecciones para impedir la entrada de agua.

La superficie total bruta ( $q_t$ ) puede calcularse mediante la fórmula  $q_t = \frac{qn}{1-k} [m^2]$ , siendo  $qn$  el valor neto de  $q_2$  o  $q_1$  y  $k$  el coeficiente de ocupación de la persiana (del orden de 0,2 a 0,35). Para persianas con láminas en forma de V, normales de mercado, puede tomarse  $k = 0,3$ .

**Régimen de trabajo de los transformadores.** La potencia de los transformadores MT/BT acostumbra a seleccionarse de forma que trabajen por debajo de su plena carga (potencia nominal). Es habitual que su régimen normal sea del orden del 65% al 75% de su plena carga. Cuando se trate de transformadores que deberán funcionar permanentemente a plena carga los valores obtenidos del nomograma para  $Q$  (caudal) y para  $q_2$  y  $q_1$  conviene aumentarlos en un 25% para asegurarse contra la posibilidad de calentamientos excesivos.

**Situación de las ventanas.** Las ventanas de entrada y salida estarán a una altura mínima sobre el suelo de 0,3 m y 2,3 m respectivamente, con una separación vertical mínima de 1,3 m.

En los CT de tipo semienterrado y subterráneo se dispondrá una entrada de aire fresco exterior por medio de un patinillo adyacente a la zona donde se sitúa el transformador /es, con una anchura mínima 60 cm. En caso necesario, incorporará un sistema de recogida de aguas. Los huecos para la salida de aire caliente se realizarán en la parte superior de la fachada o mediante huecos en la cubierta, estarán protegidos en las mismas condiciones.

Siempre que sea posible las aberturas de entrada y salida de aire estarán en paredes opuestas bañando al transformador. Cuando se trate de un CT con más de un transformador, conviene, en lo posible, disponer circuitos de aire de ventilación (entrada y salida) independientes y separados para cada transformador.

### 2.7.93. CABINAS PREFABRICADAS MEDIA TENSION

Estarán constituidas por celdas prefabricadas de aparamenta bajo envolvente metálica, modulares y compactas, aisladas en gas. Sus características cumplirán las condiciones que especifica la Instrucción Técnica MIE.RAT.18: "Instalaciones bajo envolvente metálica aisladas con hexafluoruro de azufre (SF6)".

#### NORMAS

El sistema cumplirá las exigencias de la norma UNE-EN 62271-200:2005 y equivalencias IEC 62271-200:2003.

#### CARACTERISTICAS ELECTRICAS

|   |         |         |
|---|---------|---------|
| Tensión asignada (kV)                         | 24      | 36      |
| Intensidad asignada (A)                       | 400/630 | 400/630 |
| Intensidad de corta duración (1 o 3 seg) (kA) | 16/20   | 16/20   |
| Nivel de aislamiento:                         | 50      | 70      |
| Frecuencia industrial (1 min)                 | 60      | 80      |
| A tierra y entre fases (kV)                   | 125     | 170     |
| A la distancia de seccionamiento (kV)         | 145     | 195     |
| Impulso tipo rayo                             | 40/50   | 40/50   |
| A tierra y entre fases (kV cresta)            | 400/630 | 400/630 |
| A la distancia de seccionamiento (kV cresta)  | 31,5    | 50      |
| Capacidad de cierre (kA cresta)               | 16      | 16      |
| Capacidad de corte                            | 63      | 63      |
| Corriente principal activa (A)                | 31,5    | 31,5    |
| Corriente capacitativa (A)                    |         |         |
| Corriente inductiva (A)                       |         |         |
| Falta a tierra I <sub>ce</sub> (A)            |         |         |
| Falta a tierra $\sqrt{3}$ I <sub>cl</sub> (A) |         |         |

## CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Constructivamente, las celdas formarán módulos individuales aislados con SF6 en los que las barras, interruptores automáticos, seccionadores, transformadores de medida, etc. estarán contenidos en recipientes o envoltentes metálicos rellenos de dicho gas, el cual sirve de elemento aislante y como fluido extintor del arco de los interruptores.

Podrán ser unidas a otras mediante elementos que posibiliten la conexión entre sus embarrados principales garantizando una continuidad eléctrica resistente incluso al paso de una corriente de cortocircuito, conservando sus características funcionales a la vez que estableciendo una separación eléctrica y mecánica entre módulos adyacentes.

## SEGURIDAD DE OPERACION

La disposición frontal de los accionamientos deberá permitir la realización de maniobras de forma segura, cómoda y sencilla. El frontal incorporará un esquema sinóptico del circuito principal con los ejes de accionamiento del interruptor y seccionador de puesta a tierra así como señalización de posición.

Las celdas tendrán un grado de protección mínimo IP33. La envoltente metálica tendrá un grado de protección IK08 contra impactos mecánicos. Las mirillas de control serán IK06.

La estanqueidad de la cuba deberá permitir el mantenimiento de las condiciones de operación durante toda la vida útil de la celda.

Los sistemas de enclavamiento permitirán el acceso a los cables solo cuando éstos estén puestos a tierra y evitarán la realización de maniobras incorrectas. Cumplirán las exigencias de la norma IEC 62271-200.

## APARELLAJE

Según esquemas y características fijadas en la memoria técnica y planos del proyecto. Deberá cumplir las exigencias de las siguientes normas: IEC 60265 (interruptores). IEC 60129

(seccionadores y seccionadores de puesta a tierra). IEC 62271-105 (combinaciones interruptores-fusibles). IEC 62271-100 (interruptores automáticos). IEC 60255 (relés).

### **TENSIONES DE PASO Y CONTACTO**

Deberán estar dentro de las admisibles en la ITC MIE-RAT 13 y en los casos necesarios se colocarán conexiones equipotenciales entre envolventes.

### **PROTECCIONES**

**Fusibles.** Inmersos en SF<sub>6</sub>, serán completamente estancos respecto al gas y el exterior. El accionamiento del interruptor para su apertura se realizará a través de un percutor cuando el fusible funde o por la sobrepresión interna por calentamiento. Cualquier fusible fundido provocará la apertura del interruptor.

**Relés auxiliares.** Para la protección de sobreintensidades (51), fugas a tierra (50N) y sobrecalentamientos (termostato externo). Serán del tipo analógico, autónomos. Incorporarán captadores toroidales, disparador electromecánico y señalización de disparo. Funcionamiento coordinado con fusibles. Cumplirán la IEC 60255 e IEC 61000-4 (compatibilidad electromagnética).

**Relés principales.** Para la protección de cortocircuitos entre fases y sobreintensidades (50-51), cortocircuitos fase-tierra y fugas a tierra (50N-51N) y sobrecalentamientos (termostato externo). Serán del tipo digital, autónomos. Incorporarán captadores toroidales, disparador electromecánico y señalización de disparo. Familia de curvas según la IEC 60255.

### **CONDICIONES DE SERVICIO**

Las condiciones normales de servicio se ajustarán a la norma UNE-EN 62271-200:2005 y equivalencias.

Deberán cumplir las especificaciones de la ITC MIE-RAT 18 referentes a la incorporación de: Elementos de seguridad para evitar la explosión de la envolvente metálica en caso de defecto interno y direcciones de escape de los limitadores de presión para evitar accidentes. Sistemas de compensación de la dilatación de las barras y sus envolventes. Sistemas de alarma por pérdida de la presión interior del gas. Sistemas mecánicos de ventilación y renovación de aire para evitar acumulaciones de gas, en caso necesario.

La conexión a tierra de las envolventes metálicas se realizará según la ITC MIE-RAT 13.

Cada cabina o conjunto de cabinas deberá llevar en lugar visible una placa de características que identifique su construcción y las condiciones técnicas de diseño.

### **MONITORIZACION, TELEMANDOS Y AUTOMATISMOS**

Las celdas podrán estar dotadas de mandos motorizables mediante las correspondientes operaciones de cambio o transformación de mandos (kit de motorización). El funcionamiento de una celda motorizada será análogo al de una no motorizada con la posibilidad de accionamiento del interruptor/seccionador a distancia, desde un cuadro de gestión o telemando. La motorización no incluye a los mecanismos de puesta a tierra.

En versión motorizada, las celdas incorporarán, además de un control local manual, un sistema de controles e indicadores y una comunicación remota de supervisión y mando centralizado con programa gráfico para poder establecer en automático operaciones de seccionamiento, transferencia y enclavamientos.

En el caso de transferencia de líneas en centros con doble alimentación o con grupos electrógenos de media tensión se incorporará un sistema de transferencia programable homologado.

### **CONEXIÓN CON CABLES**

Las acometidas en media tensión y las salidas a transformador o medida se realizarán con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas se realizarán con terminales enchufables de conexión sencilla o reforzada (atornillable), apantallados o no apantallados. Las celdas admitirán opcionalmente doble terminal o terminal más autoválvula.

## **2.7.94. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN ENCAPSULADOS**

Transformadores de tipo seco encapsulados al vacío con bobinados sólidos en resina epoxi que deberán mantener sus partes activas aisladas e inalterables a los agentes externos, impidiendo la

penetración de elementos contaminantes y conservando constantes sus características dieléctricas. Cumplirán las condiciones que especifica la Instrucción Técnica ITC-RAT 07: "Transformadores de potencia".

### NORMAS

Cumplirán con las normas UNE-EN 60076-1, UNE-EN 60076-2, UNE-EN 60076-3, UNE-EN 60076-4, UNE-EN 60076-5, UNE-EN 60076-10 y UNE-EN 60076-11-2005.

Reglamento europeo de ecodiseño EU 548-2014.

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

|                                   |                        |                        |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Tensión máxima asignada (kV)      | 24                     | 36                     |
| Potencia nominal (kVA)            | 250 a 2500             | 250 a 2500             |
| Tensión secundaria en vacío (V)   | 420/240 V              | 420/240 V              |
| Grupo de conexión                 | Dyn11                  | Dyn11                  |
| Tensión de cortocircuito          | 6 a 8%                 | 6 a 8%                 |
| Tomas de regulación (%)           | 0 /+2,5/ +5 /+7,5 /+10 | 0/ +2,5 /+5 /+7,5 /+10 |
| Frecuencia                        | 50 Hz                  | 50 Hz                  |
| Pérdidas en vacío (W)             | 520 a 3100             | 598 a 3565             |
| Pérdidas en carga (W 120°C)       | 3800 a 19000           | 4180 a 20900           |
| Nivel de potencia sonora (LWA dB) | 57 a 71                | 57 a 71                |
| Tensiones de ensayo (kV)          | 50/125                 | 70/170                 |

### CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Básicamente constituido por:

- Bobinas de media tensión encapsuladas en resina.
- Bobinas de baja tensión encapsuladas o impregnadas en resina.
- Núcleo magnético.
- Control de temperatura.
- Accesorios de conexión y apriete.

**Bobinas de media tensión.** Normalmente estarán construidas en hilo de aluminio o de cobre electrolítico según DIN 40500 T1-1980 con aislamiento clase F aisladas con materiales de características térmicas similares.

**Bobinas de baja tensión.** Realizadas con pletinas o bandas laminadas de aluminio o cobre, aisladas con materiales de clase térmica F.

**Núcleo magnético.** Construido con chapas magnéticas laminadas en frío y aisladas en toda su superficie. Una vez montado el núcleo estará tratado con una protección epóxica para evitar la corrosión y reducir los niveles de ruido.

### ENSAYOS

Ensayos individuales:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.

- Medida de la tensión de cortocircuito (toma principal), de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Ensayos dieléctricos (tensión aplicada y tensión inducida).
- Medida del nivel de ruido.
- Medida de las descargas parciales.

Ensayos de tipo y especiales:

- Ensayo de impulso (resistencia a las sobretensiones o descargas atmosféricas).
- Ensayo de calentamiento (determinar la potencia real del transformador y sus puntos de mayor temperatura).
- Ensayo de protección contra contactos accidentales (grado de protección).

### PROTECCIÓN TÉRMICA

La protección del transformador contra calentamientos estará asegurada por el control de la temperatura de los bobinados. El control será simultáneo en las tres fases. Según especificaciones de proyecto incorporará un sistema de sondas PTC o PT100.

**Sondas PTC.** Los sensores de temperatura estarán instalados en la parte activa del transformador con dos conjuntos de sondas, dos sondas en serie por fase (alarmas 1-2: 140-150°C). El umbral brusco de crecimiento será detectado por un convertidor electrónico con tres circuitos de medida independientes que transmitirá la señal a un juego de relés con contactos de alarma y disparo. Será suficiente que se exceda la temperatura de consigna en una cualquiera de las tres fases para que actúe el dispositivo.

Se dispondrá de un tercer circuito de medida shuntado por una resistencia y situado en el exterior del convertidor que deberá posibilitar el control de un tercer conjunto de sondas PTC (130°C) en la opción de “aire forzado”, siempre que se especifique en proyecto.

El transformador incorporará un termómetro de cuadrante con lectura de temperaturas provisto de dos contactos inversores que bascularán en dos umbrales de temperatura ajustables (alarma: 140°C y disparo 150°C).

El valor normal de la tensión de alimentación del sistema será 24 V a 220 V CC/CA, 50 Hz.

**Sondas PT100.** Proporcionarán la temperatura en tiempo real y gradualmente de 0 a 200°C. El control de la temperatura y su visualización se realizará a través de un termómetro digital. Se dispondrán 3 sondas, una por fase.

El termómetro digital tendrá tres circuitos independientes. Dos de los circuitos controlarán la temperatura captada por las sondas (alarma 1, alarma 2). Cuando se alcanza la temperatura de alarma (140-150°C) la información es tratada mediante dos relés de salida independiente con contactos inversores. El tercer circuito controlará el fallo de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica.

Una entrada adicional permitirá recibir una sonda externa al transformador destinada a medir la temperatura ambiente de la sala, siempre que se especifique en proyecto.

El valor normal de la tensión de alimentación del sistema será 24 V a 220 V CC/CA, 50 Hz.

### EQUIPO BÁSICO

Incorporarán de fábrica los elementos siguientes:

- Ruedas planas orientables (bidireccionales)
- Cáncamos de elevación.
- Tomas de puesta a tierra.
- Placa de características.
- Placas de señalización (peligro eléctrico).
- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables sin tensión.

- Barras de acoplamiento en media tensión con terminales de conexión.
- Juego de barras de baja tensión para conexión.
- Protocolo de ensayos y manual de instrucciones de instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

## **TRANSPORTE. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

**Transporte.** Desde el momento de la recepción debe asegurarse que el transformador no presenta daños de transporte (terminales de conexión doblados, aislantes rotos, golpes en el bobinado o en la envolvente, transformador mojado, etc.) y comprobar se suministra con los accesorios solicitados (ruedas, convertidor electrónico para sondas, etc.).

**Manipulación.** Los transformadores estarán equipados con dispositivos de manipulación específicos. La elevación se realizará mediante eslingas o carretilla elevadora y siempre a través de las anillas de elevación. Las eslingas no deben formar entre sí un ángulo superior a 60°. La zona de apoyo de las horquillas será obligatoriamente las ruedas y en su ausencia el chasis de fijación de las ruedas.

**Colocación de las ruedas.** Por los mismos medios de elevación. Se colocarán tabloncillos atravesando el chasis, de altura superior a las ruedas, en los que apoyará el transformador. Se colocarán gatos, se retirarán los tabloncillos, se fijarán las ruedas en la posición adecuada y se dejará el transformador sobre las ruedas.

**Almacenamiento.** El transformador quedará protegido de caídas de agua y alejado de obras que generen polvo. Se mantendrá cubierto con la funda de plástico de fábrica.

## **PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante contrastadas con el servicio de asistencia. En especial las referidas a:

**Limpieza.** Se deberá evitar la presencia en la parte activa de partículas de metal (virutas, mecanizados,...) y cuerpos extraños (tuercas, arandelas,...). Se realizará una limpieza regular especialmente en puntos contaminados con aceites o partículas conductoras. Se utilizarán métodos de aspiración y chorro de aire seco comprimido o nitrógeno.

**Pruebas.** De aislamiento para asegurar que no está conectada a tierra ninguna bobina. De relación de transformación.

**Distancias.** Se verificará la distancia de seguridad entre la superficie de resina o las conexiones de acoplamiento y todos los cables de alimentación en baja tensión, puesta a tierra, protección y otros.

**Baterías de condensadores.** Se deberá limitar obligatoriamente la corriente de conexión de las baterías en el lado de baja tensión utilizando un dispositivo adecuado.

**Ventilación.** Se deberá garantizar una correcta ventilación del local.

**Tensión de alimentación.** No deberá ser superior a la nominal.

**Transformadores con envolvente.** Se dejará bajo la envolvente una distancia mínima (150 mm) para permitir la ventilación.

**Barritas de ajuste.** Se deberá comprobar su posición (3 fases idénticas) y respetar el par de apriete de las conexiones y de las barritas (2 m/kg).

**Elementos de control.** Se deberán conectar los circuitos de protección y controlar la continuidad de las masas.

**Efectos electromecánicos.** Se deberá garantizar el anclaje de los cables de media y baja tensión para evitar las corrientes de defecto o magnetización.

## **2.7.95. CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO PARA BAJA TENSIÓN INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS**

Conductores eléctricos para instalaciones interiores dentro del campo de aplicación del artículo 2 (límites de tensión nominal igual o inferior a 1000V) y con tensión asignada dentro de los márgenes fijados en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-19).



## **MODOS DE INSTALACIÓN**

Según la clasificación establecida en la UNE-HD 60364-5-52 (tabla B.52-1) en la que se identifican instalaciones cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar por lo que pueden agruparse en una determinada tabla común de cargas.

Denominación según UNE-HD 60364. Conductores aislados: Conductores aislados sin cubierta, unipolares, con nivel de aislamiento hasta 750V. Se instalarán en conductos de superficie o empotrados o sistemas cerrados análogos. Cables: Conductores aislados con una cubierta adicional, unipolares o multipolares, con un nivel de aislamiento de 1000V.

Las condiciones generales de instalación serán las que se establecen en la ITC-BT-19.

## **CAÍDAS DE TENSIÓN**

La sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se corresponda con los valores máximos fijados en la ITC-BT-19.

Caídas de tensión máximas. Viviendas: 3% en cualquier circuito interior. Terciario o industrial en BT: 3% para alumbrado y 5% para otros usos. Terciario o industrial en MT: 4,5% para alumbrado y 6,5% para otros usos.

## **INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES**

De acuerdo con los valores indicados en la UNE-HD 60364-5-52 (tabla C.52-1bis) para una temperatura ambiente del aire de 40°C y para los distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable. Se deberá tener en cuenta la división entre cables termoplásticos (PVC, Z1 o similares) y termoestables (XLPE, EPR, Z o similares).

## **FACTORES DE CORRECCIÓN**

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las fijadas en la tabla C.52-1bis (temperatura ambiente distinta a 40°C, circuitos agrupados en una misma canalización, influencia de armónicos, etc.), se tomarán los factores de corrección correspondientes a las condiciones de instalación previstas.

## **FACTORES DE CORRECCIÓN POR TIPO DE RECEPTOR O INSTALACIÓN**

Locales con riesgo de incendio o explosión: Intensidad admisible reducida un 15% (ITC-BT-29). Instalaciones generadoras en BT: Cables dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima prevista (ITC-BT-40). Lámparas de descarga: Carga mínima en VA igual a 1,8 veces la potencia en W (ITC-BT-44). Motores: Cables dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima prevista (ITC-BT-47). Aparatos elevación: Cables dimensionados para una carga no inferior a 1,3 de la máxima prevista (ITC-BT-47).

## **EFFECTOS DE CORRIENTES ARMÓNICAS**

Se deberán aplicar métodos adecuados según anexo E, tabla E.52.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52.

## RADIOS DE CURVATURA

Mínimos aplicables a todos los cables UNE 21123 en posición definitiva de servicio:

| Cables sin armadura | Diámetro exterior del cable | Radio mínimo de curvatura |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                     | Menos de 25mm               | 4 D                       |
|                     | De 25 a 50mm                | 5 D                       |
|                     | Más de 50mm                 | 6 D                       |
| Cables armados      | ---                         | 10 D                      |

## ENSAYOS ELÉCTRICOS

De acuerdo con la ITC-BT-19 y especificaciones de la Guía Técnica de Aplicación - Anexo 4.

## TIPOS DE CABLE

Resumen de tipos de cable para los distintos tipos de instalación según el REBT:

|   |                 |
|---|-----------------|
| Distribución. Acometidas:                   | ITC-BT-11       |
| Instalaciones de enlace:                    | ITC-BT-14/15/16 |
| Instalaciones interiores o receptoras:      | ITC-BT-20       |
| Instalaciones interiores en viviendas:      | ITC-BT-26/27    |
| Locales de pública concurrencia:            | ITC-BT-28       |
| Locales con riesgo de incendio o explosión: | ITC-BT-29       |
| Locales especiales:                         | ITC-BT-30/31    |
| Máquinas elevación y transporte:            | ITC-BT-32       |
| Provisionales y temporales de obra:         | ITC-BT-33       |
| Ferias y stands:                            | ITC-BT-34       |
| Mobiliario:                                 | ITC-BT-49       |

## CLASE DE REACCIÓN AL FUEGO

Cada país de la unión europea define la clasificación de reacción al fuego que se aplica para los cables en cada tipo/uso de edificio, siguiendo la clasificación del Reglamento Delegado 2016/364 (UE) relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción (CPR).

Las prestaciones de fuego mínimas en España, serán las indicadas en las diferentes Instrucciones Técnicas del REBT. Siendo para las IT-BT-14, 15, 16, 20, 28 y 29 como mínimo la clase C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1, según la norma armonizada EN 50.575

|      |  |
|------|--|
| Cca: | EN 50399: FS ≤ 2,00m; THR ≤ 30MJ; HHR ≤ 60MJ; FIGRA ≤ 300Ws-1 //<br>/ EN 60332-1-2: H≤425 mm |
| s1b: | TSP1200 ≤ 50 m2; SPR 0,25 m2/s; transmitancia ≥ 60 % < 80%                                   |
| a1:  | conductividad < 2,5 μS/mm y pH > 4,3   |
| d1:  | sin caída durante 1200 s de gotas / partículas inflamadas que persistan más de 10 s          |
| Eca: | EN 60332-1-2: H ≤ 425 mm   |

El cableado contará con marcado CE según norma armonizada EN 50575.

## **2.7.96. CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO CON AISLAMIENTO SECO PARA MEDIA TENSIÓN**

Cables eléctricos para instalaciones fijas de media tensión hasta 30 kV adecuados para el transporte y distribución de energía, aptos para instalaciones interiores, exteriores o enterradas y contruidos de acuerdo con la UNE-HD 620-5-E. Cumplirán las condiciones que especifica el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (ITC-LAT 06 ).

### **NIVELES DE AISLAMIENTO**

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 20435-1 y UNE-EN 60071-1, salvo en casos justificados.

### **MATERIALES. CABLES Y ACCESORIOS**

**Cables.** Conductores de cobre o de aluminio aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación (XLPE, HEPR o EPR). Estarán debidamente apantallados y dotados de una cubierta exterior que protegerá al cable contra las agresiones mecánicas y químicas del entorno, resistente a golpes y abrasiones, así como a la acción de la intemperie.

**Accesorios.** Serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Serán adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

### **MODOS DE INSTALACIÓN**

Según las condiciones siguientes: Directamente enterrados. Canalización entubada. Galerías visitables. Atarjeas o canales revisables. Bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a pared. Fondos acuáticos. Conversiones aéreo-subterráneas.

Las condiciones generales de instalación serán las que se establecen en la ITC-LAT 06.

### **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se deberá comprobar el tendido del cable y el montaje de accesorios (empalmes, terminales, etc) mediante aplicación de los ensayos que establece la ITC-LAT 05.

### **SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Según establece la ITC-LAT 06. Se deberá verificar que las tensiones de contacto que puedan aparecer no superan los valores admisibles de tensión de contacto aplicada según la ITC-LAT 07.

### **CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS**

Las condiciones a que deben responder serán las fijadas en la ITC-LAT 06. Corresponden a: Calles y carreteras. Ferrocarriles. Otros cables eléctricos. Cables de telecomunicación. Canalizaciones de agua o gas. Alcantarillado. Depósitos de carburante.

### **INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES**

De acuerdo con los valores indicados en la UNE 21144 para cada instalación, dependiendo de sus características, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc. En su defecto se aplicarán las tablas recogidas en la ITC-LAT 06.

### **FACTORES DE CORRECCIÓN**

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las fijadas en las distintas tablas (temperatura del terreno, resistividad térmica del terreno, agrupaciones o profundidades de instalación) se tomarán los factores de corrección correspondientes a las condiciones de instalación previstas.

### **INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO**

Las intensidades máximas admisibles en los conductores se calcularán según la norma UNE 21192 o mediante las tablas de densidades máximas admisibles de la ITC-LAT 06, en función de los diferentes tiempos de duración del cortocircuito. Tablas de referencia: Conductores de cobre (tabla 25). Conductores de aluminio (tabla 26).

### **PROTECCIONES**

**Protección contra sobreintensidades.** Los sistemas de protección de las líneas se regirán por lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

**Protección contra sobretensiones.** Los cables deberán quedar protegidos contra sobretensiones peligrosas, de origen interno o atmosférico, cuando las condiciones de la instalación lo aconsejen. Serán de consideración las especificaciones UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5 así como las MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13.

## 2.7.97. EMBARRADOS DE TRANSPORTE

Canalizaciones eléctricas prefabricadas compactas para transporte y distribución de potencia en edificios industriales, comerciales o terciarios con un montaje de elementos prefabricados que deberán responder a todo tipo de recorridos. Cumplirán las especificaciones señaladas en el REBT (ITC-BT-20).

### NORMAS

Cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 61439-1 y UNE-EN 61439-2 referente a conjuntos de aparamenta de baja tensión montados en fábrica (CAMF) y la norma UNE-EN 61439-6 referente a especificaciones particulares para canalizaciones prefabricadas.

### CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS

|   |               |
|---|---------------|
| Intensidad nominal asignada (A)                         | 800 a 4000    |
| Tensión asignada de aislamiento (V)                     | 1000          |
| Tensión asignada de empleo (V)                          | 1000          |
| Grado de protección.                                    | IP.55/IP.68   |
| • Distribución interior/intemperie:                     | IK.08         |
| • Resistencia a los choques:                            | 50/60         |
| Frecuencia de empleo (Hz):                              | 31 a 90       |
| Intensidad de corta duración admisible (1 seg) (kA)     | 64 a 198      |
| Intensidad cresta admisible (kA):                       | 0,079 a 0,014 |
| Característica de los conductores.                      | 0,096 a 0,017 |
| • Fases. Resistencia media a 20 °C (mΩ/m):              | 0,018 a 0.007 |
| • Fases. Resistencia media a Inc (mΩ/m):                | 0,097 a 0,018 |
| • Fases. Reactancia media a Inc y 50 Hz (mΩ/m):         | 0,203 a 0,080 |
| • Fases. Impedancia media a Inc y 50 Hz (mΩ/m):         | 0,050 a 0,012 |
| • PE (envolvente). Resistencia media a 20 °C (mΩ/m):    | 1             |
| • PE (cond. interno). Resistencia media a 20 °C (mΩ/m): | 0,97          |
| Intensidad admisible por temperatura. Coef. k1.         |               |
| • Temperatura ambiente de 35 °C                         |               |
| • Temperatura ambiente de 40 °C                         |               |

### CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Distribución interior. La envolvente de los embarrados estará fabricada en chapa de acero galvanizado prelacada RAL 9001. Grado de protección según UNE-EN 60529.

Instalaciones intemperie. La envolvente de los embarrados estará formada por un compuesto de poliéster de gran resistencia química y mecánica. Grado de protección según UNE-EN 60529. Aislamiento encapsulado M.

El aislamiento de los conductores se realizará con materiales resistentes a altas temperaturas, clase B (130°C) sin halógenos.

La configuración del embarrado será la que se especifique en los documentos del proyecto. Generalmente estará constituida por cuatro conductores activos de aluminio o cobre de idéntica sección (3F+N+T).

El conductor de protección será la propia envolvente, o bien un conductor interno de cobre, según se especifique en los documentos del proyecto.

Los embarrados se suministrarán con todos los accesorios necesarios, como ángulos, conexiones rígidas o flexible, bridas, dilatadoras, piezas en T o en Z, tapas finales, pasamuros, cortafuegos y cajas/cofrets para derivación de líneas o alimentación de receptores.

Los cofrets de derivación desenchufables tendrán un grado de protección mínimo de IP55.

### **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se efectuarán en fábrica los ensayos tipo destinados a verificar la conformidad de las prescripciones de la UNE-EN 61439: Límites de calentamiento. Características dieléctricas. Resistencia a los cortocircuitos. Continuidad del circuito de protección. Distancias de aislamiento y de las líneas de fuga. Grado de protección. Resistencia y reactancia. Robustez de construcción. Endurancia (en las canalizaciones prefabricadas con un sistema de derivación por carro colector).

Además de los ensayos tipo se realizarán ensayos de rutina destinados a detectar fallos en los materiales y en la fabricación: Inspección y ensayo de funcionamiento eléctrico. Ensayo dieléctrico a la tensión de ensayo. Verificación de la continuidad eléctrica de los conductores de protección.

### **CONDICIONES DE SERVICIO**

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los distintos elementos se realizará de forma que evite exponer la canalización a fuerzas de torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los embarrados. Si la canalización prefabricada no se instala ni se pone en funcionamiento de inmediato se conservará con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

Montaje y puesta en servicio. Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante contrastadas con el servicio de asistencia. En especial las referidas a la unión eléctrica de los conductores activos y de protección, el enlace mecánico entre elementos, los sistemas de suportación y las conexiones extremas.

Los embarrados incorporarán en lugar visible una placa de características que identifique su construcción y las condiciones técnicas de diseño.

## **2.7.98. CABLE DE PARES TRENZADOS APANTALLADOS (FTP) Y NO APANTALLADOS (UTP) PARA RED DE VOZ Y DATOS**

Se constituirá mediante agrupaciones de 4 pares de conductores de cobre de 0,511 mm de diámetro (24 AWG) o 0,574 mm de diámetro (23 AWG) para conectar un puesto de trabajo dentro del Subsistema Horizontal de Cableado Estructurado. Podrá además configurarse en agrupaciones multipar para conectar Subsistemas de Administración. Los cables apantallados (FTP) también tendrán una pantalla global de aluminio e hilo de drenaje.

El cable deberá cumplir las especificaciones definidas en las normas UNE-EN 50173, EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11801 para cables de 100  $\Omega$  y 120  $\Omega$ , en cuanto a características mecánicas y características eléctricas, siendo adecuado para regímenes de datos de alta velocidad con un ancho de banda mínimo de hasta 100 MHz y en general todas aquellas normas definidas por la Directiva Europea sobre EMC (Compatibilidad Electromagnética). El cable también deberá cumplir los parámetros de:

- Impedancia característica
- Pérdidas de retorno

- Atenuación
- Diafonía (NEXT)
- ACR (ratio atenuación/diafonía)
- Resistencia DC
- Retardo de propagación
- Balanceo
- Alien NEXT (PSANEXT) (para enlace clase E<sub>A</sub> o F)
- Alien Crosstalk Ratio (PSAACRF) (para enlace clase E<sub>A</sub> o F)
- PSANEXT promedio (para enlace clase E<sub>A</sub> o F)
- PSAACRF promedio (para enlace clase E<sub>A</sub> o F)

Definidos en dichas normas para asegurar el cumplimiento respecto al enlace del que forma parte para: clase D, E, E<sub>A</sub> o F.

Para su instalación será necesario respetar unas normas mínimas de separación respecto a instalaciones eléctricas indicadas en las siguientes tablas.

Para cables con instalación monofásica a 230 V/50 Hz

| SEPARACION MINIMA ENTRE CABLES (cm) | LONGITUD MAXIMA EN PARALELO (m) | CORRIENTE MAXIMA CABLES ELECTRICOS (A) | NUMERO CABLES ELECTRICOS |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|
| 0,5                                 | 50                              | 32                                     | 1                        |
| 1,0                                 | 75                              | 32                                     | 1                        |
| 2,0                                 | 100                             | 25                                     | 3                        |
| 5,0                                 | 100                             | 28                                     | 6                        |
| 10,0                                | 100                             | 28                                     | 11                       |
| 15,0                                | 100                             | 25                                     | 18                       |

Para cables con instalación trifásica a 400 V/50 Hz

| SEPARACION MINIMA ENTRE CABLES (cm) | LONGITUD MAXIMA EN PARALELO (m) | CORRIENTE MAXIMA CABLES ELECTRICOS (A) | NUMERO CABLES ELECTRICOS |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|
| 5                                   | 100                             | 85                                     | 1                        |
| 10                                  | 100                             | 80                                     | 2                        |
| 15                                  | 100                             | 57                                     | 4                        |
| 15                                  | 100                             | 107                                    | 1                        |
| 15                                  | 75                              | 140                                    | 1                        |



| SEPARACION MINIMA ENTRE CABLES (cm) | LONGITUD MAXIMA EN PARALELO (m) | CORRIENTE MAXIMA CABLES ELECTRICOS (A) | NUMERO CABLES ELECTRICOS |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|
| 20                                  | 100                             | 58                                     | 5                        |
| 20                                  | 100                             | 140                                    | 1                        |
| 20                                  | 75                              | 185                                    | 1                        |
| 20                                  | 50                              | 285                                    | 1                        |
| 30                                  | 100                             | 200                                    | 1                        |
| 30                                  | 75                              | 265                                    | 1                        |
| 30                                  | 50                              | 400                                    | 1                        |
| 40                                  | 100                             | 260                                    | 1                        |
| 40                                  | 75                              | 350                                    | 1                        |
| 40                                  | 50                              | 260                                    | 2                        |

Para lámparas fluorescentes:

Separación mínima entre cables: 16 cm

Para realizar correctamente la instalación de este tipo de cable deben respetarse las siguientes condiciones:

- Se realizará como máximo un destrenzado en cualquiera de los pares a conectorizar y en cualquiera de sus extremos como máximo de 13 mm para optimizar los valores de diafonía entre pares (NEXT).
- Se utilizará la herramienta designada por el fabricante del cableado para realizar su conexión tanto en las tomas como en los paneles.
- Se respetará en todo caso el radio de curvatura definido por el fabricante sin aplicar presión alguna ni estiramientos.
- Para su conexión al armario repartidor se dejarán al menos 2 m de cable para permitir su conexionado a los paneles y el movimiento frontal de éstos.
- Los cables serán etiquetados tanto en el extremo del panel como en la roseta según las normas establecidas por el Director de Obra.
- En último caso, siempre deberán cumplirse las normas de montaje y características definidas por el fabricante del cable.
- Todos los cables empleados cumplirán con las especificaciones CPR (Construction Products Regulations), referente a reacción al fuego, los límites de la resistencia al fuego y liberación de sustancias peligrosas, y deberán estar convenientemente etiquetados.

Como mínimo, en locales de pública concurrencia y locales con riesgo de incendio o explosión, los cables empleados serán de clase de reacción al fuego mínima Cca-s1b-d1-a1.

|      |   |
|------|---|
| Cca: | EN 50399: FS $\leq$ 2,00m; THR $\leq$ 30MJ; HHR $\leq$ 60MJ; FIGRA $\leq$ 300Ws-1 //<br>/ EN 60332-1-2: H $\leq$ 425 mm |
|------|---|

|      |   |
|------|---|
| s1b: | TSP1200 $\leq$ 50 m <sup>2</sup> ; SPR 0,25 m <sup>2</sup> /s; transmitancia $\geq$ 60%; <80% |
| a1:  | conductividad < 2,5 $\mu$ S/mm y pH > 4,3   |
| d1:  | sin caída durante 1200s de gotas/partículas inflamadas que persistan más de 10s               |

El cableado contará con marcado CE según norma armonizada EN 50575.

#### **Cables apantallados (FTP)**

Para la correcta conexión a tierra del Sistema de Cableado se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Si el sistema se conecta a una red de tierra independiente del edificio, se garantizará un nivel de calidad inferior a 4 Ohm.
- La infraestructura de continuidad de masa del sistema garantizará continuidad en todos los elementos del sistema (latiguillos, paneles, tomas...)
- Para evitar interferencias electromagnéticas con componente eléctrica fuertemente dominante, la conexión a la red de tierra debe realizarse sólo por un extremo o bien por un punto central del conjunto de armarios repartidores, los cuales estarán interconectados por un cable de 16 mm<sup>2</sup> de sección a la toma central predefinida del edificio. Si la componente dominante fuera la magnética, podría realizarse la conexión en ambos extremos (lo cual sólo se da a bajas frecuencias).
- No existirá continuidad de masa en el extremo del puesto de trabajo y el terminal de trabajo.

## **2.7.99. CABLEADO PARA SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES**

### **Cableado para señales analógicas**

El cableado para la transmisión de señales analógicas / impulsos entre los elementos de campo y las subestaciones de control será del tipo multipar apantallado por pares y conjunto (referencia UNE: VHOV).

El conductor será de cobre desnudo clase 2, con aislamiento de PVC 105°. La pantalla de cada par será cinta de Aluminio - Poliester. La pantalla colectiva será cinta de Aluminio - Poliester, y las cubiertas de PVC 105°. La tensión nominal del cable será de 300/500 V, y la resistencia máxima del cable a 20 °C será de 19  $\Omega$ /Km en corriente continua.

### **Cableado para señales digitales**

El cableado para la transmisión de señales digitales entre los elementos de campo y las subestaciones de control será del tipo multipar apantallado conjunto (referencia UNE: VOV).

El conductor será de cobre desnudo clase 2, con aislamiento de PVC 105°. La pantalla colectiva será cinta de Aluminio - Poliester, y las cubiertas de PVC 105°. La tensión nominal del cable será de 300/500 V, y la resistencia máxima del cable a 20 °C será de 19  $\Omega$ /Km en corriente continua.

La sección de conductores será de 1 mm<sup>2</sup> para distancias inferiores a 100 m, y de 1,5 mm<sup>2</sup> para distancias entre 100 y 200 m.

Para realizar la conexión entre una subestación y varios elementos de campo, se podrán utilizar cables multipar, para optimizar el tendido y número de cables. Los diferentes pares del cable deberán ir claramente identificados en toda su longitud.

El tendido de estos cables se realizará bajo tubo o canaletas o bandejas metálicas, dependiendo del número de cables y su tamaño, y se evitará en la medida de lo posible la instalación de estos cables junto a cables de potencia eléctrica.

Los cables se conectarán a cada uno de los elementos de campo bajo tubo flexible, y a la regletera de bornas del cuadro donde se halla alojada la subestación correspondiente a esos elementos de campo.

Los tubos para los cables multipar serán de las siguientes dimensiones:

|                               |    |    |    |   |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| Número pares:                 | 2  | 4  | 6  | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Tubo para 1 mm <sup>2</sup>   | 12 | 20 | 32 |   |    | 40 |    | 40 | 50 |
| Tubo para 1,5 mm <sup>2</sup> | 12 | 20 | 32 |   |    | 40 | 40 | 50 |    |

Referencia: ROQUE INST-VHOV 500 V. A (2xB)

ROQUE INST-VOV 500 V. A (2Xb)

(A = número de pares)

(B = 1 o 1,5 mm<sup>2</sup>)

### **Clase de reacción al fuego**

Cada país de la unión europeo define la clasificación de reacción al fuego que se aplica a los cables para cada uso/edificio, siguiendo la clasificación del Reglamento Delegado 2016/364 (UE) relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción (CPR).

Las prestaciones de fuego según la norma armonizada EN 50.575, mínimas en España, serán las indicadas en los diferentes reglamentos.

El cable contará con marcado CE según norma armonizada EN 50575.

## **2.7.100. CANALIZACIONES POR TUBERIA AISLANTE RÍGIDA**

Tubos aislantes rígidos blindados de PVC libres de halógenos para uso en instalaciones eléctricas no subterráneas. Estancos, con uniones roscadas o enchufables, no propagadores de la llama. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

### **NORMAS**

Cumplirán las exigencias de las UNE-EN 60423, UNE-EN 61386-21, UNE-EN 61386-22 y UNE 20.324.

### **MODOS DE INSTALACIÓN**

Según las condiciones siguientes: Canalizaciones fijas en superficie. Canalizaciones empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectores de obra. Canalizaciones empotradas embebidas en hormigón.

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los tubos y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE-HD 60364-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios a utilizar (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de tubería empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

### **CONDICIONES DE SERVICIO**

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata, los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

## **2.7.101. CANALIZACIONES POR TUBERIA AISLANTE FLEXIBLE**

Tubos aislantes flexibles fabricados con materiales libres de halógenos y no propagadores de la llama para uso en instalaciones eléctricas. Estancos, resistentes a la compresión y al impacto. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

**NORMAS**

Cumplirán las exigencias de las UNE-EN 60423, UNE-EN 61386-23, UNE-EN 61386-24 y UNE 20.324.

**MODOS DE INSTALACIÓN**

Según las condiciones siguientes: Canalizaciones empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectores de obra. Canalizaciones empotradas embebidas en hormigón. Canalizaciones aéreas o con tubos al aire. Canalizaciones enterradas.

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los tubos y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE-HD 60364-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios a utilizar (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de tubería empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

**CONDICIONES DE SERVICIO**

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

**2.7.102. CANALIZACIONES POR BANDEJA METÁLICA**

Bandejas y canales protectoras destinadas a alojar conductores y otros componentes eléctricos, según define la ITC-BT-01, fabricadas en chapa de acero galvanizado en caliente según UNE-EN-ISO 1461 / galvanizado Sendzimir. Características mecánicas adecuadas a las condiciones de emplazamiento, no propagadoras de la llama y canalizadas en instalación superficial. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

**NORMAS**

Los canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN-50085 y se clasificarán según lo establecido en la misma.

**MODOS DE INSTALACIÓN**

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los canales y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y colocación de los canales deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE 20460-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios a utilizar (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de canal empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante en lo referente a los métodos de instalación, en especial a los sistemas y distancias de apoyo de los canales en función de las cargas previstas.

**CONDICIONES DE SERVICIO**

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **2.7.103. CANALIZACIONES POR BANDEJA METÁLICA DE VARILLAS**

Bandejas y canales protectoras destinadas a alojar conductores y otros componentes eléctricos, según define la ITC-BT-01, fabricadas con varillas de acero electrosoldadas galvanizadas en caliente según UNE-EN-ISO 1461. Características mecánicas adecuadas a las condiciones de emplazamiento, no propagadoras de la llama y canalizadas en instalación superficial. Cumplirán las condiciones que especifican el REBT (ITC-BT-20 e ITC-BT-21).

#### **NORMAS**

Las bandejas serán conformes a lo dispuesto en la norma UNE-EN 61537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables”.

#### **MODOS DE INSTALACIÓN**

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los canales y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y colocación de los canales deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE 20460-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios a utilizar (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de canal empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante en lo referente a los métodos de instalación, en especial a los sistemas y distancias de apoyo de los canales en función de las cargas previstas.

#### **CONDICIONES DE SERVICIO**

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **2.7.104. CUADROS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN**

Para la centralización de aparamenta de seccionamiento y protección, medida, mando y control en distribuciones eléctricas de baja tensión. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

#### **NORMAS**

Cumplirán la normativa siguiente: UNE-EN 61439-1 y UNE-EN 61439-2 (clasificación, condiciones de empleo, características eléctricas, construcción, disposiciones y ensayos); UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102 (protección de la envolvente); UNE-EN 60447 (maniobra de los aparatos eléctricos); UNE-EN 60073 (señalización) y IEC 60152, IEC 60391 y IEC 60445 (identificación de los conductores).

Los conjuntos de aparamenta en cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado seguirán la norma UNE-EN 61439-3.

Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad conforme a la norma UNE-EN 60695-2.

#### **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

|  |                 |                 |
|--|-----------------|-----------------|
| Tensión asignada de empleo (Ue)                      | Hasta 1000 V    | Hasta 690 V     |
| Tensión asignada de aislamiento (Ui)                 | Hasta 1000 V    | Hasta 1000 V    |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp)         | 8 kV            | 8 kV            |
| Frecuencia asignada                                  | 50-60 Hz        | 50-60 Hz        |
| Corriente asignada                                   | Hasta 4000 A    | Hasta 6300 A    |
| Corriente asignada de corta duración admisible (Icw) | Hasta 85 kA     | Hasta 150 kA    |
| Corriente asignada de cresta admisible (Ipk)         | Hasta 187 kA    | Hasta 330 kA    |
| Compartimentación                                    | 2b/3b/4a/4b     | 2b/3b/4a/4b     |
| Grado de protección                                  | IP.31/43/55 (*) | IP.31/42/54 (*) |

(\*) Sin puerta/ Con puerta y panel lateral ventilado/ Con puerta y panel lateral ciego.

### CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Básicamente constituidos por:

- Sistema funcional.
- Envolvente metálica.
- Sistemas de barras.
- Disposición de la aparamenta.
- Conexión de potencia.
- Circuitos auxiliares y de baja potencia.
- Etiquetado e identificación.

Cumplirán las condiciones constructivas y de servicio que se establecen en los documentos del proyecto (memoria descriptiva, cálculos, planos, partidas económicas, mediciones y pliego de condiciones técnicas generales).

**Sistema funcional.** Deberá permitir realizar cualquier tipo de cuadro de distribución de baja tensión, principal o secundario, hasta 4000 A / 6300 A, en entornos terciarios o industriales. La totalidad de los accesorios de adaptación de la aparamenta principal y auxiliar serán estandarizados y de la misma fabricación que los componentes principales. Todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles.

**Envolvente metálica.** La estructura del cuadro será metálica de concepción modular ampliable, formada por kits componibles de amplia configuración. El conjunto de estructura, paneles, bastidores, puertas y resto de componentes deberán responder a todas las exigencias referidas al tipo de instalación, grado de protección, características eléctricas y mecánicas y referencias a normativa (UNE-EN 61439-1 y -2). La totalidad de los componentes deberán estar oportunamente tratados y barnizados para garantizar una eficaz resistencia a la corrosión.

**Sistemas de barras.** La naturaleza y sección de los juegos de barras se calcularán en función de la intensidad permanente y de cortocircuito previstas, la temperatura ambiente (35 °C según UNE-EN 61439-1 y -2) y el grado de protección de la envolvente. Las barras serán de cobre con un tratamiento de la superficie (anodización) y una preparación de la superficie de contacto. Su disposición deberá favorecer la disipación térmica. Se respetarán las distancias mínimas de aislamiento calculadas en función de la tensión asignada de aislamiento o de empleo y del lugar de utilización (UNE- EN 61439-1 y -2).

Conductor de protección (PE): Dimensionado y fijado en el cuadro para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos de la corriente de defecto. Conductor de neutro y protección (PEN): Se dispondrá únicamente si así se establece en las condiciones de proyecto. Estos conductores cumplirán la norma UNE-EN 61439.



El número y separación de los soportes se definirá en función de la corriente de cortocircuito prevista y del peso y posición de las barras. Estarán contruidos con materiales amagnéticos para evitar el calentamiento debido a los efectos de bucle alrededor de los conductores y garantizarán la sujeción de los juegos de barras.

**Disposición de la aparamenta.** Comprobación de las limitaciones de calentamiento (UNE-EN 61439-1 y -2). La disposición de los aparatos se realizará de forma que se limiten las condiciones de calentamiento del conjunto de la aparamenta instalada, facilitando las prestaciones de los aparatos respetando la temperatura de referencia. La disipación de calor se realizará por convección natural o por ventilación forzada.

Conexiones de los cables y canalizaciones eléctricas prefabricadas. Las unidades funcionales deberán tener en cuenta los volúmenes de conexión con independencia de la posición del interruptor. La conexión de canalizaciones eléctricas prefabricadas al cuadro se hará mediante soluciones ensayadas.

Perímetros de seguridad. Se respetarán las zonas de seguridad entre aparatos y las distancias respecto a elementos circundantes definidas por el fabricante para garantizar el correcto funcionamiento. Se recomienda la utilización sistemática de cubrebornas para reducir las distancias.

Aparamenta sobre puerta. Su instalación no debe reducir el IP de origen. En el caso de que las piezas móviles metálicas (puertas, paneles, tapas pivotantes) que soporten componentes eléctricos no sean de clase 2, es obligatoria la conexión a masa.

**Conexión de potencia.** Según la configuración del cuadro, la conexión de los aparatos de potencia podrá realizarse mediante barras o cables. Estas conexiones estarán lo suficientemente dimensionadas para soportar los esfuerzos eléctricos y térmicos. Se situarán dispositivos de embreado para evitar esfuerzos mecánicos excesivos en los polos de los aparatos.

Embarrados de transferencia horizontal. Normalmente tendrán una sección superior a la del juego de barras principal para evitar calentamientos en los puntos de conexión y el decalaje debido a la orientación de las barras (de canto o planas).

Conexión directa por barras. Cumplirán las condiciones de calidad del fabricante: Embrados mediante soportes aislantes. Conexión entre si de las barras de una misma fase. Decalajes. Espacios necesarios. Taladrado y punzonado. Plegado. Preparación de las superficies de contacto. Tornillería de conexión. Presión de contacto. Par de apriete. Conexión mediante barras flexibles.

Conexión mediante cables. La sección de los cables deberá ser compatible con la intensidad que va a circular y la temperatura ambiente alrededor de los conductores. Los cables a utilizar serán del tipo flexible o semirrígido U 1000 (aislamiento de 1000 V). Los terminales serán de tronco abierto para poder controlar el engrane del cable. La conexión, borneros de distribución, recorrido y embreado de los cables cumplirán las condiciones de calidad del fabricante.

La conexión eléctrica de las unidades funcionales cumplirá las normas UNE-EN 61439.

**Circuitos auxiliares y de baja potencia.** Dentro de las envolventes, los cables de los circuitos auxiliares y de baja potencia deberán circular libremente en los brazaletes o canaletas que garantizarán su protección mecánica y ventilación. Las bornas de conexión intermedia quedarán instaladas fuera de los conductos del cableado. La configuración del armario deberá posibilitar la colocación horizontal y vertical de las canaletas optimizando el recorrido del cableado. El paso de los cables hacia la puerta se llevará a cabo mediante una manguera que evite que se puedan provocar daños mecánicos en los conductores con el movimiento de paneles o puertas.

**Etiquetado e identificación.** La identificación de los cuadros y aparatos cumplirán las normas UNE-EN 61439-1 y -2. La placa de características de los cuadros deberá indicar los datos del cuadrista y la identidad del cuadro, edificio y proyecto.

Las características eléctricas del cuadro como la tensión, la intensidad, la frecuencia, la resistencia a las lcc, el régimen de neutro, etc. o las características mecánicas como la masa del cuadro, el grado de protección, etc. deberán aparecer en los documentos constructivos suministrados al cliente.

La identificación de los conductores cumplirá la norma UNE-EN 60445.

## UNIDADES FUNCIONALES

Cumplirán las condiciones que se establecen en las especificaciones técnicas correspondientes: Interruptores automáticos compactos (SBA02). Interruptores automáticos de bastidor (SBA03). Aparamenta modular (SBA10). Aparamenta de control industrial (SBA20).

### **ENSAYOS ELECTRICOS**

Se efectuarán en taller de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de ejecución con respecto a planos, nomenclatura y esquemas. Número, naturaleza y calibres de los aparatos. Conformidad del cableado. Identificación de los conductores. Comprobación de las distancias de aislamiento y grado de protección. Funcionamiento eléctrico (relés, medida y control, enclavamientos mecánicos y eléctricos, etc.). Ensayo dieléctrico. Pantallas de protección contra los contactos directos e indirectos en las partes en tensión. Acabado.

La declaración de conformidad del equipo es responsabilidad del cuadrista que deberá establecer el informe técnico que demuestra dicha conformidad, aportando todas las pruebas realizadas según un sistema de cuadros ensayados de acuerdo con la norma UNE-EN 61439-1 y -2.

### **EMBALAJE. MANIPULACION Y TRANSPORTE**

**Embalaje.** Estará condicionado por los aspectos siguientes: Peso del cuadro. Entorno en el que se va a almacenar (temperatura, humedad, intemperie, polvo, choques, etc.). Duración del almacenamiento. Procesos de manipulación (carretilla elevadora, grúa, etc.). Tipo y condiciones del transporte utilizado (camión, contenedor, etc.). Fragilidad (vidrio). Sensibilidad a la humedad. Posicionamiento.

El embalaje deberá ser compatible con el sistema de manipulación utilizado (puntos de eslingado, travesaños de manipulación, etc.).

**Manipulación y transporte.** Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los distintos elementos se realizará de forma que evite exponer los equipos a abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los armarios.

Normalmente la manipulación se realizará armario a armario. En caso de armarios yuxtapuestos que no puedan disociarse se comprobará la calidad de las conexiones mecánicas entre ellos y se utilizará una viga de suspensión. En el caso de utilizarse grúas o puentes rodantes que necesiten una sujeción por la parte superior se utilizarán eslingas resistentes. El enganche se deberá realizar sobre los cáncamos de elevación propios del armario colocados según recomendación del fabricante.

Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a la unión eléctrica de los conductores activos y de protección, el enlace mecánico entre elementos, los sistemas de soportación y las conexiones extremas.

En condiciones de servicio, los cuadros eléctricos constituirán una instalación eléctrica segura basada en un buen ensamble entre las unidades funcionales y el sistema de distribución de la corriente. Las operaciones de mantenimiento, realizadas con el cuadro sin tensión, deberán ser rápidas y cómodas, facilitadas por un acceso total a la aparamenta. La seguridad para el usuario quedará garantizada por las tapas de protección de la aparamenta y las protecciones internas adicionales (compartimentación, pantallas) que permitirán realizar las formas 2 o 3 y dar protección contra los contactos directos de las partes activas.

## **2.7.105. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS COMPACTOS**

Interruptores de caja moldeada para seccionamiento y protección de redes de distribución, cables, motores y máquinas herramientas. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

### **NORMAS**

Cumplirán la siguiente normativa: UNE-EN 60947-1 (reglas generales); UNE-EN 60947-2 (interruptores automáticos); UNE-EN 60947.3 (interruptores en carga y seccionadores); UNE-EN

60947-4 (contactores y arrancadores de motor) y UNE-EN 60947-5-1 y siguientes (aparatos y elementos de conmutación).

### **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

|  |                 |                |
|--|-----------------|----------------|
| Número de polos                              | 3 y 4           | 3 y 4          |
| Tensión asignada de empleo (Ue)              | 690 V           | 690 V          |
| Tensión asignada de aislamiento (Ui)         | Hasta 750 V     | Hasta 750 V    |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp) | 8 kV            | 8 kV           |
| Frecuencia asignada                          | 50-60 Hz        | 50-60 Hz       |
| Corriente asignada                           | 100 a 630 A     | 630 a 3200 A   |
| Poder de corte en servicio (Ics) (380/415 V) | 36 a 50 kA      | 70 a 150 kA    |
| Resistencia (ciclos F/0).                    | 50.000 a 15.000 | 10.000 a 5.000 |
| - Mecánica                                   | 30.000 a 4.000  | 5.000 a 2.000  |
| - Eléctrica (In/440 V)                       |                 |                |

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Incorporarán básicamente las funciones y características siguientes:

- Conformidad con las normas.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Instalación en cuadro clase II.
- Grado de protección.
- Bloques de relés asociados.
- Unidades de control asociadas.
- Protección diferencial.
- Mando y accionamiento.
- Medida y señalización.
- Enclavamientos.
- Sistemas de instalación.
- Etiquetado e identificación.

**Conformidad con las normas.** Estarán adaptados para funcionar dentro de las condiciones de polución correspondientes (UNE-EN 60947), en entornos industriales: grado de polución 3. Cumplirán los test de tropicalización en condiciones extremas (CEI 68.2.1, CEI 68.2, CEI 68.2.30 y CEI 68.2.52). Cumplirán las condiciones de protección del medio ambiente (componentes reciclables).

**Seccionamiento con corte plenamente aparente.** Los interruptores automáticos estarán adaptados al seccionamiento según define la norma UNE-EN 60947-2. La función de seccionamiento estará certificada por ensayos que garantizarán la fiabilidad mecánica del indicador de posición, la ausencia de corrientes de fuga y la resistencia a las sobretensiones entre aguas arriba y abajo.

**Instalación en cuadro clase II.** Los interruptores automáticos serán de clase II en la cara delantera. Podrán instalarse a través de puerta en los cuadros eléctricos de clase II (según la norma UNE-EN 60664), sin degradar el aislamiento, sin operaciones particulares y también cuando estén equipados con un mando rotativo o motorizado.

**Grado de protección.** Según las normas UNE 20324 (índice de protección IP) y EN 50102 (protección contra los impactos mecánicos externos (IK). Aparato en cuadro eléctrico:

- Mando rotativo directo estándar: IP40 IK07
- Mando rotativo prolongado: IP55 IK08
- Telemando: IP40 IK07

**Bloques de relés asociados.** Magnetotérmicos. Protecciones regulables mediante selectores. Protección contra las sobrecargas por dispositivo térmico con umbral regulable. Protección contra cortocircuitos mediante dispositivo magnético con umbral fijo o regulable según los calibres. Protección del cuarto polo mediante bloques tetrapolares.

En la protección de salidas de motor deberán proteger eficazmente a los dispositivos de arranque (coordinación tipo 2 según UNE-EN 60947-4 con los contactores).

**Unidades de control asociadas.** Bloques de relés electrónicos con las funciones de protección básicas siguientes:

- En la distribución. Protección contra: sobrecarga, cortocircuito selectivo, cortocircuito instantáneo y defecto a tierra.
- En las salidas de motor. Protección contra: sobrecarga, rotor bloqueado, cortocircuito instantáneo y contra la falta o desequilibrio de fases.

Incorporarán un LED de señalización de sobrecarga y una toma de test posibilitando la conexión de una maleta de ensayo para la verificación del buen funcionamiento del aparato. Opcional: módulo de disparo del contactor.

#### **Protección diferencial**

Según requerimientos de proyecto. Los interruptores automáticos llevarán asociada una protección diferencial externa consistente en un dispositivo diferencial residual, un bloque diferencial o un relé diferencial con transformador toroidal separado. El interruptor automático incorporará una bobina de disparo. Características de los relés:

- Sensibilidad regulable de 30 mA a 30 A. Temporización con 9 escalones (0 a 4,5 s).
- Toros cerrados (diámetro 30 a 300 mm) o toroidales abiertos hasta 250 A (diámetro 46 a 110 mm) o transformador diferencial rectangular hasta 3200 A.
- Opcional: señalización de disparo mediante contacto de seguridad, señalización luminosa, contacto de prealarma.

Conformidad a las normas une-en 60947-2 (anexo M), CEI 60755, CEI 61000.4.2 a 4.6

**Mando y seccionamiento.** Según requerimientos de proyecto: manual con empuñadura. Rotativo directo o prolongado y eléctrico.

Mando eléctrico. Funcionamiento automático:

- Apertura y cierre motorizada mediante 2 ordenes eléctricas por impulso o mantenidas.
- Rearme automático después de un disparo voluntario.
- Rearme manual obligatorio después de un disparo por defecto eléctrico.

Mando eléctrico. Funcionamiento manual:

- Paso a manual mediante un conmutador de posición (posición señalizada a distancia).
- Apertura y cierre mediante 2 botones pulsadores.
- Rearme por mando de acumulación de energía.
- Enclavamiento en posición 0 por candados.
- Accesorios. Cerradura para enclavamiento en posición A. Contador de maniobras..

**Medida y señalización.** Según requerimientos de proyecto. Funciones:

- Indicador de presencia de tensión.
- Bloque transformador de intensidad (aparatos de medida).
- Bloque transformador de corriente y tomas de tensión (conexión directa a un aparato de medida).
- Bloques amperímetro.
- Bloque de control del aislamiento.
- Comunicación. Integración a un sistema de comunicación. Transmisión de datos: Posición de los reguladores; intensidades de fase y neutro en valores eficaces: intensidad de la fase más cargada; alarma de sobrecarga en curso: causa del disparo (sobrecarga, cortocircuito...).

**Enclavamientos.** El enclavamiento en posición “abierto” deberá garantizar el seccionamiento según EN 60447. Con independencia del tipo de mando del interruptor (variantes de mando manual o eléctrico), el enclavamiento del aparato se realizará normalmente en la posición A y a través de candado o cerradura.

**Sistemas de instalación.** Según requerimientos de proyecto. Interruptores automáticos fijos o seccionables.

Interruptores seccionables. Posiciones:

- Enchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares conectados.
- Test. Circuitos de potencia desconectados. Circuitos auxiliares conectados. El aparato puede ser maniobrado eléctricamente.
- Desenchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares desconectados. Aparato ubicado en su chasis. El aparato puede ser maniobrado manualmente.
- Extraído. Todos los circuitos desconectados. Aparato sobre los raíles de enchufado del chasis. El aparato puede ser retirado.

**Etiquetado e identificación.** Los interruptores incorporaran en el frontal una placa de características normativa: Tensión asignada de aislamiento; poder de corte: categoría de empleo; intensidad de corta duración; poder de corte de servicio en cortocircuito; aptitud para el seccionamiento.

### CONMUTADORES AUTOMÁTICOS DE REDES

Deberán garantizar un suministro de alimentación continuo con dos fuentes de alimentación: “Normal” (N) y “Reserva” (R). Según especificación de proyecto el sistema puede ser:

- Manual con enclavamiento de aparatos mecánico.
- Motorizado con enclavamiento de aparatos mecánico y/o motorizado.
- Automático asociando un automatismo para gestionar el cambio de una fuente a otra en función de parámetros externos.

El sistema deberá permitir la apertura de los interruptores automáticos para utilización en funcionamiento manual una vez colocados los selectores de los mandos eléctricos en posición manual.

**Regulación de las temporizaciones.** Aplicado a una conmutación de la red de suministro (N) y de grupo electrógeno (R). Márgenes de regulación:

- T1. Temporización entre la detección de la falta de tensión en la fuente (N) y la orden de apertura de la fuente (N): Regulable de 0,1 a 30 s.
- T2. Temporización entre la detección de presencia de tensión de la fuente (N) y apertura de la fuente (R): Regulable de 0,1 a 240 s.
- T3. Temporización después de la apertura del interruptor (N) y desconexión de los circuitos no prioritarios y antes del cierre del interruptor (R): Regulable de 0,5 a 30 s.

- T4. Temporización después de la apertura del interruptor (R) y reconexión de los circuitos no prioritarios y antes del cierre del interruptor (N): Regulable de 0,5 a 30 s.
- T5. Temporización de confirmación de presencia de la tensión (N) antes del paro del grupo electrógeno (R): Regulable de 60 a 600 s.
- T6. Temporización del arranque del grupo electrógeno (R): Regulable de 120 a 180 s.

**Órdenes y señalizaciones.** Señalización del estado del aparato:

- Abierto, cerrado, disparado por defecto eléctrico.
- Entradas: Orden de permutación voluntaria (manual) a la fuente (R). Contacto de control suplementario, no efectuado por el automatismo (la transferencia de la fuente (R) se realiza únicamente con el contacto cerrado).
- Salidas: Ordenes al grupo electrógeno (arranque/paro). Orden de desconexión de los circuitos no prioritarios. Señalización de funcionamiento en modo automático mediante contacto.

**Test.** Un botón pulsador de test en la cara delantera del automatismo permitirá testear el paso de la fuente "Normal" al suministro de emergencia y posteriormente el retorno a la fuente "Normal".

### ENSAYOS ELÉCTRICOS

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento eléctrico (relés, medida y control, enclavamientos mecánicos y eléctricos, etc.). Ensayo dieléctrico. Acabado.

La declaración de conformidad del equipo es responsabilidad del cuadrista que deberá establecer el informe técnico que demuestra dicha conformidad, aportando todas las pruebas realizadas según un sistema de cuadros ensayados de acuerdo con la norma UNE-EN 60439-1.

### MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre las unidades funcionales y el sistema de distribución de la corriente, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección, los sistemas de soportación y las conexiones extremas.

## 2.7.106. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE BASTIDOR

Interruptores automáticos de potencia e interruptores seccionadores sobre bastidor para distribución en instalaciones de muy elevadas prestaciones, que requieran de niveles de cortocircuito elevados o en aplicaciones críticas. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

### NORMAS

Cumplirán la normativa: UNE-EN 60947.1 (reglas generales); UNE-EN 60947-2 (interruptores automáticos); UNE-EN 60947-3 (interruptores en carga y seccionadores); UNE-EN 60947 (endurancia mecánica y eléctrica) y UNE-EN 60947-5-1 y siguientes (aparatos y elementos de conmutación).

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

|  |              |              |
|--|--------------|--------------|
| Número de polos                              | 3 y 4        | 3 y 4        |
| Tensión asignada de empleo (Ue)              | 690/1000 V   | 690/1000 V   |
| Tensión asignada de aislamiento (Ui)         | 1000 V       | 1000 V       |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp) | 12 kV        | 12 kV        |
| Frecuencia asignada                          | 50-60 Hz     | 50-60 Hz     |
| Corriente asignada                           | 250 a 1600 A | 250 a 6300 A |
| Poder de corte en servicio (Ics) (415 V)     | 42 a 130 kA  | 42 a 150 kA  |



|                           |               |                |
|---------------------------|---------------|----------------|
| Resistencia (ciclos F/0). | 25.000/12.500 | 25.000 a 5.000 |
| - Mecánica                | 6.000         | 10.000 a 1.500 |
| - Eléctrica (In/440 V)    |               |                |

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Incorporarán básicamente las funciones y características siguientes:

- Conformidad con las normas.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Instalación en cuadro clase II.
- Grado de protección.
- Unidades de control asociadas.
- Mando y accionamiento.
- Medida y señalización.
- Enclavamientos.
- Sistemas de instalación.
- Etiquetado e identificación.

**Conformidad con las normas.** Estarán adaptados para funcionar dentro de las condiciones de polución correspondientes (UNE-EN 60947), en entornos industriales: grado de polución menor o igual a 4. Cumplirán los test de tropicalización en condiciones extremas (CEI 68.2.1, CEI 68.2, CEI 68.2.30 y CEI 68.2.52). Cumplirán las condiciones de protección del medio ambiente (componentes reciclables).

**Seccionamiento con corte plenamente aparente.** Los interruptores automáticos estarán adaptados al seccionamiento según define la norma UNE-EN 60947-2. La función de seccionamiento estará certificada por ensayos que garantizarán la fiabilidad mecánica del indicador de posición, la ausencia de corrientes de fuga y la resistencia a las sobretensiones entre aguas arriba y abajo.

**Instalación en cuadro clase II.** Los interruptores automáticos serán de clase II en la cara delantera. Podrán instalarse a través de puerta en los cuadros eléctricos de clase II (según la norma UNE-EN 60664), sin degradar el aislamiento, sin operaciones particulares y también cuando estén equipados con un mando mecánico o motorizado.

**Grado de protección.** Según las normas UNE 20324 (índice de protección IP) y EN 50102 (protección contra los impactos mecánicos externos (IK). Aparato en cuadro eléctrico:

- Mando mecánico estándar: IP40 IK07
- Mando eléctrico: IP40 IK07

**Unidades de control asociadas.** Bloques de relés electrónicos intercambiables con las funciones definidas en proyecto. Medidas y protecciones:

- Intensidades de fase, neutro, tierra, diferencial y máxímetros de estas medidas. Señalización de defectos. Valores de las regulaciones en intensidad y tiempo.
- Medidas de intensidad, potencias activas y reactivas, tensión, frecuencia, cos  $\phi$ , máxímetros y mínímetros. Protecciones largo retardo, mínimos y máximos en tensión y frecuencia, desequilibrios en tensión e intensidad, sentido de rotación de fases y retorno de potencia. Desconexión/reconexión en función de la potencia o de la intensidad. Señalización diferencial

de defecto, indicadores de mantenimiento, fechado e histórico de eventos. Protección de neutro sobredimensionado.

- Medidas de potencia y armónicos. Calidad de la energía, tasa de distorsión y fase de los armónicos. Ondas sobre defecto, alarma o demandada. Alarmas programables: umbrales y acciones programables de medida.

Incorporarán los accesorios para la unidad de control seleccionada: Captadores exteriores; reguladores de largo retardo; equipos de test; módulo de alimentación externa; módulo batería. Opción de comunicación.

**Mando y seccionamiento.** Según requerimientos de proyecto. El interruptor tendrá cierre y apertura rápidos por acumulación de energía en muelles. El rearme se realizará mediante maniobras de la empuñadura o eléctricamente y la apertura mediante accionamiento de pulsadores.

Mando eléctrico. Funcionamiento automático:

- Apertura y cierre motorizada mediante 2 ordenes eléctricas por impulso o mantenidas.
- Rearme automático después de un disparo voluntario.
- Rearme manual obligatorio después de un disparo por defecto eléctrico.

Mando eléctrico. Funcionamiento manual:

- Paso a manual mediante un conmutador de posición (posición señalizada a distancia).
- Apertura y cierre mediante 2 botones pulsadores.
- Rearme por mando de acumulación de energía.
- Enclavamiento en posición 0 por candados.
- Accesorios. Cerradura para enclavamiento en posición A. Contador de maniobras..

**Medida y señalización.** Según requerimientos de proyecto. Funciones:

- Indicador de presencia de tensión.
- Bloque transformador de intensidad (aparatos de medida).
- Bloque transformador de corriente y tomas de tensión (conexión directa a un aparato de medida).
- Bloques amperímetro.
- Bloque de control del aislamiento.
- Comunicación. Integración a un sistema de comunicación. Transmisión de datos: Posición de los reguladores; intensidades de fase y neutro en valores eficaces: intensidad de la fase más cargada; alarma de sobrecarga en curso: causa del disparo (sobrecarga, cortocircuito...).

**Enclavamientos.** El enclavamiento en posición "abierto" deberá garantizar el seccionamiento según EN 60447. Con independencia del tipo de mando del interruptor (variantes de mando manual o eléctrico), el enclavamiento del aparato se realizará normalmente en la posición A y a través de candado o cerradura.

Según requerimientos de proyecto, el interruptor podrá estar equipado con sistemas de enclavamientos de las posiciones "enchufado", "desenchufado" y "test". Los sistemas quedarán montados sobre el chasis y serán accesibles con la puerta cerrada.

Enclavamientos de puerta. Montado en opción sobre el chasis, este enclavamiento impedirá toda apertura de la puerta de la célula mientras el interruptor automático está enchufado. Caso de que el enchufado del aparato se hubiera efectuado con la puerta abierta, podrá cerrarse sin desenchufar el aparato.

**Sistemas de instalación.** Según requerimientos de proyecto. Interruptores automáticos fijos o seccionables.

Interruptores seccionables. Posiciones:

- Enchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares conectados.
- Test. Circuitos de potencia desconectados. Circuitos auxiliares conectados. El aparato puede ser maniobrado eléctricamente.
- Desenchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares desconectados. Aparato ubicado en su chasis. El aparato puede ser maniobrado manualmente.
- Extraído. Todos los circuitos desconectados. Aparato sobre los raíles de enchufado del chasis. El aparato puede ser retirado.

**Etiquetado e identificación.** Los interruptores incorporaran en el frontal una placa de características normativa: Tensión asignada de aislamiento; poder de corte: categoría de empleo; intensidad de corta duración; poder de corte de servicio en cortocircuito; aptitud para el seccionamiento.

### CONMUTADORES AUTOMÁTICOS DE REDES

Deberán garantizar un suministro de alimentación continuo con dos fuentes de alimentación: "Normal" (N) y "Reserva" (R). Según especificación de proyecto el sistema puede ser:

- Manual con enclavamiento de aparatos mecánico.
- Motorizado con enclavamiento de aparatos mecánico y/o motorizado.
- Automático asociando un automatismo para gestionar el cambio de una fuente a otra en función de parámetros externos.

El sistema deberá permitir la apertura de los interruptores automáticos para utilización en funcionamiento manual una vez colocados los selectores de los mandos eléctricos en posición manual.

**Regulación de las temporizaciones.** Aplicado a una conmutación de la red de suministro (N) y de grupo electrógeno (R). Márgenes de regulación:

- T1. Temporización entre la detección de la falta de tensión en la fuente (N) y la orden de apertura de la fuente (N): Regulable de 0,1 a 30 s.
- T2. Temporización entre la detección de presencia de tensión de la fuente (N) y apertura de la fuente (R): Regulable de 0,1 a 240 s.
- T3. Temporización después de la apertura del interruptor (N) y desconexión de los circuitos no prioritarios y antes del cierre del interruptor (R): Regulable de 0,5 a 30 s.
- T4. Temporización después de la apertura del interruptor (R) y reconexión de los circuitos no prioritarios y antes del cierre del interruptor (N): Regulable de 0,5 a 30 s.
- T5. Temporización de confirmación de presencia de la tensión (N) antes del paro del grupo electrógeno (R): Regulable de 60 a 600 s.
- T6. Temporización del arranque del grupo electrógeno (R): Regulable de 120 a 180 s.

**Órdenes y señalizaciones.** Señalización del estado del aparato:

- Abierto, cerrado, disparado por defecto eléctrico.
- Entradas: Orden de permutación voluntaria (manual) a la fuente (R). Contacto de control suplementario, no efectuado por el automatismo (la transferencia de la fuente (R) se realiza únicamente con el contacto cerrado).
- Salidas: Ordenes al grupo electrógeno (arranque/paro). Orden de desconexión de los circuitos no prioritarios. Señalización de funcionamiento en modo automático mediante contacto.

**Test.** Un botón pulsador de test en la cara delantera del automatismo permitirá testear el paso de la fuente "Normal" al suministro de emergencia y posteriormente el retorno a la fuente "Normal".

### ENSAYOS ELÉCTRICOS

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento eléctrico (relés, medida y control, enclavamientos mecánicos y eléctricos, etc.). Ensayo dieléctrico. Acabado.

La declaración de conformidad del equipo es responsabilidad del cuadrista que deberá establecer el informe técnico que demuestra dicha conformidad, aportando todas las pruebas realizadas según un sistema de cuadros ensayados de acuerdo con la norma UNE-EN 60439-1.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre las unidades funcionales y el sistema de distribución de la corriente, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección, los sistemas de soportación y las conexiones extremas.

## **2.7.107. APARAMENTA MODULAR**

Aparamenta carril DIN para el seccionamiento, protección y control de circuitos y receptores en instalaciones domésticas y de distribución terminal terciaria e industrial. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

### **NORMAS**

Cumplirán la normativa siguiente: UNE-EN 60898 y UNE-EN 60947-2 (automáticos magnetotérmicos); UNE-EN 61009 (automáticos diferenciales/bloques diferenciales); UNE-EN 61008 (diferenciales); UNE-EN 60947-4-1 (contactores y arrancadores de motor) y UNE-EN 60947-5-1 (aparatos y elementos de conmutación).

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Según requerimientos de proyecto. Incorporarán básicamente las funciones y características siguientes:

- Conformidad con las normas.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Protección magnetotérmica.
- Protección diferencial.
- Mando. Telemando y señalización.
- Protección de instalaciones.
- Programación y regulación.
- Medida.
- Enclavamientos.
- Sistemas de instalación.
- Etiquetado e identificación.

**Conformidad con las normas.** Estarán adaptados para funcionar dentro de las condiciones de polución correspondientes (UNE-EN 60947), en entornos industriales: grado de polución menor o igual a 3. Cumplirán los tests de tropicalización en ejecución 2 (UNE-EN 60068-1) y las condiciones de protección del medio ambiente (componentes reciclables).

**Seccionamiento con corte plenamente aparente.** Los mecanismos estarán adaptados al seccionamiento según define la norma UNE-EN 60947-2. La función de seccionamiento estará certificada por ensayos que garantizarán la fiabilidad mecánica del indicador de posición, la ausencia de corrientes de fuga y la resistencia a las sobretensiones entre aguas arriba y abajo.

**Protección magnetotérmica.** Interruptores automáticos de mando y protección contra sobrecargas y cortocircuito. Corte omnipolar. Características generales:

| Aplicación  | Doméstico   | Terciario/indstrl. |
|---|-------------|--------------------|
| Número de polos                                   | 2, 3 y 4    | 2, 3 y 4           |
| Categoría de empleo                               | A           | A                  |
| Tensión de empleo máxima (Ue)                     | 230 y 440 V | 230 y 500 V        |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp)      | 6 kV        | 6 a 8 kV           |
| Frecuencia asignada                               | 50-60 Hz    | 50-60 Hz           |
| Corriente asignada                                | 1,5 a 63 A  | 1,5 a 125 A        |
| Poder de corte en servicio (Ics) (230/400 V)      | 6 kA        | 6 a 50 kA          |
| Endurancia eléctrica (ciclos cierre-apertura) (*) | 10.000      | 5.000.             |

(\*) Mínimo.

Los interruptores con corriente de cortocircuito elevada podrán utilizarse como interruptor automático general de un cuadro de distribución, como cabecera de un grupo de salidas o protección de las cargas alimentadas directamente desde un armario de potencia.

**Protección diferencial.** Interruptores automáticos de mando y protección contra corrientes de defecto de aislamiento entre conductores activos y tierra. Corte omnipolar. Características generales:

| Aplicación  | Doméstico    | Terciario/indstrl. |
|---|--------------|--------------------|
| Número de polos                                   | 2, 3 y 4     | 2, 3 y 4           |
| Categoría de empleo                               | AC           | A, AC o A"si"      |
| Temporización                                     | Instantáneos | Instns./selects.   |
| Tensión de empleo máxima (Ue)                     | 230 y 415 V  | 230 y 500 V        |
| Frecuencia asignada                               | 50-60 Hz     | 50-60 Hz           |
| Corriente asignada                                | 25 a 80 A    | 1,5 a 125 A        |
| Sensibilidad                                      | 30 a 300 mA  | 30 a 500 mA        |
| Endurancia eléctrica (ciclos cierre-apertura) (*) | 20.000       | 10.000             |

(\*) Mínimo.

**Mando. Telemando y señalización.** Funciones:

- Interruptores en carga. Apertura y cierre de circuitos en carga, sin protección contra sobrecargas o cortocircuitos.
- Interruptores seccionadores. Mando (apertura y cierre de circuitos en carga) y seccionamiento. Destinados para la cabecera de cuadros o cofrets con posibilidad de disparo a distancia mediante una bobina.
- Contactores modulares para el control de circuitos. Mando manual de tres posiciones (automático-forzado-paro). Posibilidades de incorporar: señalización, filtro antiparásitos, mando por orden impulsional y temporización.

- Pulsadores. Mando por impulsos con posibilidad de incorporar señal luminosa (LEDs).
- Conmutadores de posiciones. Control manual de circuitos eléctricos o aparatos de medición (voltímetros, amperímetros, etc.).
- Tomas de corriente.
- Relés inversores. Transmisión de informaciones ON-OFF hacia circuitos auxiliares y mando de receptores de baja potencia.
- Relés de mando. Circuitos electrónicos de baja intensidad o de muy baja tensión dados por un autómata programable (central de incendios, regulación, etc.).
- Telerruptores. Mando de circuitos a distancia mediante una orden impulsional.
- Mandos motorizados. Mando a distancia de interruptores automáticos magnetotérmicos (con o sin bloque diferencial) a partir de una orden mantenida. Rearme de un interruptor automático después del disparo. Posibilidades de mantener un mando local por maneta.
- Relés de reconexión automática sobre mandos motorizados. Función de rearme tras un fallo temporal de la protección según parámetros elegidos (número de rearmes en un tiempo determinado y temporización antes del rearme.).
- Telemandos para luminarias de emergencia. Control de las instalaciones de seguridad (iluminación, alarmas sonoras, etc.).
- Transmisores telefónicos. Mando mediante la red telefónica analógica de aparatos eléctricos (calefacción, riego automático, alarmas, etc.).
- Transmisores de radio. Gestión de las órdenes de marcha-paro de los emisores de ambiente y mandos a distancia, emitidas por ondas de radio.
- Auxiliares. Pilotos. Timbres. Zumbadores. Transformadores de medida, etc.

**Protección de instalaciones. Funciones:**

- Guardamotores. Protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos con mando manual local. Protección contra la marcha en monofásico para los motores trifásicos. Características generales:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Disparo térmico (regulable)                   | 0,16 a 25 A           |
| Disparo magnético                             | 12 In                 |
| Tensión de empleo (Ue)                        | 690 V                 |
| Tensión de choque (Uimp)                      | 6 kV                  |
| Frecuencia asignada                           | 50-60 Hz              |
| Poder de corte                                | s/UNE-EN 60947-2 (kA) |
| Endurancia eléctrica (ciclos cierre-apertura) | 100.000               |

Auxiliares. Bloque limitador (poder de corte hasta 100 kA en 415 V). Señalización de posición y de defecto. Bobinas: apertura a falta de tensión o a emisión de corriente.

- Limitadores de sobretensiones. Protección de equipos eléctricos y electrónicos contra las sobretensiones transitorias de origen atmosférico o de maniobra (ITC-BT-23) y permanentes de la tensión de red. Características generales:



|                                  |               |               |
|----------------------------------|---------------|---------------|
| Nivel de utilización             | Principal     | Secundaria    |
| Nivel de protección(Up)          | $\leq 4$ kV   | $\leq 1,5$ kV |
| Corriente de choque (Iimp)       | 60 kA         | 20 kA         |
| Tensión de dimensionamiento (Uc) | 260 y 440 V   | 260 y 440 V   |
| Frecuencia de empleo             | 50-60 Hz      | 50-60 Hz      |
| Tiempo de respuesta              | $\leq 100$ ns | $\leq 25$ ns  |

- Portafusibles. Bases portafusibles modulares seccionables o interruptores portafusibles modulares para la protección de líneas en circuitos con elevada corriente de cortocircuito. Características: Tensión: 400 V. Intensidad: 25 a 125 A. Tamaño: 8x11, 10x38, 14x51 y 22x58.
- Relés de control. Funciones:
  - Relé de control de tensión. Control del nivel de tensión de un circuito y señalización de las variaciones anormales (sobretensiones o subtensiones).
  - Relé de control de intensidad. Control del nivel de intensidad de un circuito y señalización de las variaciones anormales (sobrintensidades o subintensidades).
  - Relé de control de fases. Control de la presencia, orden y simetría de tensión de las tres fases de un circuito trifásico y señalización de anomalías.
  - Relé de control de tensión simétrico. Control de la entrada de tensión de un receptor, actuando el relé de salida cuando la tensión queda fuera de una banda fijada, tanto por encima como por abajo.

**Programación y regulación.** Funciones:

- Interruptores horarios analógicos. Mando de la apertura o cierre de uno o varios circuitos independientes según la programación establecida.
- Interruptores horarios digitales. Mando de la apertura o cierre de uno o varios circuitos independientes según un programa memorizado y preestablecido.
- Interruptores de tiempo. Control de la apertura y cierre de canales independientes según la función que les ha sido asignada y los parámetros configurados.
- Relés temporizadores. Temporización al cierre (retarda el cierre). Temporizador activado por orden impulsional. Temporización a la apertura (retarda la apertura). Temporizador activado por orden mantenida. Relé de intermitencias (carga en tensión/sin tensión). Relé multifunción (tipos de temporización).
- Minuterios. Cierre y apertura de un contacto según un tiempo determinado.
- Televariadores. Variación de la intensidad luminosa desde uno o varios puntos de mando o por impulsos.
- Interruptores crepusculares. Mando automático de la iluminación en función de la luminosidad.
- Detectores de presencia y/o movimiento. Encendido y apagado de la iluminación por movimiento o por movimiento en función de la luminosidad ambiental.
- Termostatos de ambiente. Control de funcionamiento de aparatos y de temperaturas del ambiente. Programables.
- Contactores economizadores. Desconexión programada de circuitos no prioritarios.

**Medida.** Funciones:

- Amperímetros y voltímetros analógicos.

- Amperímetros, voltímetros y frecuencímetros digitales.
- Conmutadores aparatos de medida.
- Contador horario. Contaje de las horas de funcionamiento de un sistema para realizar un mantenimiento preventivo.
- Contadores de impulsos. Contaje de impulsos procedentes de contadores de energía, maniobras, contadores de personas, de velocidad, etc.
- Contadores de energía. Clase de precisión 2.
- Multímetros digitales. Visualización de los valores característicos de una red.
- Transformadores de intensidad para aparatos de medida (amperímetros, contadores de energía, centrales de medida, etc.).

**Enclavamientos.** El enclavamiento en posición “abierto” deberá garantizar el seccionamiento según EN 60447. Con independencia del tipo de mando del interruptor (variantes de mando manual o eléctrico), el enclavamiento del aparato se realizará normalmente en la posición A y a través de candado o cerradura.

**Sistemas de instalación.** Aparamenta de distribución eléctrica fija o aparamenta en sistema modular enchufable directamente al embarrado de distribución propio del sistema.

Aparamenta enchufable. Posiciones:

- Enchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares conectados al embarrado de distribución que lo alimenta.
- Desenchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares desconectados. Aparato separado del embarrado de distribución que lo alimenta.

**Etiquetado e identificación.** Los mecanismos incorporaran en el frontal una placa de características normativa: tensión asignada de aislamiento; poder de corte; categoría de empleo; intensidad de corta duración; poder de corte de servicio en cortocircuito; aptitud para el seccionamiento.

## COFRETS MODULARES

**Aplicaciones.** Diseñados para ser instalados en viviendas, establecimientos públicos, comercios, oficinas, etc. construidos según norma UNE-EN 60439-3.

**Características.** Construidos en material aislante auto extingible a 650 °C/30 seg. doble aislamiento, según CEI 60695-2-1. Ejecución superficie o empotrada, con puerta plena o transparente. Grado de protección IP40/IK07 (con puerta). Versión estanca IP65/IK09.

**Conexión.** Mediante cables. La sección de los cables deberá ser compatible con la intensidad que va a circular y la temperatura ambiente alrededor de los conductores. La conexión, borneros de distribución, recorrido y embridado de los cables cumplirán las condiciones de calidad del fabricante. La conexión eléctrica de las unidades funcionales cumplirán las normas UNE-EN 60439.

**Circuitos auxiliares y de baja potencia.** Dentro de las envolventes, los cables deberán circular libremente en los brazaletes o canaletas que garantizarán su protección mecánica y ventilación. Las bornas de conexión intermedia quedarán instaladas fuera de los conductos del cableado. La configuración del armario deberá posibilitar la colocación horizontal y vertical de las canaletas optimizando el recorrido del cableado.

**Etiquetado e identificación.** La identificación de los cuadros y aparatos cumplirán las normas UNE-EN 60439-1 y UNE-EN 60617. La placa de características de los cuadros deberán indicar los datos del cuadrista y la identidad del cuadro, edificio y proyecto.

Las características eléctricas y mecánicas del cuadro: tensión, intensidad, frecuencia, régimen de neutro, grado de protección, etc. deberán aparecer en los documentos constructivos suministrados al cliente. La identificación de los conductores cumplirán las normas UNE-EN 60446.

## ENSAYOS ELÉCTRICOS

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento eléctrico (relés, medida y control, enclavamientos mecánicos y eléctricos, etc.). Ensayo dieléctrico. Acabado.

La declaración de conformidad del equipo es responsabilidad del cuadrista que deberá establecer el informe técnico que demuestra dicha conformidad, aportando las pruebas realizadas según un sistema de cuadros ensayados de acuerdo con la UNE-EN 60439-1.

#### **MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE.**

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los distintos elementos se realizará de forma que evite exponer los equipos a abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los armarios.

Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

#### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre las unidades funcionales y el sistema de distribución de la corriente, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección, los sistemas de soportación y las conexiones extremas.

### **2.7.108. BATERIAS AUTOMATICAS DE CONDENSADORES**

La compensación de energía reactiva en instalaciones de baja tensión se realizará mediante baterías automáticas de condensadores de diseño modular ensamblados para conformar las potencias requeridas. Cumplirán los requisitos generales que especifica el REBT (ITC-BT-43).

#### **NORMAS**

Las características de los condensadores y su instalación deberán ser conformes a lo establecido en las normas UNE-EN 60831-1, UNE-EN 60831-2, CEI 70/70A, CEI BC33 y UNE-EN 61921.

#### **CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Tensión nominal:                                       | 400 V, trifásica, 50 Hz |
| Tolerancia sobre el valor de la capacidad:             | 0 - 10 %                |
| Clase de aislamiento:                                  | 0,66 kV                 |
| Resistencia a 50Hz, 1 minuto:                          | 2,5 kV                  |
| Intensidad máxima admisible (estándar):                | 1,3 In (400 V)          |
| Tensión máxima admisible (8 horas sobre 24, estándar): | 456 V                   |
| Categoría de temperatura (400 V).                      |                         |
| - Máxima:  | 40 °C                   |
| - Media sobre 24 horas:                                | 35 °C                   |
| - Media anual:   | 25 °C                   |
| - Mínima:  | 0 °C                    |
| Pérdida máxima:  | 1,2 W/kVAr              |
| Pérdida máxima equipos con filtros:                    | 6 W/kVAr                |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Índice de protección: | IP21 |
|-----------------------|------|

## REGULACIÓN

Los diferentes escalones estarán pilotados por un regulador de reactiva que gestionará de forma automática la potencia suministrada por los condensadores en función de los requerimientos de la red. El factor de potencia se mantendrá siempre en el valor deseado.

El regulador será electrónico, comunicable. Incorporará un microprocesador con posibilidad de conexión y desconexión manual, indicación digital del  $\cos \phi$  de la red y con amplias funciones de mediciones, alarmas y protecciones. La configuración de la batería será tal que permita la conexión de varios equipos controlados por un solo regulador.

## APARELLAJE DE MANDO Y PROTECCION

La maniobra de los condensadores se llevará a cabo mediante contactores previstos especialmente para tal efecto. Para preservar la duración de vida de los contactores y condensadores se limitarán las corrientes de conexión mediante inductancias de choque, que constarán de un cable formando una espira que una el contactor del escalón con el embarrado de la batería. La sección de este cable se elegirá de acuerdo con la potencia del escalón y la tensión de trabajo.

El aparellaje de protección estará formado por disyuntores o fusibles HPC. El poder de corte del aparellaje utilizado será como mínimo igual a la corriente de cortocircuito en el punto donde la batería de condensadores se conecta a la red. Las baterías incorporarán un interruptor automático en cabecera.

## FILTROS DE ARMONICOS

Los equipos de compensación para redes contaminadas por armónicos (THDU > 6%) incorporarán filtros sintonizados o de absorción para disminuir o eliminar parte de la componente armónica de la instalación. El empleo de filtros deberá permitir obtener un THDU global inferior a un 3%.

## ENVOLVENTE

Los equipos se montarán bajo armario metálico con un grado de protección mínimo de IP21. La envolvente cumplirá la Norma UNE-EN 60439.

## CONDICIONES DE SERVICIO

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los distintos elementos se realizará de forma que evite exponer los equipos a abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los armarios. Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

Montaje y puesta en servicio. Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a la unión eléctrica de los conductores activos y de protección, el enlace mecánico entre elementos, los sistemas de soportación y las conexiones extremas.

Los armarios incorporarán en lugar visible una placa de características que identifique su construcción y las condiciones técnicas de diseño.

### 2.7.109. SISTEMAS DE ALIMENTACION ININTERRUMPIDA.

### 2.7.110. POTENCIA NOMINAL A PARTIR DE 10 KVA

Deberán garantizar un suministro eléctrico de calidad aún en el caso de perturbación o interrupción de la red eléctrica general. Se dimensionarán para alimentar la carga prevista en kVA con un factor de potencia de 0,8. La autonomía del sistema en caso de fallo de la red de alimentación será mínimo de 15 minutos con el ondulator a potencia nominal.

## NORMAS

Cumplirán las exigencias de las normas EN 62040-1-1, EN 62040-1-2 y EN 62040-3, referidas a la seguridad y prescripciones generales y método de especificación de las prestaciones y pruebas.

## ALIMENTACION

El sistema deberá recibir las redes de alimentación siguientes:

- Red normal de alimentación (entrada a rectificador). Tensión:  $400\text{ V} \pm 10\%$ . Fases: 3 + tierra. Frecuencia:  $50\text{ Hz} \pm 5\%$
- Red de apoyo (entrada al contactor estático). Tensión:  $400\text{ V} \pm 10\%$ . Fases: 3 + neutro + tierra. Frecuencia:  $50\text{ Hz} \pm 0,5\text{ Hz}$

## CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Estarán constituidos básicamente por:

- Rectificador - cargador.
- Batería de acumuladores de plomo estanco sin mantenimiento.
- Ondulador.
- Conmutador estático y by-pass manual para mantenimiento.

**Rectificador-cargador.** La entrada será directa (sin transformador ni autotransformador) para evitar las corrientes de magnetización. Un dispositivo de arranque progresivo suprimirá las sobrecorrientes de conexión mediante una rampa de corriente de entrada al rectificador-cargador. El tiempo de rampa será de aproximadamente 10 segundos.

**Limitación de la corriente.** Un dispositivo electrónico limitará automáticamente la corriente de carga al valor máximo admitido por el fabricante de la batería. Se limitará la corriente absorbida por el rectificador-cargador a fin de proteger su línea de alimentación.

**Nivel de tensión continua.** Estará regulada al valor de carga/flotación indicado por el fabricante de la batería.

**Regulación de tensión.** La regulación del rectificador-cargador garantizará una precisión de la tensión continua del 1 %, a cualquier carga y para cualquier valor de la tensión de red dentro de las tolerancias indicadas para la red normal de alimentación.

**Tensión eficaz de rizado aplicada a la batería.** El rectificador-cargador estará equipado con un filtro limitador de la tensión continua a un valor inferior al 1 % de esta tensión.

**Distorsión armónica provocada por el rectificador.** Será inferior al 10 % (CEI 146). En caso de superar estos valores se preverán sistemas adecuados para reducirla al valor indicado en la norma. El cálculo se hará teniendo en cuenta las potencias de transformador y grupo electrógeno, tensión de cortocircuito y reactancia sub-transitoria. La propuesta técnico-económica incluirá el sistema de reducción de armónicos y los valores conseguidos.

**Baterías.** Serán de plomo estanco sin mantenimiento. Estarán montadas en armarios con disyuntor de protección y dimensionadas para asegurar la continuidad de la alimentación a plena carga. El cálculo de las baterías será efectuado considerando la temperatura ambiente comprendida entre 20 y 25 °C.

**Inversor.** Será de tecnología PWM (Modulación de Ancho de Impulso). Estará dimensionado para alimentar la carga nominal a un factor de potencia de 0,8. Características:

Tensión de salida:

- Nominal: 400 V. Fases: 3 + neutro + tierra
- Regulación en régimen estático:  $\pm 1\%$  para una carga equilibrada comprendida entre 0 y 100 % de su valor nominal, sea cual sea el nivel de tensión de la red normal de alimentación y de la tensión continua dentro de los límites definidos.
- Regulación en régimen dinámico. Los transitorios de tensión de salida deberán limitarse a  $\pm 10-8\%$  del nominal para variaciones instantáneas de carga de 100 %.
- En todos los casos, la tensión deberá volver dentro de tolerancias del régimen estático en menos de 30 milisegundos.

- Tasa de distorsión. El ondulador incorporará un filtro de salida que limitará la distorsión de las tensiones simples y compuestas a menos del 5 %, sea cual sea el nivel de carga y el valor de la red de alimentación y de la tensión continua.
- El equipo deberá trabajar con desequilibrios de carga del 100 % no superando los valores siguientes: Desequilibrio en tensión: < 10 %. Desfase angular: < 5°.

Frecuencia de salida:

- Nominal: 50 Hz.
- Regulación. En régimen normal la frecuencia de salida del ondulador estará sincronizada con la de la red de apoyo dentro de los límites de  $\pm 1$  % del valor nominal. Para una variación de la frecuencia de red de apoyo superior a estos límites el ondulador pasará a funcionar en autónomo, siendo su frecuencia propia regulada a  $\pm 1$  por mil.

Capacidad de sobrecarga

- El ondulador deberá poder alimentar durante 10 minutos como mínimo una carga de 125 % de la potencia nominal y durante 1 minuto una carga del 150 % de la nominal.

**Conmutador estático.** La transferencia instantánea de la alimentación de la carga desde el ondulador a la red de apoyo y a la inversa se efectuará sin corte ni perturbación para la utilización. La tensión y frecuencia de la red de apoyo estarán dentro de tolerancias y sincronizadas con el ondulador. La transferencia será automática en caso de sobrecarga en la utilización o defecto en el ondulador, podrá también ordenarse manualmente.

Si la red de apoyo está fuera de tolerancia, en caso de sobrecarga, el ondulador limitará la corriente al 150 % de su valor nominal durante 200 ms mínimo. Más allá de esta duración, el ondulador se parará y la carga se transferirá a la red de apoyo. Esta transferencia, así como el retorno sobre los onduladores también podrá controlarse manualmente.

**By-pass manual de servicio y mantenimiento.** El armario del ondulador incluirá necesariamente un dispositivo de by-pass para facilitar las operaciones de servicio y mantenimiento. Este dispositivo, que debe poder ser bloqueado mediante llave, permitirá cualquier operación de mantenimiento sin tensión y sin cortar ni perturbar la alimentación a la carga. Permitirá además, separar el UPS del cortocircuito, dejándolo sin tensión.

**Rendimiento.** No se admitirán Sistemas de Alimentación Ininterrumpida, con un rendimiento inferior al 92 %, suministrando la plena carga y del 90 % al 50 % de carga.

**Ampliaciones.** El equipo estará concebido de forma que sea fácilmente acoplable en paralelo (con otros equipos, hasta 6 unidades). Asimismo, se indicarán las posibilidades de ampliación del equipo sin necesidad de adquirir nuevos módulos de potencia.

## CARACTERISTICAS FISICAS

**Estructura mecánica.** Estará formada por un bastidor robusto e indeformable que deberá permitir realizar sin peligro las operaciones de instalación y mantenimiento. El acceso a los distintos equipos se hará frontal a través de puertas con cerradura o actuando sobre un panel superior previsto a tal fin. Se dispondrán paneles fijos en la parte trasera. Las partes metálicas que constituyen la estructura deberán estar protegidas contra la corrosión mediante un tratamiento de electro cincado, pintura epoxy o equivalente.

**Dimensiones.** Preferiblemente el equipo será suministrado en un solo módulo monobloc. La altura será como máximo de 1.800 mm y el ancho será inferior a 820 mm para permitir el paso por puertas estándar.

**Conexión y embarrados.** Las entradas y salidas de cables deberán poder efectuarse por la parte superior, por detrás o por debajo del equipo en el caso de falso suelo. Se exigirá una buena identificación de las regletas de conexión y un sistema de puesta a tierra conforme a las normas. Eventualmente se aceptarán embarrados en cobre electrolítico o aluminio.

Los cables de conexión entre el ondulador y el armario de baterías se suministrarán previendo la instalación de ambos armarios adosados, con un dispositivo que impida e imposibilite un error de conexionado.

**Ventilación.** El equipo será enfriado mediante ventilación forzada. Para no interrumpir el servicio del equipo en caso de avería de un ventilador, se dispondrá de ventiladores redundantes, con



indicación de fallo de ventilación. Se cumplirán las condiciones que establece la especificación técnica sobre Locales Técnicos para SAI's.

**Seguridad.** El equipo deberá satisfacer los índices de protección IP.20. Para garantizar la seguridad del personal de mantenimiento, los circuitos de maniobra y control, deberán estar galvánicamente aislados de los circuitos de potencia.

Los componentes desnudos con tensión que puedan ser accesibles en condiciones normales deberán ser protegidos mediante pantallas aislantes. La concepción del equipo y su realización deberán estar en consonancia con el REBT y normas internacionales en vigor, particularmente las normas UNE-EN 60439, UNE 20846 y UNE-EN 60146-1.

**Condiciones ambientales.** El equipo deberá poder funcionar, manteniendo sus plenas características, en las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente: 0 a 40 °C (duración óptima de la vida útil de la batería de 15 a 25 °C).
- Humedad relativa máxima: 0 a 95 °C sin condensación.
- Altitud máxima sin pérdidas: 1000 m.

**Nivel acústico.** El nivel acústico del sistema de alimentación Ininterrumpida, deberá ser inferior a 70 dB medidos a 1 metro de altura y a 1 metro de distancia del equipo.

### **PUESTA EN SERVICIO. EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO**

El equipo será concebido para obtener la máxima fiabilidad (MTBF), reduciendo al mínimo el tiempo medio de reparación (MTTR). Para ello, deberá estar equipado con un sistema de auto-test que permita asegurar un buen funcionamiento y sirva para identificar el módulo afectado en caso de anomalía.

La reparación deberá poder efectuarse mediante la sustitución del módulo afectado por otro idéntico sin necesidad de ningún reglaje.

El equipo deberá disponer también de un sistema de ayuda a la explotación y a la puesta en servicio de fácil utilización por el usuario.

### **PROTECCIONES, MANDO, SEÑALIZACIONES Y MEDIDAS**

**Protecciones.** El equipo estará internamente protegido contra sobre-tensiones de red, cortocircuitos en la carga, sobre-temperatura ambiente e interna, vibraciones y choques durante el transporte.

En caso de que la batería sea instalada en sala distinta de la del ondulator, el rectificador-cargador deberá poder ser desconectado automáticamente a distancia en caso de fallo de ventilación de la sala de batería.

El ondulator deberá pararse automáticamente cuando la tensión continua alcance el valor mínimo prescrito por el fabricante de la batería.

**Mandos.** Un teclado permitirá ejecutar los siguientes mandos: Marcha-paro del rectificador-cargador. Marcha-paro del ondulator. Acoplamiento forzado sobre paro forzado del ondulator cuando la red de apoyo esté fuera de tolerancias. Auto-test del equipo

**Señalizaciones.** En el panel frontal del equipo deberá disponerse de indicaciones luminosas informativas de: Rectificador-cargador en marcha. Funcionamiento sobre ondulator. Funcionamiento sobre red de apoyo. Alarma general

Un avisador acústico deberá advertir al operador en caso de anomalía o de cambio de estado y podrá ser anulado mediante un pulsador a tal fin.

Un display alfanumérico facilitará como mínimo los siguientes parámetros: Autonomía real disponible en caso de funcionamiento sobre batería. Defecto de ventilación interna. Pre-alarma fin de autonomía batería. Red de apoyo fuera de tolerancias. Señalizaciones auxiliares precisas para permitir la puesta en servicio, la explotación y el mantenimiento.

**Medidas.** El display deberá facilitar como mínimo información sobre: Tensiones compuestas y frecuencia a la salida del ondulator. Corrientes suministradas a la carga. Tensión en bornes de batería. Corriente de carga o descarga de batería. Tensiones compuestas de red a la entrada del rectificador. Corrientes absorbidas por el rectificador-cargador.

**Mando y señalización a distancia.** El conjunto de mandos, señalizaciones, medidas e informaciones deberán poder ser gestionados a distancia, a través de: Panel remoto. Microordenador. Sistema centralizado de gestión técnica

**Microprocesador.** El equipo deberá estar totalmente controlado por un microprocesador que realice las funciones que se describen en la presente especificación técnica.

## **2.7.111. LOCALES TECNICOS PARA SAI'S**

Responden a la clasificación de locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico situados en el interior de edificios destinados a otros usos. Cumplirán las especificaciones señaladas en el REBT (ITC-BT-30).

### **INACCESIBILIDAD**

Los locales o salas destinadas a alojar generadores eléctricos quedarán dispuestas de forma que queden cerradas al acceso de las personas ajenas al servicio.

### **PASOS Y ACCESOS**

Estarán dimensionados y dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no se vea impedido por la apertura de cerramientos o por la presencia de obstáculos que puedan suponer riesgos o que dificulten la evacuación en caso de emergencia.

### **ELEMENTOS DELIMITADORES**

Como local de riesgo especial integrado en un edificio, la clasificación del nivel de riesgo es la que se establece en el Documento Básico SI1 de seguridad en caso de incendio (Tabla 2.1.) del Código Técnico de la Edificación.

Con independencia de los supuestos que se contemplan en el DBSI, se considera que el local responde a la clasificación de Riesgo Medio con lo que los cerramientos (muros exteriores, cubierta, solera y elementos estructurales) deberán tener una resistencia al fuego R120- EI120.

### **PUERTAS**

De acuerdo con el DBSI, el local tendrá un vestíbulo de independencia en cada comunicación con el resto del edificio. Las puertas de comunicación que responden a la clasificación de Riesgo Medio son 2xEI2 30-C5. Se estandariza la clasificación 2xEI2 60-C5.

Las puertas de los locales de riesgo especial deberán abrir hacia el exterior de los mismos y el máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será máximo de 25m.

### **SOLERA**

La solera del local y de las vías de acceso de los SAI's y equipos estará calculada para soportar la carga máxima resultante. Sobrecarga mínima estimada: 2000 Kg/m<sup>2</sup>. En el interior del local el pavimento deberá ser antideslizante.

### **ELEMENTOS METALICOS**

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción y estén en contacto con el ambiente deberán estar protegidos convenientemente contra la corrosión mediante un tratamiento galvanizado por inmersión en caliente o un acabado equivalente. Incluye empotramientos parciales.

### **VENTILACION**

El local incorporará un sistema de ventilación natural o forzada que deberá permitir la evacuación de las pérdidas calóricas del equipo de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Las entradas y salidas de aire estarán dispuestas de manera tal que se obtenga el mejor barrido posible del local. El tamaño de las aberturas deberá ser calculado de forma que no se produzca una restricción excesiva del flujo de aire.

Los caudales de aire precisos (m<sup>3</sup>/h) serán los que proporcione el fabricante para la máquina en cuestión, al igual que las superficies de ventilación entrada/salida (m<sup>2</sup>). La velocidad de circulación del aire no debe superar los 5 m/s.

Los huecos de ventilación irán provistos de rejillas metálicas construidas de forma que se impida la entrada del agua y animales. Cuando comuniquen con zonas interiores o que puedan ser consideradas como interiores del edificio, incorporarán compuertas automáticas que proporcionarán una resistencia al fuego equivalente al elemento atravesado.

## **CANALIZACIONES**

Quedarán dispuestas y realizadas de acuerdo con el REBT (ITC-BT-21). Los registros de canales de cables en pasillos de tránsito deberán garantizar la resistencia mecánica y perfecto asiento de los mismos, de forma que el tránsito de personal y paso de materiales sea seguro.

Estos locales no podrán contener ni estar atravesados por canalizaciones ajenas a los mismos, tales como instalaciones de gas, agua, aire, teléfonos, vapor, etc.

## **INSONORIZACION**

En función de su emplazamiento el local estará equipado con sistemas de insonorización adecuados que garanticen el cumplimiento de la normativa municipal que corresponda o en caso contrario la del rango superior que lo regule.

## **RED DE SANEAMIENTO**

Se evitará en lo posible y siempre deberá quedar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas. Se adoptarán las medidas adecuadas para proteger las instalaciones de las consecuencias de cualquier posible filtración.

## **ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

El local estará dotado de un alumbrado de seguridad de acuerdo con el REBT (ITC-BT-30) y con independencia del grado de ocupación del personal de servicio.

## **SISTEMAS CONTRA INCENDIOS**

El local incorporará las instalaciones que establece el Documento Básico SI4 de protección contra incendios (Tabla 1.1.) del Código Técnico de la Edificación.

**Extintores portátiles.** Según homologación MIE-AP5 y UNE 23110. Agente extintor: anhídrido carbónico.

## **2.7.112. VARIADORES DE FRECUENCIA**

Para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada por el motor. Específicamente diseñados para la regulación de motores para uso de bombeo, ventilación y climatización.

### **1-DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO**

La onda sinusoidal se obtendrá mediante el sistema PWM (modulación de ancho de pulsos) con transistores de potencia.

Se utilizará un sistema de control PID (proporcional, integral, y derivativo) para la regulación de caudales en el caso de accionamiento de bombas. La señal de entrada para el sistema PID podrá ser mediante señal 0-10V y señal 4-20 mA, facilitando la conectividad con un amplio rango de sensores. Dispondrán de un refuerzo de tensión apropiado durante el arranque que será suficiente para aportar el par motor requerido. Las rampas de aceleración y deceleración serán programables independientemente. El frenado se realizará mediante inyección de corriente continua.

Incorporarán un Terminal con display teclado para la programación de parámetros de funcionamiento. Para facilitar la integración con otros sistemas de control y gestión, dispondrán de conexión RS-485 para la utilización de un protocolo Modbus.

Incorporarán de serie: Filtro CEM de inmunidad a ruidos electromagnéticos conducidos y radiados (filtro EMI de radiofrecuencias ); Protecciones eléctricas y mecanismos de seguridad del variador (protección contra cortocircuitos, protección térmica, sobre-tensiones, sub-tensiones, fallo de fase); Protección térmica del motor (en función de la velocidad) modificable según tipo de motor. Protección contra corte de fase del motor. Contador de energía y tiempo de funcionamiento.

### **2-NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

UNE-EN 61000-4-2, 4-3, 4-4, 4-5 .. Compatibilidad electromagnética. Respecto a inmunidad y a emisión transmitida y radiada.

UNE-EN 61800-3 ..... Accionamiento eléctrico de potencia de velocidad variable. Métodos de ensayo.

|                   |   |
|-------------------|---|
| UNE-EN 55011..... | Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia |
| UNE-EN 55022..... | Equipos de tecnología de la información. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medida   |

### 3-CRITERIOS DE MEDICIÓN

La medición se efectuara por unidades, tal como se indica en el presupuesto del proyecto, cada unidad incluirá:

- 1 Ud. Variador de frecuencia.
- 1 Ud. Conexión eléctrica desde cuadro eléctrico aire acondicionado sala de máquinas, la cual incluye, conductores eléctricos, tubos y bandejas porta cables, de características y tamaño indicados en la Ficha Técnica del equipo y Esquema eléctrico.
- 1 Ud. Conexión eléctrica de control, desde cuadro eléctrico, aire acondicionado sala de maquinas, elementos de control externos, secuenciador y subestación de control. La cual incluye, conductores eléctricos, tubos y bandejas porta-cables indicados en la Ficha técnica del equipo y esquemas de control.

### 4-CONDICIONES DE MONTAJE

Para el montaje se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a la unión eléctrica de los conductores activos y de protección, el enlace mecánico entre elementos, los sistemas de suportación y las conexiones externas.

Los variadores de frecuencia incorporarán en lugar visible una placa de características que identifique su construcción y las condiciones técnicas de diseño.

### 5-CONDICIONES DE RECEPCIÓN

#### CONTROL DE RECEPCION DEL EQUIPO

Informe de la empresa de control de calidad homologada con los siguientes conceptos:

- Documentación de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Documentación de conformidad, incluyendo la documentación al marcado de la CE
- Verificación de posibles daños durante el transporte y manipulación. Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fabrica y en lugar adecuado y seco.

#### CONTROL DE EJECUCIÓN

Informe de la empresa de control de calidad homologada, con los siguientes conceptos:

- Comprobación que el equipo instalado, corresponde al especificado en proyecto y contratado a la empresa instaladora, en caso no afirmativo documento de aceptación de cambio por parte de la DF y el cliente.
- Caso que no exista documento de aceptación del cambio de la DF, informe de correspondencia entre el equipo previsto y el instalado.
- Comprobación de la situación del equipo en cuanto a su accesibilidad y distancia respecto a otros elementos según proyecto y especificaciones del fabricante. Además sea posible su limpieza mantenimiento y reparación.
- Comprobación que los elementos de medida, control, protección y maniobra están en lugares visibles y fácilmente accesibles

#### CONTROL DE LA INSTALACIÓN (OBRA ACABADA)

- Certificado de puesta en marcha del fabricante del equipo (adjuntar documento)

- Certificado de garantía del fabricante del equipo (adjuntar documento)
- Memoria técnica de la instalación con las características del equipo instalado.
- Manual de Uso y Mantenimiento con las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, situadas en lugar visible en sala de máquinas o local técnico.

#### **Fichas técnicas de pruebas según Instrucción Técnica IT-2.2 Pruebas (RITE)**

#### **FICHA TECNICA PRUEBAS**

#### **VARIADORES DE FRECUENCIA**

|                                   | PROYECTO | PRUEBA |
|-----------------------------------|----------|--------|
| Marca                             | ....     | .....  |
| Modelo                            | ....     | .....  |
| Marcado CE                        | ....     | .....  |
| Frecuencia de ajuste final equipo | Hz       |        |
| Velocidad de giro motor           | rpm      |        |
| Tensión                           | V        |        |
| Consumo                           | A        |        |
| Tarado relé térmico               | A        |        |
| Frecuencia nominal equipo         | Hz       |        |
| Velocidad de giro motor           | rpm      |        |
| Tensión                           | V        |        |
| Consumo                           | A        |        |
| Tarado relé térmico               | A        |        |

#### **2.7.113. PEQUEÑO MATERIAL ELÉCTRICO**

Mecanismos modulares para funciones de mando, protección, toma de corriente y control de circuitos y receptores en instalaciones domésticas y de distribución terminal terciaria. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

#### **NORMAS**

Cumplirán la normativa siguiente: UNE-EN 60669-1 y las Directivas de BT y CEM (mando); UNE-EN 60898 y UNE-EN 61009-1 (protección); UNE 20315 (tomas de corriente); EN 60669-2-1 (regulación) y EN 60669-2-3 (temporización).

## UNIDADES FUNCIONALES

Básicamente las siguientes:

- Mecanismos de mando.
- Protección magnetotérmica y diferencial.
- Bases portafusibles modulares.
- Tomas de corriente.
- Mecanismos de regulación.
- Interruptores temporizados.
- Interruptores horarios programados.
- Detectores de movimiento.
- Señalización y balizado.
- Otros componentes modulares.

**Mecanismos de mando.** Encendido y apagado de circuitos con cargas resistivas, inductivas y pequeños motores (lámparas incandescentes, fluorescentes y transformadores, electrodomésticos, gobierno de tomas de corriente, etc.). Características: 250V; 10, 16, 20, 25 y 32A.

**Protección magnetotérmica y diferencial.** Utilizados como medida adicional a la protección de cabecera (baños, cocinas, lavaderos, aparatos electrónicos, etc.). Características: 230V; 6, 10 y 16A. Poder de corte: 1500/3000A.

**Bases portafusibles modulares.** Bases seccionables o interruptores portafusibles modulares para la protección de líneas en circuitos con elevada corriente de cortocircuito. Características: Tensión: 250 V. Intensidad: 10 y 16 A. Tamaño: 6x32.

**Tomas de corriente.** Alimentación de electrodomésticos, aparatos de iluminación, electrónicos, etc.). Posibilidad de incorporar protección infantil. Características: 250V; 10/16A. Resistencia de aislamiento: > 5MΩ a 500V. Rigidez dieléctrica: > 2000V.

**Mecanismos de regulación.** Funciones:

- Interruptor. Regulación de lámparas incandescentes y halógenas. Características: 230V; 40-300W.
- Interruptor-conmutador. Regulación de lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador ferromagnético. Características: 230V; 40-300W/VA.
- Interruptor de pulsación. Regulación de lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador ferromagnético. Características: 230V; 40-500W/VA.
- Interruptor. Regulación de cargas resistivas e inductivas: lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador convencional, ventiladores, motores monofásicos, etc. Características: 230V; 40-1000VA (iluminación), 60-600W (motores).

**Interruptores temporizados.** Encendido por pulsación de la carga y desconexión automática programada. Características: 230V/8A. Temporización: 2 seg. a 12 min.

**Interruptores horarios programados.** Control de cargas según un horario programado. Visualización en pantalla. Características: 230V; 1200W/1000VA. Máximo número de intervalos: 28 (56 conmutaciones On/Off). Duración intervalo: mínimo 1 min.

**Detectores de movimiento.** Encendido de las cargas que gobierna cuando se produce un movimiento dentro del campo de acción del sensor. Apto para lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador ferromagnético. Desconexión según tiempo ajustado. Encendido y apagado gradual. Características: 230V; 40-500W/VA. Posibilidades de incorporar tarjeta temporizada. Modos:



- OFF: Desconexión permanente de la carga.
- ON: Conexión permanente de la carga
- AUT: Conexión según detección y luminosidad

**Señalización y balizado. Funciones:**

- Piloto de señalización. Señalización de estado de cargas (On/Off), habitaciones o salas. Incorpora lámpara de neón 220V.
- Piloto de balizado autónomo. Alumbrado de emergencia en caso de fallo del suministro eléctrico (pasillos, escaleras, locales, etc.). Alimentación: 230V. Carga de baterías: 24h. Autonomía: 1h. Vida batería: 500 ciclos. Vida lámpara: 400h. Luminosidad con difusor: 45lux/25cm.
- Sistema de balizado autónomo. Alumbrado de emergencia centralizado dotado de un sistema de telemando. Características técnicas definidas en proyecto. Función telemando:
  - Puesto en reposo con la red eléctrica ausente y pilotos en estado de emergencia: Posición de los pilotos en Off/On mediante pulsación manual.
  - Test de conmutación y autonomía con la red eléctrica presente sin tener que desconectar la alimentación: Pilotos en modo emergencia (On) o en estado de alerta (Off) mediante pulsación manual.

**Otros componentes modulares. Funciones:**

- Zumbador. Llamada de entrada en viviendas, oficinas o comercios o señal de alerta en sistemas de alarmas técnicas en funcionamiento intermitente.
- Timbre electrónico. Llamada de entrada en viviendas, oficinas, etc. cuando se requiere diferenciar entre las llamadas del exterior y las llamadas de servicio interior (ej.: portería).
- Minuterios. Cierre y apertura de un contacto según un tiempo determinado.
- Teclado codificado. Interruptor o pulsador activado por teclado codificado con contacto de salida libre de potencial. La conexión-desconexión de la carga se realiza insertando un código de usuario de 4 dígitos a través del teclado. El tiempo máximo entre dígitos no podrá superar un tiempo límite. Indicador luminoso de estado.
- Funciones con llave. Interruptor o pulsador con enclavamiento de llave. Llave extraíble en posición de reposo
- Interruptor de tarjeta temporizado. Desconexión temporizada de circuitos de iluminación, electrodomésticos, aparatos electrónicos, etc. Especialmente indicado para habitaciones de hotel.
- Receptores infrarrojos. Para mando individual de fuentes luminosas o equipos eléctricos. Control por medio de una señal de infrarrojos procedente de un emisor. Mandos: Interruptor. Regulador de tensión. Pulsador. Interruptor para persiana (motores).
- Termostatos de ambiente. Control de funcionamiento de aparatos y de temperaturas del ambiente. Programables.
- Emisores. Teclas y funciones: LED emisor y piloto LED. Tecla Off (apagado o paro general). Teclas de escena. Conmutador de grupo. Tecla de programación. Conmutador de dirección. Etiqueta de dirección.

**ACCESORIOS Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN**

Básicamente constituidos por:

- Bastidores.
- Marcos.
- Cajas empotrables.
- Cajas de superficie.

- Contenedores estancos de superficie.
- Etiquetado e identificación

**Bastidores.** Deberán permitir el encliquetado de los mecanismos, tanto en posición horizontal como vertical y el enlace con los bastidores adyacentes. Estarán dotados de colisos para la fijación mediante tornillos a caja o pared. Material: Zamak (aleación de zinc y aluminio). Normas: UNE-EN 60669-1 y UNE 20315.

**Marcos.** Para cajas tipo universal. Material: Termoplásticos reciclables auto extingüibles de gran resistencia al impacto. Normas: UNE-EN 60669-1 y UNE 20315.

**Cajas empotrables.** Tipo universal. Estarán dotadas de pretroqueles laterales y al fondo de la caja para la entrada de cables sin necesidad de taladro. Los bastidores se fijarán mediante clipeado. Material: termoplásticos resistentes al calor anormal y al fuego, libre de halógenos y de alta resistencia al impacto, indicando su nivel de protección y con el etiquetaje correspondiente a los circuitos eléctricos conectados.

**Cajas de superficie.** Para marcos universales. Estarán dotadas de ventanillas laterales extraíbles para la entrada de cables. Los bastidores se fijarán mediante clipeado. Material: termoplásticos resistentes al calor anormal y al fuego, libre de halógenos y de alta resistencia al impacto, indicando su nivel de protección y con el etiquetaje correspondiente a los circuitos eléctricos conectados.

**Contenedores estancos de superficie.** Contenedor estanco monobloc para mecanismos con sistema de encliquetado. Entrada de cables por membrana ajustable o mediante accesorio roscado. Nivel de estanqueidad: IP55. Resistencia al impacto: IK07. Normas: UNE 20324 y UNE 50102 .

**Etiquetado e identificación.** Los mecanismos incorporaran la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; rango de carga; esquema de conexionado.

## ENSAYOS ELÉCTRICOS

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento mecánico y eléctrico. Ensayo dieléctrico. Acabado.

## MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE.

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a impactos.

Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

## MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

### 2.7.114. LUMINARIAS LED ESTANCAS

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

#### NORMAS

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13

Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1: 2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE

### **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Grado de Protección mínimo: IP65, IK08
- Eficacia luminosa > 120 lm/W, referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI  $R_a > 80$
- Vida útil media  $L_{80} > 50.000$  h, a 25°C
- Tolerancia de color SDCM  $\leq 6$

Se utilizarán preferentemente difusores de Policarbonato, resistentes al impacto. El Índice de deslumbramiento (EN 12464-1) unificado UGR será menor de 25. El difusor estará fabricado en una sola pieza, mecánicamente estable. La fijación del difusor será a través de cierres rápidos autoencajables sin necesidad de herramientas.

Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en Policarbonato o en poliéster reforzado con fibra de vidrio. El grado de protección IP e IK será el adecuado a los requerimientos de la zona de utilización.

### **ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN**

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

### **MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias de ejecución suspendida dispondrán de los elementos y/o accesorios necesarios para su correcta instalación.

## **2.7.115. SOFTWARE DEL SISTEMA DE GESTION**

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

### **NORMAS**

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13

Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1: 2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE

### **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Eficacia luminosa  $> 120 \text{ lm/W}$ , referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI  $R_a > 90$
- Vida útil media  $L_{80} > 70.000 \text{ h}$ , ó  $L_{90} > 50.000 \text{ h}$ , a  $25^\circ\text{C}$
- Tolerancia de color SDCM  $\leq 3$
- RG0 (riesgo exento) de acuerdo con el apartado 6.1 de la EN 62471 sobre seguridad fotobiológica.

El sistema óptico proporcionará como mínimo un  $\text{UGR} < 19$ , con una limitación de la luminancia a  $L \leq 3000 \text{ cd/m}^2$  para un ángulo de irradiación superior a  $65^\circ$  de manera omnidireccional. En estos casos se utilizarán preferentemente difusores microprismáticos de policarbonato (en aplicaciones con requerimientos de resistencia al impacto) o PMMA (en aplicaciones con requerimientos de resistencia química). También será posible la utilización de cristal templado satinado por la parte interna.

Los componentes susceptibles de entrar en contacto con el peróxido de hidrógeno durante los procesos de descontaminación habrán sido ensayados por contacto cíclico, directo y prolongado de una solución  $\text{H}_2\text{O}_2$  del 35%.

El nivel de acumulación y emisión de partículas de las luminarias permitirá su utilización en salas clasificadas ISO3 como mínimo.

Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en chapa de acero lacado blanco. El grado de protección será como mínimo IP65, IK07.

### **ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN**

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

### **MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

## **2.7.116. LUMINARIAS LED TIPO PANEL**

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

## **NORMAS**

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13

Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1: 2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE

## **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Eficacia luminosa  $> 120 \text{ lm/W}$ , referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI  $R_a > 80$
- Índice de reproducción cromática CRI  $R_a > 90$ , en las áreas y actividades hospitalarias e industriales indicadas en la norma UNE EN 12-464-1
- Vida útil media  $L_{80} > 50.000 \text{ h}$ , a  $25^\circ\text{C}$
- Tolerancia de color SDCM  $\leq 3$

El sistema óptico proporcionará el índice de deslumbramiento unificado UGR indicado en la norma UNE EN 12-464-1. En áreas de trabajo se proporcionará como mínimo un  $\text{UGR} < 19$ , con una limitación de la luminancia a  $L \leq 3000 \text{ cd/m}^2$  para un ángulo de irradiación superior a  $65^\circ$  de manera omnidireccional. En estos casos se utilizarán preferentemente difusores microprismáticos de policarbonato o PMMA. También son admisibles sistemas ópticos doble parábola de aluminio brillante.

Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en chapa de acero. El grado de protección IP e IK será el adecuado a los requerimientos de la zona de utilización.

## **ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN**

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

## **MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

## **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias de ejecución adosada y suspendida dispondrán de los elementos y/o accesorios necesarios para su correcta instalación.

## 2.7.117. LUMINARIAS LED TIPO DOWNLIGHT

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

### NORMAS

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13

Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1: 2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE

### ENSAYOS ELÉCTRICOS

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Eficacia luminosa  $> 85 \text{ lm/W}$ , referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI  $R_a > 80$
- Índice de reproducción cromática CRI  $R_a > 90$ , en las áreas y actividades hospitalarias e industriales indicadas en la norma UNE EN 12-464-1
- Vida útil media  $L_{70} > 50.000 \text{ h}$ , a  $25^\circ\text{C}$
- Tolerancia de color SDCM  $\leq 6$

El sistema óptico proporcionará el índice de deslumbramiento unificado UGR indicado en la norma UNE EN 12-464-1. En áreas de trabajo se proporcionará como mínimo un  $\text{UGR} < 19$ , con una limitación de la luminancia a  $L \leq 3000 \text{ cd/m}^2$  para un ángulo de irradiación superior a  $65^\circ$  de manera omnidireccional.

Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en aluminio. El grado de protección IP e IK será el adecuado a los requerimientos de la zona de utilización.

### ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

### MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.



Las luminarias de ejecución adosada y suspendida dispondrán de los elementos y/o accesorios necesarios para su correcta instalación.

## **2.7.118. APARATOS AUTÓNOMOS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN CON FUENTE LED**

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-28).

### **NORMAS**

Cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 60598-2-22. Los módulos LED serán conformes a la UNE-EN 62031, mientras que los dispositivos de control electrónicos o “drivers” serán conformes a la UNE-EN 62384.

Cumplirán las directivas de Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética (marcado CE).

### **CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO**

En todos los casos incorporarán leds de señalización de estado con los colores establecidos en la norma. Estarán preparados para la puesta en reposo y reencendido mediante telemando. Los bornes de telemando estarán protegidos para prevenir la conexión accidental a 230 V. Las baterías estarán constituidas por acumuladores de Ni-Cd, de Níquel Metal Hidruro, o de Litio, que proporcionarán una autonomía mínima establecida en el REBT ITC-BT-28, apartado 3, durante la cual la intensidad del flujo luminoso será estable.

### **SISTEMA DE CONTROL CENTRAL**

Si se especifica un sistema de control central de los aparatos autónomos de emergencia, tendrá como mínimo las siguientes prestaciones:

- Luminarias conectadas mediante Bus.
- Monitorización del estado de cada luminaria de forma individual
- Generación de propuestas de mantenimiento de la instalación
- Gestión y realización de tests funcionales y de autonomía
- Comunicación de la Central con cualquier ordenador en red.
- Entrada auxiliar que permite el encendido de todas las luminarias conectadas al Bus, útil para ser conectada a una central de incendios.

### **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

### **ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN**

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

### **MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE**

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

## **2.7.119. DETECTOR DE PRESENCIA Y LUZ NATURAL**

Unidad de control de presencia y luz natural para funciones de mando, y regulación de luminarias. Cumplirán las especificaciones del REBT e Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

### **NORMAS**

Cumplirán la normativa siguiente:

Directivas de Baja tensión:

EN 61347-1:2015

EN 61347-2-11:2001

EN 62493:2015

Directivas de Compatibilidad Electromagnética:

EN 55015:2013

EN 61547:2009

IEC EN 55022

IEC EN 60669-2-1

### **FUNCIONES**

Multisensor y controlador.

El sensor será de alta precisión con un área de detección de movimiento de unos 40 m2. El tiempo de retardo de apagado será regulable entre 1 y 30 minutos.

Incorporará una fotocélula integrada para medición del nivel de iluminancia en el plano de trabajo. En caso de que este nivel esté por encima del valor seleccionado, el controlador regulará el flujo de las luminarias asociadas. El apagado total no se realizará inmediatamente, sino cuando se alcance el 220% del nivel mínimo durante 15 minutos, con el fin de mantener un mínimo confort visual.

Dispondrá de función inhibidora que evita el encendido de las luminarias si el aporte de luz natural es suficiente.

La zona de detección será ajustable mediante pantallas retráctiles alrededor de la lente del sensor de presencia.

El controlador utilizará 2 salidas digitales compatibles con el estándar DALI, para regular independientemente el grupo de luminarias más próximo a la ventana y el grupo más alejado.

El número de balastos DALI controlable por cada multisensor será como mínimo de 15.

Dispondrá de un LED indicador con un código de color indicativo del nivel de regulación aplicado.

Permitirá incorporar un interfaz DALI capaz de conectarse al sistema de gestión centralizada del edificio (BMS). La función de detección de presencia se podrá deshabilitar para funcionar únicamente como regulación en función del aporte de luz natural.

### **ACCESORIOS**

Herramientas para puesta en marcha, calibración y configuración de parámetros y diferentes modos de funcionamiento.

Unidad decodificadora de pulsadores conectada a la señal DALI, que permitirá las funciones de encendido, apagado y regulación de los diferentes canales DALI.

### **ENSAYOS ELÉCTRICOS**

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento mecánico y eléctrico. Ensayo dieléctrico. Acabado.

### **MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE.**

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a impactos.

Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

## **2.7.120. SISTEMA DE MEGAFONÍA PARA EVACUACIÓN**

### **1. REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA**

#### **1.1. Características principales**

Un sistema electroacústico para emergencias debe permitir la emisión inteligible de información sobre medidas a tomar para la protección de vidas dentro de una o más áreas específicas.

Deberán seguirse los siguientes criterios:

- a) Cuando se detecte una alarma, el sistema debe deshabilitar inmediatamente cualquier función no relacionada con su función de emergencia (tales como llamadas, música o anuncios pregrabados que estén siendo emitidos a través de altavoces a las zonas que requieran emisiones de emergencia).
- b) A menos que esté dañados como resultado de la emergencia, el sistema debe estar disponible para operación todo el tiempo.
- c) El sistema deberá estar listo para emitir durante los 10 segundos siguientes a la aplicación de alimentación primaria.
- d) Excepto en el caso descrito en el apartado anterior, el sistema deberá ser capaz de emitir una primera señal de alerta antes de pasados 3 s desde que es puesto en modo de emergencia por el operador, o de forma automática al recibir una señal de fuego o de cualquier otro sistema de detección. En este último caso, el periodo de 3 s incluye el tiempo de reacción del sistema de detección desde el momento en que la emergencia es detectada hasta que se produce la señal de alarma.
- e) El sistema deberá ser capaz de emitir señales de alerta y mensajes de voz a una o más áreas de forma simultánea. Deberá haber al menos una señal de alerta apropiada alternada con uno o más mensajes de voz adecuados.
- f) El operador deberá poder de recibir en cualquier momento, por medio de un sistema de motorización, indicaciones del funcionamiento correcto del sistema de emergencia o bien de sus componentes más importantes.
- g) El fallo de un único circuito amplificador o altavoz no implicará la pérdida total de servicio en la zona de altavoces cubierta.
- h) Una señal de alerta de entre 4 s y 10 s de duración deberá preceder el primer mensaje. Sucesivas señales y mensajes deberán continuar hasta que sean modificadas de acuerdo con el procedimiento de evacuación o hasta que se paren de forma manual. El intervalo entre mensajes sucesivos no debe exceder los 30 s y deberán emitirse señales de alerta cuando los períodos de silencio excedan de 10 s. Donde se utilice más de una señal de alerta, como las usadas para diferentes tipos de emergencia, cada señal deberá extinguirse claramente mediante una característica adecuada.
- i) Todos los mensajes deberán ser claros, cortos, sin ambigüedades y, hasta donde sea posible, preplanificados. Donde se utilicen mensajes pregrabados éstos deberán estar en sistemas de almacenamiento no volátiles, preferiblemente en sistemas en estado sólido, y deberán ser continuamente motorizados para comprobar su disponibilidad. El diseño del sistema deberá hacer imposible que una fuente externa dañe o corrompa el sistema de almacenamiento o sus contenidos.
- j) Se especificarán el o los idiomas utilizados.

- k) El sistema deberá ser capaz de dividirse en zonas de altavoces de emergencia si los procedimientos de evacuación así lo exigen. Tales zonas no son necesariamente las mismas que otras zonas, por ejemplo zonas de detección de emergencia o zonas de altavoces no incluidas en una emergencia.
- l) Para determinar las zonas de altavoces, deberán aplicarse los siguientes criterios :
  - 1) la inteligibilidad de la emisión de los mensajes en una zona no deberá disminuir por debajo de los requerimientos mínimos por la emisión de mensajes en otras zonas o por más de una fuente
  - 2) ninguna zona de detección de emergencia deberá contener más de una zona de altavoces de emergencia. Para uso no relativo a emergencias, puede subdividirse una zona de altavoces.
- m) Deberá estar disponible una fuente de alimentación auxiliar.

## **1.2. Persona responsable**

La persona o entidad a cargo de los recintos deberá nombrar una persona responsable", identificada por nombre o categoría que será la responsable de asegurar que el sistema se mantiene y repara de forma adecuada para que opere de acuerdo a las especificaciones.

## **1.3. Prioridades**

### **1.3.1. Prioridades de operación**

Si el sistema de alarma de voz es capaz de operar en modo totalmente automático deberá estar disponible siempre una instalación para controlar:

- a) el tipo de mensaje pregrabado que es emitido;
- b) la difusión de mensajes a diferentes zonas
- c) instrucciones en tiempo real o información a los ocupantes a través del micrófono de emergencia (si lo hubiera).

Deberán proporcionarse medios para la intervención manual que anules cualquier función programada automáticamente. Esto será de aplicación tanto para la naturaleza del mensaje emitido como para las formas de difusión del mensaje. Así pues, se proporcionarán controles manuales en el punto central de control (así como en puntos de control remotos) para permitir:

- a) inicio y fin de mensaje de alarma pregrabados;
- b) selección de mensajes de alarma pregrabados;
- c) encendido y apagado de zonas de altavoces seleccionadas;
- d) emisión de mensajes en directo a través del micrófono de emergencia (si lo hubiera)

El micrófono de control de emergencias deberá tener el más alto nivel de prioridad en lo que se refiere al acceso al sistema de alarma por voz, con las disposiciones necesarias para permitir la anulación de cualquier otra emisión.

## **1.4. Requisitos de seguridad**

Los requisitos de seguridad aplicables a sistemas electroacústicos de emergencia se proporcionan en la Norma CEI 60065 o en el resto de normas CEI correspondiente a la seguridad.

La construcción mecánica del sistema deberá ser tal que bajo la influencia de calor generado internamente, explosión o implosión, cualquiera que sea la causa, ningún componente cause heridas a ninguna persona.

Cuando cualquier parte del sistema se instale en áreas peligrosas o atmósferas explosivas, deberán cumplirse los requisitos de seguridad correspondiente de la Norma CEI 60079.

## **2. REQUISITOS TÉCNICOS DEL SISTEMA**

### **2.1. Inteligibilidad de palabra**

A menos que se indique de otra forma deberán satisfacerse los siguientes requisitos:

La inteligibilidad de palabra sobre un área de cobertura deberá ser igual o mayor de 0,7 en la escala de inteligibilidad común (CIS).

## **2.2. Indicador de estado automático**

En los lugares de control designados deberá proporcionarse automáticamente un indicador claro de:

- a) disponibilidad del sistema
- b) disponibilidad de la fuente de alimentación
- c) cualquier condición de fallo;
- d) (para sistemas que tengan numerosas zonas de altavoces) que zonas de altavoces están seleccionadas y el modo de operación de cada zona, por ejemplo, “evacuar” o “alerta” y preselección de micrófono de emergencia. Donde se den mensajes de alarma diferentes, en función de los requisitos de evacuación, deberá mostrarse de forma apropiada qué mensaje está siendo emitido y dentro de qué zona. Esta información se mostrará de forma continuada y actualizada.

## **2.3. Monitorización automática de fallo**

En las localizaciones especificadas, por ejemplo en el emplazamiento del equipo principal, deberá proporcionarse una indicación clara de:

- a) cortocircuito o desconexión o fallo de la fuente de alimentación primaria.
- b) Cortocircuito o desconexión o fallo de la fuente de alimentación auxiliar
- c) Cortocircuito o desconexión o fallo de cualquier batería de recarga asociada con la fuente de alimentación primaria o auxiliar.
- d) Ruptura de cualquier fusible o interruptor, o aislador o dispositivo protector que pueda evitar una emisión de emergencia;
- e) Fallo del micrófono, incluyendo la cápsula electrodinámica, el preamplificador y el cableado esencial al resto del sistema;
- f) Fallo de los caminos de señal críticos a través de la cadena de amplificación, con amplificadores individuales identificados por separado.
- g) Ausencia de amplificadores o módulo críticos.
- h) Fallo de cualquier amplificador auxiliar;
- i) Fallo de los generadores de señales de emergencia, incluyendo sistemas de almacenamiento de mensajes de emergencia pregrabados.
- j) Fallo de cualquier circuito de altavoces, (fallos de circuito abierto y cortocircuito):
- k) Cortocircuito o desconexión de dispositivos visuales de alarma;
- l) Fallo de un procesador en la ejecución correcta de su programa de software;
- m) Detección de cualquier error durante la comprobación de memoria;
- n) Interrupción de cualquier proceso de barrido o interrogación;
- o) Fallo de los enlaces de interconexión de datos o comunicación de voz entre partes de un sistema distribuido.

Además de la identificación de fallos individuales en estos emplazamientos un zumbador o sirena deberá sonar durante un mínimo de 0,5 s cada 5 s. Un fallo activará el zumbador de forma mantenida y se encenderá un indicador luminoso, bien de forma continua, bien parpadeante. Deberán incluirse una aprobación manual y un interruptor de reinicio. Cuando se produzca la aprobación se silenciará el zumbador y el indicador cambiará a (o permanecerá) iluminación constante. La aparición de una condición de fallo posterior reactivará el zumbador y el indicador visual. Cuando todos los fallos hayan sido subsanados, el indicador se apagará automáticamente o mediante un interruptor de reinicio.

La indicación de fallo deberá producirse antes de 100 s desde la ocurrencia del fallo, aunque el sistema de alarma por voz está siendo utilizado para otros propósitos distintos de una emergencia, tales como la transmisión de música de fondo.

## **2.4. Monitorización del equipo controlador por software**

Deberá controlarse mediante procedimientos de autocomprobación y un apropiado circuito de monitorización (por ejemplo un circuito “watch dog” o “perro guardián”) la correcta ejecución del software del sistema por parte de un procesador, de acuerdo con lo siguiente:

- a) el circuito de monitorización y su indicador asociado y sus circuitos de señalización deberán poder determinar y señalar una condición de fallo y no deberán verse afectados por el fallo de cualquier microprocesador o circuitos de reloj asociados.
- b) el circuito de monitorización deberá comprobar la ejecución de rutinas asociadas con los elementos principales del programa (por ejemplo, no debe estar asociado únicamente con rutinas de espera o de mantenimiento);
- c) en el caso de que un microprocesador no sea capaz de ejecutar su software correctamente, el circuito de monitorización (junto con una señal de aviso visual y auditiva) se comportará de la siguiente forma :
  - 1) reinicialización del procesador e intento de reiniciar el software en un punto adecuado antes de 10 s desde la ocurrencia del fallo. El proceso de reinicialización deberá verificarse que los contenidos de memoria, del programa y de los datos, no están corruptos y
  - 2) bien mediante :
    - i) registro de que un fallo se ha producido (usando un sistema capaz de registra un mínimo de 99 fallos y reinicializable sólo mediante operaciones restringidas a personal de servicio autorizado); bien mediante
    - ii) reinicio automático del equipo y aviso visual y auditivo de que se ha producido un reinicio automático.

## **2.5. Interfaz con el sistema de detección de emergencias**

El enlace de comunicación entre el sistema de detección de emergencias y el sistema de sonido deberá comprobarse de forma continua en busca de fallos. Esto se lleva a cabo normalmente, por el equipo de control del sistema de detección e emergencias que proporciona una indicación visual y auditiva de un fallo en el enlace entre los dos sistemas.

El sistema de detección de emergencias también deberá ser capaz de recibir información relativa a fallos en el sistema electroacústico y deberá incluir un dispositivo apropiado, normalmente de recibir información relativa a fallos en el sistema electroacústico y deberá incluir un dispositivo apropiado, normalmente en su equipo de indicadores y control, que indique tales fallos de forma visual y auditiva. Como mínimo el sistema electroacústico deberá ser capaz de transmitir al sistema de detección de emergencias un “Sonido de fallo del sistema” general para cualquiera de las condiciones de fallo que pudieran darse en el sistema electroacústico listadas anteriormente.

El enlace entre un sistema de alarma y detección de fuego y un sistema de alarma de voz es de crucial importancia para mantener la integridad del funcionamiento conjunto. Puede ser conveniente en grande sistemas, donde se utiliza equipos de control distribuidos, disponer de un enlace en el emplazamiento de cada equipo de control en lugar de apoyarse en una localización central. Cada enlace deberá ser monitorizado. El sistema de alarma de voz deberá ser capaz de continuar emitiendo mensajes de alarma, iniciados por el sistema de alarma y detección de fuego, incluso en el caso de un fallo posterior en el enlace de interconexión entre los dos sistemas (por ejemplo, el sistema de alarma de voz deberá mantenerse al recibir una señal de un sistema de alarma y detección de fuego). Deberán ser posibles interrupciones para emisiones de prioridad mayor.

En edificios complejos, en los cuales acciones tales como señales de inicio de evacuación, señales de silenciado de alarmas, etc., se pueden implementar en un equipo remoto de alarma de voz, deberá considerarse si tales acciones deben necesariamente reflejarse en un equipo de control de alarmas y detección de fuego central.

## **2.6. Fuente de alimentación auxiliar**

Si se evacua el edificio a continuación del fallo de la fuente de alimentación primaria, deberá suministrarse una fuente de alimentación auxiliar. Esta deberá ser capaz de mantener en operación el sistema en modo de emergencia durante un periodo igual a dos veces el tiempo de evacuación, determinado por la autoridad competente del edificio. En cualquier caso, la fuente de alimentación auxiliar deberá ser capaz de abastecer el sistema durante un mínimo de 30 min.



Si el edificio no se evacua a continuación del fallo de la fuente de alimentación primaria, la fuente de alimentación auxiliar deberá ser capaz de mantener en operación el sistema durante al menos 24 h o 6 h si se dispone de un generador de emergencia, y después de alimentar el sistema en modo de emergencia durante un mínimo de 30 min. Si el edificio permanece desocupado durante varios días, deberán tomarse medidas que aseguren que el sistema de alarma de voz es capaz de operar en modo de emergencia durante 30 min. Si el edificio es ocupado de nuevo.

Funciones distintas de las de emergencia dentro del sistema, tales como música de fondo, no deberán funcionar con la fuente de alimentación auxiliar si este reduce la capacidad del modo de operación de emergencia.

Si se usan baterías como fuente de alimentación auxiliar deberán ser de tipo seguro completadas con instalaciones de recarga automática. Si se utilizan baterías de plomo-ácido deberán ser de tipo regulador por válvulas a menos que se especifique de otra forma, y el sistema de carga deberá incorporar una compensación de corriente de carga para cambios en la temperatura ambiente, si esto fuese necesario para obtener la vida útil de las baterías.

Las baterías deberán usarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para obtener su vida útil, que no debe ser inferior a cuatro años. El fin de la vida corresponderá al momento en el que el deterioro alcanzado esté por debajo del 80% de la capacidad nominal en amperios/hora (en 1 h).

La recarga automática deberá asegurar que las baterías están completamente recargadas al 80% de su máxima capacidad nominal, desde el estado de descarga completa en un periodo inferior a 24 h.

Deberá proporcionarse ventilación y protección adecuados contra corrosión y peligros resultantes de la emisión de gases de las baterías.

## **2.7. Condiciones climáticas y medioambientales**

Como se puede instalar todo o parte del sistema dentro o fuera de los edificios, bajo variadas condiciones climáticas y medioambientales, y expuesto a posibles daños mecánicos, deberá incluirse una completa información sobre las condiciones bajo las cuales debe operar el sistema en las especificaciones. Para ensayos, véase Norma CEI 60068-1.

Cuando no se especifique de otra forma, el equipo deberá operar de acuerdo con las especificaciones del sistema bajo las siguientes condiciones :

a) equipo de control y amplificación y fuentes de alimentación asociadas :

- temperatura ambiente -5° C a +40° C
- humedad relativa 25% a 90%
- presión del aire 86 kPa a 106 kPa.

b) cualquier otro equipo :

- temperatura ambiente -20°C a +55°C
- humedad relativa 25% a 99%;
- presión del aire 86 kPa a 106 kPa.

## **2.8. Marcado y símbolos de marcado**

El equipo deberá estar permanentemente marcado con información relativa a su función.

Los terminales y controles deberán ser permanentemente marcados con información relativa a su función, características y polaridad.

El marcado deberá ser de tal manera que sea posible ajustar los controles de usuario y confirmar sus posiciones de forma precisa siguiendo la información proporcionada en las instrucciones del usuario.

El marcado deberá incluir preferiblemente símbolos alfabéticos, señales, números y colores que son aceptados intencionalmente. Para referencia véase la Norma CEI 60027 y la Norma CEI 60417. El marcado no incluido en estas normas deberá explicarse claramente en las instrucciones de usuario.

## **3. REQUISITOS DE INSTALACIÓN**

El sistema deberá instalarse de acuerdo con la Norma CEI 60364 o con normas nacionales o locales obligatorias.

Si el sistema de sonido de emergencia forma parte de un sistema de alarma y/o detección de emergencia, el cableado deberá cumplir los requisitos de las normas nacionales o locales obligatorias para sistemas de emergencias y/o alarma. Si la aplicación excluye específicamente detección y/o alarma el cableado deberá ser de una calidad adecuada para la aplicación.

Deberán tomarse precauciones para evitar la propagación de efectos peligrosos a través de las rutas de cables.

Cuando se instale un sistema electroacústico de emergencia en combinación con un sistema de detección de emergencia, las normas de instalación para el sistema electroacústico deben cumplir, hasta donde sea posible, con las normas requeridas para el sistema de detección.

Cuando se hagan adiciones y/o modificaciones a un sistema que no cumpla los requisitos es posible que se requiera actualizar el sistema para cumplir esta norma. En cualquier caso las adiciones y/o modificaciones deberán cumplir esta norma.

## **2.7.121. INSTALACIÓN TV-FM**

### **Radiodifusión sonora y televisión**

#### **a) Características de los sistemas de captación**

##### **Antena de UHF**

Tipo Yagi

Ganancia direccional de al menos 14 dBi entre 650 y 850 Mhz

Relación D/A de al menos 28 dB

Dotadas de adaptador de impedancias – asimetrizador

Deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión

Superficie útil al viento menor de 310 cm<sup>2</sup>

##### **Antena de FM**

Tipo circular

Polarización H/V

Ganancia 1dB

Relación D/A de 0dB

Protegida contra la corrosión

#### **b) Características de los elementos activos**

##### **Amplificación**

Los amplificadores moduladores de cabecera serán de 60 dB de ganancia, figura de ruido <4 dB en FM; menor de 5,5 en B-III y menor de 6 en UHF.

Deben ser regulables en un margen de 20 dB con rechazos del canal adyacente >30 ó >45 dB en B-III y UHF respectivamente y proporcionar una señal de salida de 120 dBuV, cumpliendo las normas de calidad de señal que establece el Reglamento en cuanto a Ganancia y Fase Diferenciales, Interferencias de Frecuencia Única, Intermodulación Simple e intermodulación múltiple.

Las Centrales de Banda Ancha serán de 45 dB de ganancia en todas las bandas, incluso FI, con ganancia regulable en 20 dB y salidas máximas de 110 ó 105 dBuV. En V/U o FI, figura de ruido <9 dB cumpliendo los mismos requisitos que los monocanales para los niveles de salida especificados.

#### **c) Características de los elementos pasivos**

##### **Tramos de red de distribución, dispersión, de usuario y PTR**

El cable coaxial que se utilice, así como los demás elementos pasivos, derivadores, distribuidores y tomas, deberán reunir los requisitos de ancho de banda e impedancia y la instalación deberá cuidarse con vistas a conseguir la perfecta adaptación de impedancias, de modo que se cumplan los requisitos de Respuesta Amplitud – Frecuencia en canal y en banda , y las Pérdidas de Retorno en cualquier punto de la red que establece el Reglamento, concretamente uno ROE máxima de 1,925 ó de 3,07 para V/U ó FI.

### **Derivadores**

De 75 ohm de impedancia y pérdidas mínimas de retorno de 10 y 6 dB en V/U y FI, lo que equivale a ROE máximas de 1,925 y 3,07 respectivamente.

### **Tomas**

Se utilizarán tomas finales separadoras, que separan las señales de TV/FM y FI mediante filtros de banda.

El desacoplo entre 2 tomas cualesquiera de un usuario, deberá ser  $\geq 20$  dB, como fija el Reglamento.

### **Cable**

El cable a utilizar, de 75 ohm de impedancia característica, deberá cumplir los demás requisitos técnicos que sobre atenuación, pérdidas de retorno, velocidad relativa de propagación y apantallamiento, determina el Reglamento.

Para el cumplimiento en aspectos relativos a la seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética podrán utilizarse como referencia las normas UNE-EN 50083-1, UNE-EN 50083-2 y UNE-EN 50083-8.

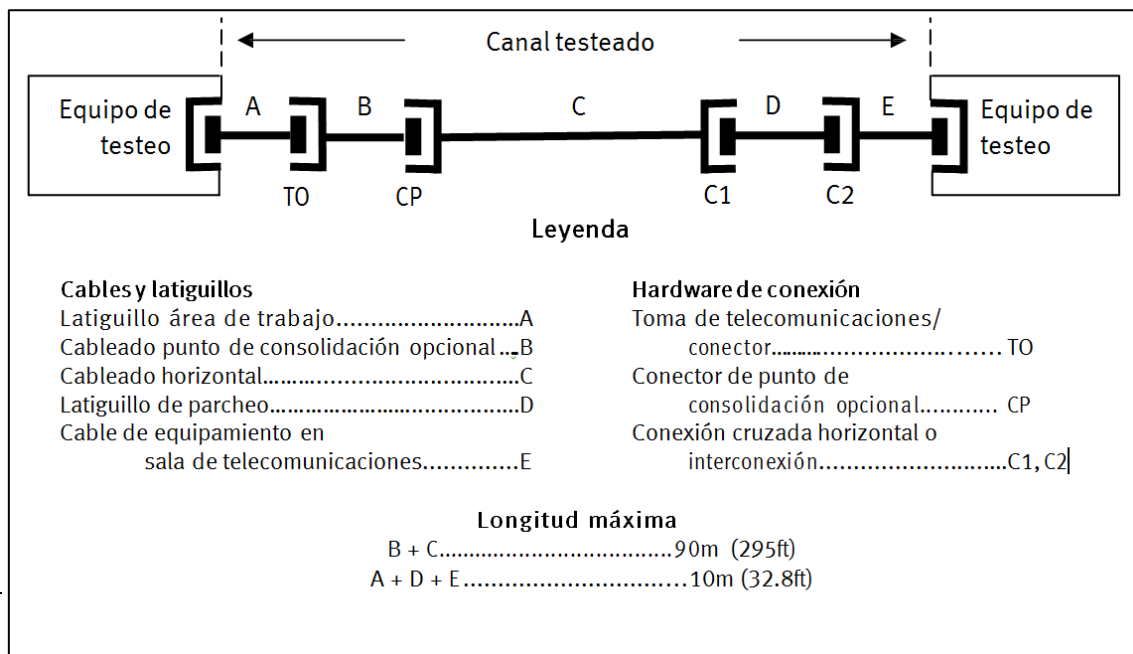
## **2.7.122. DEFINICION DE ENLACE CLASE E<sub>A</sub> PARA CABLEADOS APANTALLADOS Y NO APANTALLADOS**

En el caso de optar por un cableado de Categoría 6A / Clase EA, se deberá exigir el cumplimiento de las siguientes normativas para el sistema completo (o el del último borrador publicado en el caso de normas que no estén todavía oficialmente publicadas).

- ISO/IEC 11801 (2017)
- ISO/IEC 61156-5
- EN 50173-1, Categoría 6A
- ANSI/EIA/TIA-568-C.2 - Categoría 6A
- ANSI/TIA-1152-A

### **RENDIMIENTO DE TRANSMISIÓN DE CANAL CLASE E<sub>A</sub>**

La configuración del test de canal se corresponde con la siguiente figura:

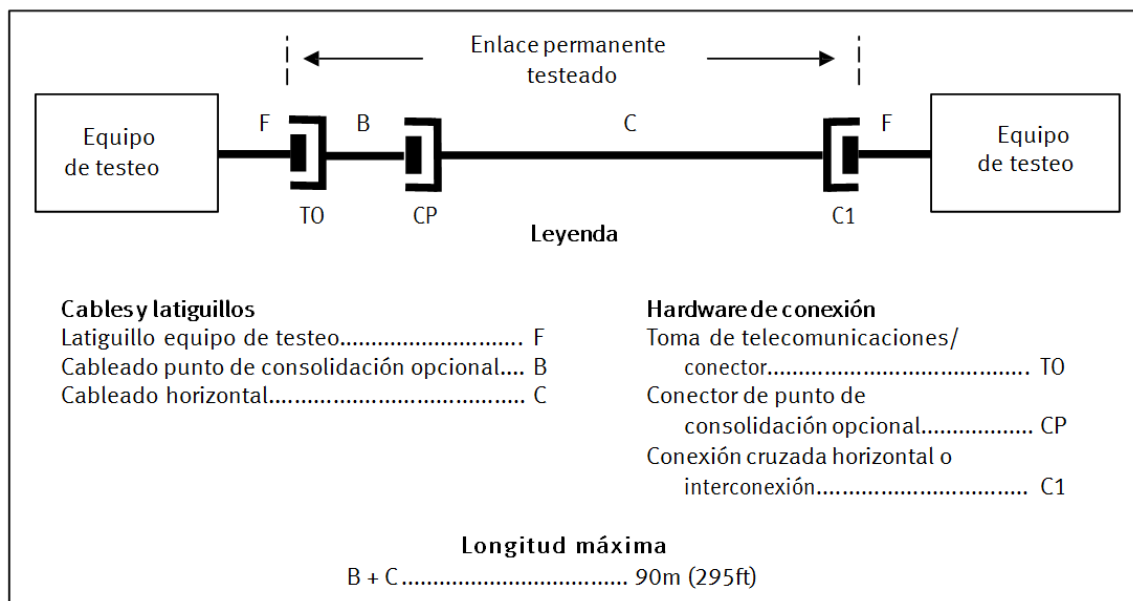


| Frecuencia (MHz)  | 1  | 16   | 100  | 250  | 500   |
|---|--|------|------|------|-------|
| DC LOOP RESIST. Máx (Ohm)                               | 25   |      |      |      |       |
| DC RESISTANCE UNBALANCE Máx.(mOhm)<br>(cond. de un par) | 3.0% con un mínimo de 200mOhm  |      |      |      |       |
| DC RESISTANCE UNBALANCE Máx.(mOhm)(entre pares)         | 7.0% con un mínimo de 100mOhm  |      |      |      |       |
| DC POWER FEEDING Mín (A)                                | 0,75A hasta 60°C de temperatura de op.   |      |      |      |       |
| RESISTENCIA DIELÉCTRICA (V)                             | 1000V DC conductor-conductor<br>1000V DC cond-pantalla o cond-tierra<br>(si no hay pantalla) |      |      |      |       |
| RETURN LOSS mín (dB)                                    | 19.0   | 18.0 | 12.0 | 8.0  | 6.0   |
| INSERTION LOSS máx (dB)                                 | 4.0  | 8.2  | 20.9 | 33.9 | 49.3  |
| NEXT LOSS mín. (dB)                                     | 65.0   | 53.2 | 39.9 | 33.1 | 27.9  |
| PS-NEXT LOSS mín. (dB)                                  | 62.0   | 50.6 | 37.1 | 30.2 | 24.8  |
| ACR-N mín (dB)  | 61.0   | 45.0 | 19.0 | -0.8 | -21.4 |
| PSACR-N mín (dB)  | 58.0   | 42.4 | 16.2 | -3.7 | -24.5 |
| ACR-F mín (dB)  | 63.3   | 39.2 | 23.3 | 15.3 | 9.3   |
| PSACR-F mín. (dB)                                       | 60.3   | 36.2 | 20.3 | 12.3 | 6.3   |
| TCL mín (dB)  | 40.0   | 34.9 | 20.3 | 12.3 | 6.4   |
| PROP. DELAY máx (ns)                                    | 580  | 553  | 548  | 546  | 546   |
| DELAY SKEW máx. (ns)                                    | 50   | 50   | 50   | 50   | 50    |
| PSANEXT LOSS mín (dB)                                   | 67.0   | 67.0 | 60.0 | 54.0 | 49.5  |
| Average PSANEXT mín (dB)                                | 67.0   | 67.0 | 62.3 | 56.3 | 51.8  |
| PSAACRF mín (dB)  | 64.7   | 52.9 | 37.0 | 29.0 | 23.0  |
| Average PSAACRF mín (dB)                                | 67.0   | 56.9 | 41.0 | 33.0 | 27.0  |

| Frecuencia (MHz)                                       | 1    | 16  | 30   | 250  | 500  |
|--|------|-----|------|------|------|
| ELTCTL mín (dB)  | 30.0 | 5.9 | 0.5  | n/s  | n/s  |
| COUPLING ATTENUATION mín (dB) (para cable apantallado) |      |     | 40.0 | 32.0 | 26.0 |

## RENDIMIENTO DEL ENLACE PERMANENTE CLASE E<sub>A</sub>

La configuración del test de enlace permanente se corresponde con la siguiente figura:



La tabla de valores que se exigirá para los distintos parámetros de transmisión será:

| Frecuencia (MHz)  | 1                             | 16   | 100  | 250  | 500                         |
|---|-------------------------------|------|------|------|-----------------------------|
| <b>DC LOOP RESIST. Máx (Ohm)</b>                                | 18.3                          |      |      |      |                             |
| <b>DC RESISTANCE UNBALANCE Máx.(mOhm)<br/>(cond. de un par)</b> | 3.0% con un mínimo de 150mOhm |      |      |      |                             |
| <b>DC RESISTANCE UNBALANCE Máx.(mOhm)<br/>(entre pares)</b>     | 7.0% con un mínimo de 100mOhm |      |      |      |                             |
| <b>RETURN LOSS mín (dB)</b>                                     | 21.0                          | 20.0 | 14.0 | 10.0 | 8.0                         |
| <b>INSERTION LOSS máx (dB)</b>                                  | 4.0                           | 7.0  | 17.8 | 28.9 | 42.1                        |
| <b>NEXT LOSS mín. (dB)</b>                                      | 65.0                          | 54.6 | 41.8 | 35.3 | 29.2<br>27.9 <sup>1</sup>   |
| <b>PS-NEXT LOSS mín. (dB)</b>                                   | 62.0                          | 52.2 | 39.3 | 32.7 | 26.4<br>24.8 <sup>1</sup>   |
| <b>ACR-N mín (dB)</b>   | 61.0                          | 47.6 | 24.0 | 6.4  | -12.9<br>-14.2 <sup>1</sup> |
| <b>PSACR-N mín (dB)</b>   | 58.0                          | 45.2 | 21.5 | 3.8  | -15.7<br>-16.3 <sup>1</sup> |
| <b>ACR-F mín (dB)</b>   | 64.2                          | 40.1 | 24.2 | 13.2 | 10.2                        |

<sup>1</sup> Valor para medida de enlace permanente con punto de consolidación según "Configuración C" de la norma EN-50173-1.

| Frecuencia (MHz)         | 1    | 16   | 100  | 250  | 500  |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| PSACR-F mín. (dB)        | 61.2 | 37.1 | 21.2 | 13.2 | 7.2  |
| TCL mín (dB)             | 40.0 | 34.9 | 20.3 | 12.3 | 6.4  |
| ELTCTL mín (dB)          | 30.0 | 5.9  | n/s  | n/s  | n/s  |
| PROP. DELAY máx (ns)     | 521  | 496  | 491  | 490  | 490  |
| DELAY SKEW máx. (ns)     | 44   | 44   | 44   | 44   | 44   |
| PSANEXT LOSS mín (dB)    | 67.0 | 67.0 | 60.0 | 54.0 | 49.5 |
| Average PSANEXT mín (dB) | 67.0 | 67.0 | 62.3 | 56.3 | 51.8 |
| PSAACRF mín (dB)         | 64.7 | 52.9 | 37.0 | 29.0 | 23.0 |
| Average PSAACRF mín (dB) | 67.0 | 56.9 | 41.0 | 33.0 | 27.0 |

| Frecuencia (MHz)                                       | 30   | 250  | 500  |
|--|------|------|------|
| COUPLING ATTENUATION mín (dB) (para cable apantallado) | 40.0 | 32.0 | 26.0 |

### **RENDIMIENTO DE TRANSMISIÓN PARA EL HARDWARE DE CONEXIÓN CATEGORÍA 6A**

Los conectores RJ-45 de Categoría 6A cumplirán con:

- ISO/IEC 11801 Edition 2.2.

Junto con los siguientes parámetros:

| Frecuencia (MHz)                                   | 1   | 100  | 250  | 500  |
|--|---|------|------|------|
| DC INPUT TO OUTPUT RESISTANCE máx (mOhm)           | 200   |      |      |      |
| DC INPUT TO OUTPUT RESISTANCE UNBALANCE máx (mOhm) | 50  |      |      |      |
| DC CURRENT CARRYING CAPACITY mín (A)               | 0.75  |      |      |      |
| DC INSULATION RESISTANCE mín (MOhm)                | 100   |      |      |      |
| DC VOLTAGE PROOF mín (MOhm)                        | 1000 (conductor to conductor)<br>1500 (conductor a panel test y pantalla si existe) |      |      |      |
| RETURN LOSS mín (dB)                               | 30.0  | 28.0 | 20.0 | 14.0 |
| INSERTION LOSS máx (dB)                            | 0.10  | 0.20 | 0.32 | 0.45 |
| NEXT LOSS mín. (dB)                                | 75.0  | 54.0 | 46.0 | 37.0 |
| PS-NEXT LOSS mín. (dB)                             | 72.0  | 50.0 | 42.0 | 33.0 |



| Frecuencia (MHz)      | 1    | 100  | 250  | 500  |
|-----------------------|------|------|------|------|
| FEXT mín (dB)         | 75.0 | 43.1 | 35.1 | 29.1 |
| PSFEXT mín (dB)       | 72.0 | 40.1 | 32.1 | 26.1 |
| TCL mín (dB)          | 50.0 | 28.0 | 20.0 | 14.0 |
| TCTL mín (dB)         | 50.0 | 28.0 | 20.0 | 14.0 |
| PROP. DELAY máx (ns)  | 2.5  | 2.5  | 2.5  | 2.5  |
| DELAY SKEW máx. (ns)  | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| PSANEXT LOSS mín (dB) | 72.0 | 70.5 | 62.5 | 56.5 |
| PSAFEXT LOSS mín (dB) | 72.0 | 67.0 | 59.0 | 53.0 |

| Frecuencia (MHz)                                       | 1    | 10   | 30   | 80   | 100  | 250  | 500  |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| TRANSFER IMPEDANCE máx (Ohm)                           | 0.10 | 0.20 |      | 0.80 |      |      |      |
| COUPLING ATTENUATION mín (dB) (para cable apantallado) |      |      | 45.0 |      | 45.0 | 37.0 | 31.0 |

Los productos de cableado estructurado especificados serán suministrados y producidos por un único fabricante.

Se proveerá una garantía sobre producto, aplicaciones y EMC para el sistema de cableado de veinticinco (25) años.

En cuanto a la certificación, el enlace permanente deberá ser medido de acuerdo a IEC 61935 y ANSI/TIA-1152-A con un equipo de medida de Nivel IIIA configurando para Enlace Permanente de Clase EA en referencia a las normas de rendimiento de Enlace Permanente detalladas para la Clase EA en la edición de 2017 de la ISO 11801. Es necesaria la utilización en el equipo de medida de un interfaz de categoría 6A, o específico del fabricante para Categoría 6A.

### 2.7.123. ETIQUETADO DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El etiquetado de un sistema de cableado estructurado se realizará siempre siguiendo las pautas de códigos y colores impuestas por la propiedad.

En el supuesto de que la propiedad no tenga un criterio propio definido, se seguirá la estándar TIA/EIA-606-A (Administration Standard For Commercial Telecommunications Infrastructure), con el fin de dar los criterios de administración y, consecuentemente, identificación de un sistema de cableado estructurado.

Para realizar un correcto etiquetaje e identificación de las tomas, se tendrá que admitir que no es igual administrar un cableado de una pequeña oficina que el de un campus con varios edificios. En consecuencia, el sistema de etiquetado tendrá que ser flexible, y contemplar la posibilidad de que los sistemas crezcan de un modelo hacia otro.

Se etiquetarán todos los cables, rutas (conductos, bandejas, tubos etc...), y barras de puesta en suelo de telecomunicaciones con un identificador único.

Los componentes tendrán que marcarse donde vayan a ser administrados (puntos de terminación de red, plafones, bloques, salidas, etc.) y serán visibles tanto durante la instalación como durante el

mantenimiento.

Las etiquetas serán resistentes al medio ambiente donde se coloquen (humedad, calor, etc.), tendrán una vida útil superior al del elemento identificado, y serán impresas por elementos mecánicos; nunca se generarán a mano.

El contenido de la impresión dependerá del elemento a identificar, pero como mínimo habrá de contemplar la siguiente información:

Piso: un carácter numérico

Espacio de telecomunicaciones: un carácter alfabético

ID Patch Panel: uno o dos caracteres alfabéticos que identifiquen el patch panel

ID Puerto: dos o cuatro caracteres numéricos que identifiquen el puerto en el patch panel.

El cable de cada puerto deberá tener la misma información, en nuestro caso sería: 1A-A001; 1A002; 1A003, etc.

El código de colores será el siguiente:

| TIPOS DE TERMINACIÓN   | COLOR    | COMENTARIOS   |
|--|----------|---|
| Punto de demarcación   | Naranja  | Terminación en oficina central.   |
| Conexiones de redes  | Verde    | Conexiones de redes o terminación de circuito auxiliar.                               |
| Centralitas PBX, Hubs, switches, concentradores Host), redes, LAN, multiplexores | Púrpura  | Utilizado para todas las terminaciones principales de equipos de datos y conmutación. |
| Troncal de primer nivel  | Blanco   | Terminación troncal nivel 1.  |
| Troncal de segundo nivel   | Gris     | Terminación troncal nivel 2.  |
| Horizontal   | Azul     | Terminación de cable horizontal.  |
| Troncal de campus  | Marrón   | Terminación de cable de campus.   |
| Varios   | Amarillo | Auxiliar, control, seguridad, etc.  |
| Sistemas Telefónicos específicos   | Rojo     |   |

#### 2.7.124. ARMARIO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Se constituirá mediante el ensamblaje de módulos y elementos determinando las características definidas para cada uno de ellos según su capacidad indicada en el Proyecto.

La capacidad de los armarios se determinará en unidades "U" con montaje tipo mural o rack (recomendable tipo rack a partir de 24 U). Las dimensiones estandarizadas serán las siguientes:

| U | ANCHO (mm) | ALTO (mm) | FONDO (mm) |
|---|------------|-----------|------------|
|---|------------|-----------|------------|

| <b>U</b> | <b>ANCHO (mm)</b> | <b>ALTO (mm)</b> | <b>FONDO (mm)</b> |
|----------|-------------------|------------------|-------------------|
| 24       | 600               | 1200             | 600               |
| 24       | 800               | 1200             | 600               |
| 29       | 600               | 1400             | 600               |
| 29       | 600               | 1400             | 800               |
| 29       | 800               | 1400             | 600               |
| 33       | 600               | 1600             | 600               |
| 33       | 600               | 1600             | 800               |
| 33       | 800               | 1600             | 600               |
| 38       | 600               | 1800             | 800               |
| 38       | 600               | 1800             | 600               |
| 38       | 800               | 1800             | 800               |
| 38       | 800               | 1800             | 600               |
| 42       | 600               | 2000             | 800               |
| 42       | 600               | 2000             | 600               |
| 42       | 800               | 2000             | 800               |
| 42       | 800               | 2000             | 600               |
| 47       | 600               | 2200             | 600               |
| 47       | 600               | 2200             | 800               |

Los elementos que constituirán el armario serán los siguientes:

- Paredes laterales de chapa de acero.
- Puerta de chapa de acero frontal con cierre y cristal de seguridad.
- Techo de chapa de acero y mecanizado para entrada de cables.
- Zócalo para soportación sobre suelo o sobre ruedas mecanizado para entrada de cables.
- Guías de perfil y ángulos de montaje.
- Bandejas para aparatos de montaje fijo o extraíble.
- Regletas de enchufe para el montaje en los perfiles angulares posteriores.
- Unidad de ventilación con un mínimo de 4 a 8 ventiladores de 18 W cada uno según capacidad, con sus cables de conexión y elementos de fijación.
- Paneles de conexión de datos para 24 o 48 bases tipo RJ-45.

- Paneles de conexión de fibra óptica para 8, 16, 24 o 32 conectores del tipo necesario para la red
- Paneles de conexión de telefonía.
- Latiguillos de 1 a 2 m de longitud según disposición en armario de idénticas características al tipo de cableado y tomas escogidas en el Proyecto de cables.
- Paneles de paso de cables.
- Paneles ciegos
- Paneles de alineación y fijación de cables.
- Estribos de fijación de cables.
- Portaesquemas adosable a la puerta.

Para realizar correctamente la instalación se seguirán las especificaciones de montaje designadas por el fabricante.

Los paneles de voz y datos, tanto en cobre como en fibra, se etiquetarán y montarán en el orden establecido por el Director de Obra.

### **2.7.125. TOMAS PARA SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO APANTALLADAS (FTP) Y NO APANTALLADAS (UTP)**

Se constituirán por una base o por agrupación de bases modulares del tipo RJ-49 para conexión de cables de pares trenzados apantallados (FTP) o por base/s del tipo RJ-45 para conexión de cables de pares trenzados no apantallados (UTP), cumpliendo los requisitos establecidos por las normas cumpliendo los requisitos establecidos por las normas UNE-EN 50173, EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11801 en cuanto a características mecánicas y características eléctricas, siendo adecuadas para regímenes de datos de alta velocidad con un ancho de banda mínimo según se establezca para las clases de enlace D, E, E<sub>A</sub> o F, y en general todas aquellas normas definidas por la Directiva Europea sobre EMC (Compatibilidad Electromagnética).

Los contactos se realizarán con metal y cubrimiento de alta calidad y conductividad y se conectarán al cable por sistemas de desplazamiento de aislante, atendiendo a la codificación de colores de los pares del cable y según el orden establecido por el fabricante y las normas correspondientes.

Para el blindaje de las tomas para sistema FTP será necesario que las bases de conexión dispongan de una protección faradizada. La entrada del cable a la toma será preferiblemente inclinada con perfiles de soportación tipo abrazadera.

Y se tendrán en cuenta las indicaciones realizadas para la correcta conexión a tierra del sistema de cableado (FTP).

Cada base de la toma cumplirá los parámetros definidos en las citadas normas respecto al enlace del que forma parte: para clase D, E, E<sub>A</sub> o F.

Las bases modulares se adaptarán perfectamente a las placas frontales escogidas como compatibles asegurando la manipulación de su conexión.

Para realizar correctamente la instalación de este tipo de tomas deben respetarse las siguientes condiciones:

- Deben dejarse entre 8 y 18 cm de cable disponible para cada base de toma (en la roseta o panel) para evitar tracciones mecánicas sobre la conexión cuando se manipule la roseta o panel.
- No dejar partes sobrantes de cable, pantalla y cubierta en la conexión.
- Debe usarse la herramienta indicada por el fabricante para la conexión del cable.
- En los sistemas FTP se conectará el hilo de drenaje en el PIN asignado.
- Se etiquetará la toma según las normas establecidas por el Director de Obra.

Esta especificación es válida tanto para las tomas de usuario como para las bases incorporables en los paneles de distribución del armario repartidor.

## 2.7.126. CERTIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Una vez finalizada la instalación, se procederá a realizar la certificación de la misma. Por lo que se utilizará un equipo adecuado, capaz de medir todos los parámetros de Cat5e/Cat6/Cat6A hasta 100/250/500 MHz.

Como mínimo, el equipo tendrá que medir:

- Longitud
- Mapa de cableado
- Atenuación
- NEXT (en ambos sentidos)
- PS-NEXT (en ambos sentidos)
- ELFEXT/ACRF (en ambos sentidos)
- PS-ELFEXT/PS ACRF (en ambos sentidos)
- Return Loss (en ambos sentidos)
- Retraso
- Retraso diferencial
- PS ANEXT (sólo en categoría 6A)
- PS AACRF (sólo en categoría 6A)

Las medidas se realizarán sobre el enlace permanente, por lo que el equipo tendrá que disponer de tirantes de medida acabados en conectores RJ45 macho.

Se seleccionará el autotest correspondiente a **CLASS D PERMANENT LINK / CLASS E PERMANENT LINK / CLASS EA PERMANENT LINK**, de acuerdo con ISO 11801 (2017). En ningún caso se aceptarán autotest específicos del fabricante del sistema de cableado ofertado.

Cada medida se almacenará con único identificador, que permita su sencilla localización. Se entregarán las medidas de todos los enlaces en soporte magnético, en formato de texto y en el formato propio del software del equipo utilizado.

Para la certificación de los enlaces de fibra óptica, se usará un medidor de potencia óptica y una fuente de luz calibrada, realizándose las medidas de cada enlace en las dos direcciones y en las dos ventanas de longitud de onda.

Las medidas obtenidas se presentarán en forma de mesa, comparándolas con las atenuaciones teóricas máximas permitidas que se calcularán para cada enlace de acuerdo con ISO 11801.

## 2.7.127. LOCALES TECNICOS PARA GRUPOS ELECTROGENOS

Responden a la clasificación de locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico situados en el interior de edificios destinados a otros usos. Cumplirán las especificaciones señaladas en el REBT (ITC-BT-30).

### INACCESIBILIDAD

Los locales o salas destinados a alojar generadores eléctricos quedarán dispuestos de forma que queden cerrados al acceso de las personas ajenas al servicio.

### PASOS Y ACCESOS

Estarán dimensionados y dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no se vea impedido por la apertura de cerramientos o por la presencia de obstáculos que puedan suponer riesgos o que dificulten la evacuación en caso de emergencia.

### ELEMENTOS DELIMITADORES

Como local de riesgo especial integrado en un edificio, la clasificación del nivel de riesgo es la que se establece en el Documento Básico SI1 de seguridad en caso de incendio (Tabla 2.1.) del Código Técnico de la Edificación.

Con independencia de los supuestos que se contemplan en el DBSI, se considera que el local responde a la clasificación de Riesgo Medio, con lo que los cerramientos (muros exteriores, cubierta, solera y elementos estructurales) deberán tener una resistencia al fuego R120- EI120.

### **PUERTAS**

De acuerdo con el DBSI, el local tendrá un vestíbulo de independencia en cada comunicación con el resto del edificio. Las puertas de comunicación que responden a la clasificación de Riesgo Medio son 2xEI2 30-C5. Se estandariza la clasificación 2xEI2 60-C5.

Las puertas de los locales de riesgo especial deberán abrir hacia el exterior de los mismos y el máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local será como máximo de 25m.

### **SOLERA**

La solera del local y de las vías de acceso de los generadores y equipos estará calculada para soportar la carga máxima resultante. Sobrecarga mínima estimada: 2000 Kg/m<sup>2</sup>. En el interior del local el pavimento deberá ser antideslizante.

### **ELEMENTOS METALICOS**

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción y estén en contacto con el ambiente deberán estar protegidos convenientemente contra la corrosión mediante un tratamiento galvanizado por inmersión en caliente o un acabado equivalente. Incluye empotramientos parciales.

Los soportes metálicos o apoyos críticos deberán tener una estabilidad al fuego EI180 como mínimo.

### **VENTILACION**

El local incorporará un sistema de ventilación natural o forzada que deberá permitir:

- La evacuación de las calorías almacenadas por el sistema de refrigeración del motor.
- La alimentación en aire del motor.
- La eliminación del calor que se desprende por radiación del conjunto motor-alternador.
- Evacuación del aire viciado que provoca el funcionamiento del grupo.

Las entradas y salidas de aire estarán dispuestas de manera tal que se obtenga el mejor barrido posible del local. El tamaño de las aberturas deberá ser calculado de forma que no se produzca una restricción excesiva del flujo de aire.

Los caudales de aire precisos (m<sup>3</sup>/h) serán los que proporcione el fabricante para la máquina en cuestión, al igual que las superficies de ventilación entrada/salida (m<sup>2</sup>). La velocidad de circulación del aire no debe superar los 5 m/s.

Los huecos de ventilación irán provistos de rejillas metálicas construidas de forma que se impida la entrada del agua y animales. Cuando comuniquen con zonas interiores o que puedan ser consideradas como interiores del edificio, incorporarán compuertas automáticas que proporcionarán una resistencia al fuego equivalente al elemento atravesado.

### **CANALIZACIONES**

Quedarán dispuestas y realizadas de acuerdo con el REBT (ITC-BT-21). Los registros de canales de cables en pasillos de tránsito deberán garantizar la resistencia mecánica y perfecto asiento de los mismos, de forma que el tránsito de personal y paso de materiales sea seguro.

Estos locales no podrán ubicar ni estar atravesados por canalizaciones ajenas a los mismos, tales como instalaciones de gas, agua, aire, teléfonos, vapor, etc.

### **INSONORIZACION Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS**

En función de su emplazamiento el local estará equipado con sistemas de insonorización adecuados que garanticen el cumplimiento de la normativa municipal que corresponda o en caso contrario la del rango superior que lo regule.

Al objeto de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los generadores a la estructura del edificio se colocará un sistema amortiguador en forma de losa flotante soportada sobre una base absorbente o un sistema mecánico equivalente. En condiciones de explotación ningún punto del sistema portante estará en contacto con el firme del local.



## **RED DE SANEAMIENTO**

Se evitará en lo posible y siempre deberá quedar situado en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas. Se adoptarán las medidas adecuadas para proteger las instalaciones de las consecuencias de cualquier posible filtración.

## **ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

El local estará dotado de un alumbrado de seguridad de acuerdo con el REBT (ITC-BT-30) y con independencia del grado de ocupación del personal de servicio.

## **ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

En el caso de que el local incorpore un sistema de almacenamiento de combustible éste se deberá realizar de acuerdo con los requerimientos que especifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas (RD 1523/1999): Instrucción técnica complementaria MI- IP03, correspondiente a Instalaciones de almacenamiento para su consumo en la propia instalación.

La manipulación e instalación de tanques de acero se ajustará a las condiciones que se establecen en la norma UNE 109501:2000 IN para tanques aéreos o en fosa y en la UNE 109502:2000 IN para tanques enterrados.

## **SISTEMAS CONTRAINCENDIOS**

El local incorporará las instalaciones que establece el Documento Básico SI4 de protección contra incendios (Tabla 1.1.) del Código Técnico de la Edificación.

**Extintores portátiles.** Según homologación MIE-AP5 y UNE 23110. Agente extintor: anhídrido carbónico. Eficacia mínima 89B.

### **2.7.128. INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS**

Sistemas constructivos y condiciones de instalación de grupos electrógenos. Factores a considerar en el diseño de los sistemas eléctricos y mecánicos que aseguren su correcto funcionamiento y el cumplimiento de las normativas vigentes.

#### **DIMENSIONAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DEL LOCAL**

**Dimensionamiento de los elementos que lo integran.** Dimensiones y peso del grupo electrógeno. Posición de las conexiones eléctricas de potencia y auxiliares. Posición de las conexiones de combustible. Colocación de las conexiones de los circuitos de refrigeración (si están separados). Elementos separados adicionales al grupo electrógeno.

**Respeto a una buena ventilación y refrigeración del grupo electrógeno.** La sala del grupo debe ser lo suficientemente amplia para permitir una correcta ventilación del motor y el alternador. La elección de la refrigeración estará en función del caudal de aire, el nivel sonoro deseado y los volúmenes disponibles.

**Disposición de los elementos.** Se deben respetar los accesos que garanticen el mantenimiento del sistema, la disposición de los canalones y las conexiones eléctricas y mecánicas entre los elementos.

**Nivel sonoro deseado.** Se debe asegurar mediante la colocación de pantallas sónicas o mediante un carenado insonorizado sobre el grupo electrógeno en función de sus dimensiones.

**Circuito de escape y de impulsión de humos.** El sistema deberá respetar el nivel sonoro deseado. Se deberá tener en cuenta el número de silenciadores y atenuación a la salida del motor y la realización del circuito de escape en el local, teniendo en cuenta los codos, soportes, etc. Relación con los locales próximos.

**Restricciones técnicas vinculadas a la instalación.** Superficie disponible. Volumen disponible. Límites de propiedades. Ubicación clasificada. Condiciones climáticas. Entorno polvoriento o agresivo. Desniveles importantes. Dificultad de acceso. Local existente. Restricciones de ubicación del local en relación con otros edificios. etc.

**Respeto a la legislación vigente.** Los niveles acústicos se realizarán en conformidad con el DB HR. Se cumplirán los valores de ruido, en referencia a zonificación acústica y emisiones acústicas, indicados en el real Decreto 1367/2007.

Se tendrá en cuenta, además, la normativa ISO 1999 en la que se establecen los máximos niveles sonoros aceptados en función del tiempo de exposición a los mismos, para un límite de 8 horas de trabajo diario, con un máximo de 45 horas semanales.

### SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Simplificando las configuraciones, los sistemas habituales de refrigeración más utilizados por rango de potencia son los siguientes:

- Potencia de 40 a 700 kVA. Refrigeración por radiador acoplado y posibilidad de cobertura fonoabsorbente.
- Potencia de 701 a 1.100 kVA. Refrigeración por radiador acoplado y posibilidad de cobertura fonoabsorbente o un sistema de refrigeración separado.
- Potencia superior a 1.101 kVA. Refrigeración independiente.

**Impacto de la elección de refrigeración.** Las secciones de entrada y expulsión de aire deben dimensionarse de forma que tengan una velocidad de paso que permita limitar la pérdida de carga y el nivel sonoro.

De forma general se intentará respetar una velocidad de paso inferior a 3,5 m/s

$$V \text{ (m/s)} = Q \text{ (m}^3\text{/s)} / S \text{ (m}^2\text{)}$$

Q = Caudal de aire

S = Sección de paso

NOTA: Las rejillas anti-lluvia de la entrada y la salida del aire deben dimensionarse para limitar las pérdidas de carga (consultar información del proveedor de rejillas anti-lluvia). Una idea aproximada da un valor de dimensiones con un tamaño del 25 al 30% superior.

Al considerar el aire de ventilación se tendrá en cuenta, además, el caudal de aire comburente del motor diesel.

De acuerdo con la tabla de datos de fabricante para distintas potencias en función de los sistemas de refrigeración y tomando como ejemplo un grupo de 1.000 kVA, tenemos los caudales y secciones siguientes:

- 88.000 m<sup>3</sup>/h y 8,75 m<sup>2</sup> con radiador acoplado.
- 54.680 m<sup>3</sup>/h y 5,42 m<sup>2</sup> con un aero-refrigerador equipado con ventiladores accionados por motor eléctrico.
- 30.680 m<sup>3</sup>/h y 3,04 m<sup>2</sup> con un aero-refrigerador exterior al local y ventiladores de sala.

En este ejemplo se puede observar el impacto de la elección de la refrigeración en:

- Las secciones de entrada y salida de aire y en consecuencia de las dimensiones del local. Esto es aún más importante cuando el grupo electrógeno se instala en el subsuelo del edificio.
- El nivel sonoro. Con caudales y secciones menores se obtendrá un mejor control del nivel sonoro exterior.
- El dimensionado de las rejillas anti-lluvia a la entrada y salida de aire.
- Las dimensiones, secciones y cantidades de las series de pantallas sónicas que deben instalarse.
- Un mejor confort para quienes trabajan en el local durante el funcionamiento.
- El impacto económico vinculado a las secciones y dimensiones.

**Conclusión:** Para algunas potencias debe llegarse a una solución de compromiso entre el coste de los sistemas, sus instalaciones y el resultado deseado en función de los criterios definidos.

*Tabla de datos de fabricante para distintas potencias en función de los sistemas de refrigeración*

| Potencia | Radiador acoplado |      |  |    | Aero-refrigerador con ventilador(es) accionado(s) por motor(es) eléctrico(s) |      |  |    | Aero-refrigerador exterior con ventilador(es) accionado(s) por motor(es) eléctrico(s) |      |  |    |
|----------|-------------------|------|--|----|--|------|--|----|---|------|--|----|
|          | Caudales M3/h     |      | Secciones en en m² para una velocidad de 3,5 m/s |    | Caudales M3/h  |      | Secciones en en m² para una velocidad de 3,5 m/s |    | Caudales M3/h   |      | Secciones en en m² para una velocidad de 3,5 m/s |    |
| 30 kVA   | 6 364             | m3/h | 0.63   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 60 kVA   | 9 345             | m3/h | 0.93   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 100 kVA  | 13 702            | m3/h | 1.36   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 180 kVA  | 19 098            | m3/h | 1.89   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 200 kVA  | 20 890            | m3/h | 2.07   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 250 kVA  | 20 322            | m3/h | 2.02   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 300 kVA  | 29 131            | m3/h | 2.89   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 375 kVA  | 29 131            | m3/h | 2.89   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 450 kVA  | 41 470            | m3/h | 4.11   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 500 kVA  | 41 519            | m3/h | 4.12   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 650 kVA  | 61 488            | m3/h | 6.10   | m² | 33 168   | m3/h | 3.29   | m² | 23 168  | m3/h | 2.30   | m² |
| 700 kVA  | 64 944            | m3/h | 6.44   | m² | 38 384   | m3/h | 3.81   | m² | 23 384  | m3/h | 2.32   | m² |
| 825 kVA  | 71 280            | m3/h | 7.07   | m² | 43 960   | m3/h | 4.36   | m² | 26 960  | m3/h | 2.67   | m² |
| 900 kVA  | 72 360            | m3/h | 7.18   | m² | 44 320   | m3/h | 4.40   | m² | 27 320  | m3/h | 2.71   | m² |
| 1000 kVA | 88 200            | m3/h | 8.75   | m² | 54 680   | m3/h | 5.42   | m² | 30 680  | m3/h | 3.04   | m² |
| 1275 kVA | 98 578            | m3/h | 9.78   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 1400 kVA | 99 000            | m3/h | 9.82   | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 1680 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 39 920  | m3/h | 3.96   | m² |
| 1700 kVA | 127 620           | m3/h | 12.66  | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 1800 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 39 920  | m3/h | 3.96   | m² |
| 1900 kVA | 124 077           | m3/h | 12.31  | m² |  |      |  |    |   |      |  |    |
| 2000 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 49 880  | m3/h | 4.95   | m² |
| 2250 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 50 240  | m3/h | 4.98   | m² |
| 2545 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 54 800  | m3/h | 5.44   | m² |
| 2800 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 56 880  | m3/h | 5.64   | m² |
| 3000 kVA |                   |      |  |    |  |      |  |    | 59 880  | m3/h | 5.94   | m² |

### DISEÑO DE UNA INSTALACION SIN INSONORIZACION ESPECIAL

Diseño tipo de una instalación de un grupo electrógeno con radiador acoplado sin insonorización especial, pupitre de gestión incorporado al grupo, disyuntor de protección y depósito de combustible separado en el mismo local. Aspectos a considerar:

- Accesibilidad de los distintos elementos situados en el local para poder asegurar su mantenimiento.
- Buena ventilación en el sentido ALTERNADOR --> MOTOR --> REFRIGERACION. Entrada de aire fresco del lado del alternador. Evacuación del aire caliente, a través del radiador acoplado, hacia el exterior del local, sin fugas. Adición de rejillas anti-lluvia a la entrada y salida del aire.
- Acceso de los distintos elementos mediante la instalación de una puerta sobredimensionada.
- Instalación del grupo electrógeno sobre una losa anti-vibratoria.
- Evacuación de los gases de escape hacia el exterior del edificio respetando la reglamentación vigente. Los silenciosos deberán estar suspendidos con sistemas anti-vibratorios.
- Conexiones eléctricas. Deben responder a los métodos de colocación reglamentarios generales en porta-cables y canalones
- Tuberías de combustible. Pueden circular por canalones pero totalmente independientes de los canalones eléctricos.

Observaciones:

- El depósito de combustible integrado en el chasis del grupo electrógeno permite reducir las dimensiones del local.

- El grupo quedará instalado sobre una losa de hormigón aislada por un material deformable o elástico que evite la transmisión de vibraciones a los locales circundantes.

### **DISEÑO DE UNA INSTALACION CON INSONORIZACION SIMPLE**

Para una insonorización simple a unos 85 dB(A) a 1 m en el exterior del local se plantean dos soluciones:

- Colocación de pantallas sónicas a la entrada y salida de aire e instalación de uno o varios silenciadores de escape apropiados.
- Refrigeración por radiador. Ventilación asegurada por un radiador acoplado en el sentido ALTERNADOR --> MOTOR --> RADIADOR.
- Carenado insonorizado sobre el grupo electrógeno en función de las dimensiones del grupo electrógeno y del impacto económico. Conducto estanco entre el carenado y el conducto de salida para impedir la recirculación del aire caliente.

### **DISEÑO DE UNA INSTALACION CON AERO-REFRIGERADOR**

Sistema mediante aero-refrigerador de baja velocidad exterior y conexión directa con el motor. Sistema de refrigerador separado del local del grupo electrógeno que permite limitar los caudales y las secciones de ventilación y de esta forma mejorar la insonorización deseada. Observaciones:

- Los circuitos de refrigeración entre los motores diesel y los aero-refrigeradores pueden ser de circuito simple o de doble circuito, en función del tipo de motores.
- Los motores de doble circuito de alta temperatura/baja temperatura incorporarán el correspondiente intercambiador.
- Si la altura del refrigerador es superior a 10 m entre la parte alta del aero-refrigerador y el centro del motor térmico debe sopesarse la instalación de un intercambiador intermedio en el o los circuitos de refrigeración.
- El sistema incorpora una o dos bombas eléctricas de circulación de agua entre el intercambiador y el sistema de refrigeración exterior.

### **ELEMENTOS ANEXOS**

**Sistema de gestión y automatismo de los grupos electrógenos.** Variantes:

- Sistema de automatismo integrado directamente en el grupo electrógeno. Pupitre de control directamente montado y conectado al grupo electrógeno.
- Armario/s de mando y control autoportantes, externos al grupo electrógeno. Implica una configuración de funcionamiento en general más compleja (acoplamiento entre los grupos o a la red).

**Sistema de protección de potencia.** Siguiendo la configuración del sistema de gestión, presenta las variantes siguientes:

- Módulo de protección instalado directamente en un armario metálico, conectado y fijado al grupo electrógeno o situado al lado del alternador.
- Módulo de protección instalado directamente en el armario de mando y control externo al grupo electrógeno.

**Depósito diario de combustible.** Configuraciones posibles:

- Un depósito en el chasis que puede ser de llenado directo. La autonomía depende del consumo del motor y de la capacidad del depósito. Posibilidades de llenado del depósito diario desde una cisterna de almacenamiento realizando el trasvase mediante una bomba eléctrica de aspiración manejada mediante un indicador eléctrico instalado en el depósito del chasis.
- Un depósito diario separado del grupo electrógeno y que alimenta al motor por gravedad, con ayuda de la bomba alimentaria del motor térmico. Igualmente se puede disponer de una bomba eléctrica de combustible accionada por el indicador eléctrico montado y conectado al depósito diario.

## 2.7.129. GRUPOS ELECTROGENOS REFRIGERADOS POR AGUA

Grupos automáticos diesel de emergencia para suministro eléctrico complementario o de seguridad, en baja tensión. Cumplirán las especificaciones señaladas en el REBT (ITC-BT-40).

### NORMAS

La Norma principal de referencia es la ISO 8528 (Grupos electrógenos de corriente alterna accionados por motores alternativos de combustión interna)

Se cumplirá la conformidad de los diferentes componentes del grupo electrógeno respecto estas normas:

Conformidad de motores térmicos:

ISO 3046 – Motores alternativos de combustión interna

Conformidad de los alternadores:

IEC 60.034 – Máquinas eléctricas rotativas

Conformidad de construcción de armarios eléctricos:

EN 60439-1 Conjuntos de aparamenta de Baja Tensión

Deberán cumplir el marcado CE que incluye las directivas siguientes: 2006/42/CE (Seguridad de las máquinas); 2014/35/UE (Baja tensión); 2014/30/UE (Compatibilidad electromagnética); 2000/14/EC (Emisiones sonoras de las máquinas al aire libre); 2004/26/CE (Emisiones NRMM: Non-Road Mobile Machinery).

Se cumplirá la Directiva (UE)2015/193(MCP) respecto emisiones contaminantes a la atmósfera; y Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas.

Se seguirán también las Directivas aplicable relativas al Medio Ambiente, particularmente:

Directiva 2012/19/UE (DEEE2/WEEE2)

Directiva 2011/65/UE (RoHS2)

### CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Básicamente constituidos por:

- Motor diesel.
- Alternador.
- Bancada.
- Cuadro de control.
- Sistemas auxiliares.

Cumplirán las condiciones constructivas y de servicio que se establecen en los documentos del proyecto (memoria descriptiva, cálculos, planos, partidas económicas, mediciones y pliego de condiciones técnicas generales.)

**Motor diesel.** Versión industrial, refrigerado por agua mediante radiador incorporado con depósito de expansión y ventilador accionado directamente por el motor diesel asegurando su refrigeración hasta 50 °C de temperatura ambiente. Normas aplicadas para los motores diesel: ISO 3046, DIN 6271 y BS 5514.

Refrigeración a distancia. Mediante grupo aero-refrigerador incorporando: grupo moto-ventilador, intercambiador de calor con circuito independiente respecto del primario del motor, tanque de expansión, circuito hidráulico con electro-bomba auxiliar, válvulas de retención y dispositivos de seguridad. El sistema se alimentará eléctricamente del propio grupo. El líquido refrigerante será agua glicolada.

**Alternador.** Sin escobillas, de 4 polos, autorregulado electrónicamente, autoventilado, con grado de protección IP.23 y aislamiento clase H. Acoplamiento semielástico entre motor y alternador capaz de absorber las vibraciones y soportar los impactos de carga. Normas aplicadas para los alternadores: NFC 51111, VDE 0530, BS 4999, NEMA MG1 e IEC 60034.



**Bancada.** El conjunto motor-alternador irá montado en línea, sobre una bancada robusta de perfiles laminados de acero, formando una sola unidad que estará aislada de la solera mediante amortiguadores de vibraciones. Incluirá puntos de alzado y un depósito de combustible de diario.

**Cuadro de control.** Incorporado al grupo o en sistema auto-estable externo al grupo, incluirá los elementos necesarios para automatizar el funcionamiento del sistema. La secuencia de las operaciones de arranque y paro del grupo, así como las correspondientes a protecciones y alarmas, estarán controladas por dos autómatas redundantes programables con microprocesador que incorporarán, grabado en memoria, los programas que controlarán las señales de entrada y salida que operan sobre el grupo electrógeno.

El cuadro permitirá el funcionamiento en modo manual, automático o pruebas. El modo de pruebas permitirá simular el fallo de la red para comprobar el correcto funcionamiento del automatismo de arranque del grupo. Cuando se especifique, el cuadro permitirá el funcionamiento con acoplamiento entre varios grupos, entre grupos y red, y realizará la gestión de cargas en función de la capacidad de generación.

Norma aplicable al cuadro de control: EN 60439-1

El sistema de conmutación red-grupo queda situado por lo general en el cuadro eléctrico principal del edificio y no forma parte específica del suministro del grupo.

**Sistemas auxiliares.** Incluyen: sistema de arranque eléctrico en continua con alternador de carga y baterías de arranque de plomo o níquel-cadmio. Filtros de aire, aceite y gasoil reemplazables. Resistencia de precaldeo del motor. Regulador electrónico de velocidad del motor. Interconexiones flexibles entre el depósito de bancada y el motor. Interruptor tetrapolar magneto térmico de protección del alternador.

## **ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

En el caso de que el local incorpore un sistema de almacenamiento de combustible se deberán cumplir los requerimientos que especifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas (RD 1523/1999): Instrucción técnica complementaria MI- IP03, correspondiente a Instalaciones petrolíferas para uso propio.

La manipulación e instalación de tanques de acero se ajustará a las condiciones que se establecen en la norma UNE 109501:2000 IN para tanques aéreos o en fosa y en la UNE 109502:2000 IN para tanques enterrados.

## **CARACTERISTICAS DE LAS SALAS**

Responderán a la clasificación de locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico situados en el interior de edificios destinados a otros usos. Cumplirán las especificaciones señaladas en el REBT (ITC-BT-30).

Las características constructivas y condiciones generales de estas salas se definen en la especificación técnica 1NA02. Locales técnicos para grupos electrógenos.

## **INSONORIZACION Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS**

En función de su emplazamiento el local estará equipado con sistemas de insonorización adecuados que garanticen el cumplimiento de la normativa municipal que corresponda o en caso contrario la del rango superior que lo regule.

Al objeto de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los generadores al edificio se colocará un sistema amortiguador en forma de losa flotante soportada sobre una base absorbente o un sistema mecánico equivalente. En condiciones de explotación ningún punto del sistema portante estará en contacto con el firme del local.

## **SISTEMA DE EVACUACION DE HUMOS**

Mediante chimenea modular de doble pared aislada, diseñada para funcionar a alta temperatura y para sobrepresiones  $\leq 5000\text{Pa}$ . Las pérdidas de carga en el conducto serán equivalentes a la sobrepresión asegurada en el generador, en consecuencia el punto O estará situado en la boca de salida de humos sin empleo de sistemas forzados auxiliares.

Las chimeneas estarán constituidas por dos cilindros engatillados de acero inoxidable, calidades AISI 316L (1.4404) o AISI 304 (1.40301), con una cámara aislada con lana de roca de densidad 100 kg/m<sup>3</sup>. Deberán soportar temperaturas hasta 600 °C.



Incorporarán un silenciador de escape industrial de atenuación y compensador flexible que cumplirá las exigencias a nivel de ruidos.

### **EJECUCION INSONORIZADA PARA INSTALACIONES INTEMPERIE**

En instalación intemperie los grupos quedarán enteramente cubiertos por un carenado insonorizado fabricado en medidas ISO estándares, diseñados para que el generador pueda trabajar en las mismas condiciones de temperatura y niveles sonoros establecidos para la versión interior. Construcción especial para manejo duro con chasis de doble pared con paneles electrocincados antes de la pintura y protegidos contra el óxido.

### **ENSAYOS ELECTRICOS**

Se efectuarán en banco de fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Pruebas de recepción para distintas cargas (presión de aceite, temperaturas de aceite, agua y ambiente. Parámetros eléctricos. Pruebas de alarma (presión aceite, temperatura motor, sobrecarga/cortocircuito, sobrevelocidad, fallo arranque, fallo combustible, fallo caldeo, carga baterías grupo, carga baterías red, orden conexión red y salida tensión). Tiempos de arranque, pausa y retardo a la parada.

Además de los ensayos tipo se realizarán ensayos de rutina destinados a detectar fallos en los materiales y en la fabricación: Inspección y ensayo de funcionamiento eléctrico y mecánico.

### **TRANSPORTE. MANIPULACION Y ASENTAMIENTO**

**Transporte.** Se verificarán a la recepción para detectar posibles daños producidos en el transporte (golpes en las envolventes, máquinas o equipos mojados, roturas, pérdidas de líquidos, conexiones eléctricas dañadas, etc.). Se comprobará que incorporan los componentes opcionales solicitados (alarmas adicionales, comunicaciones remotas, etc.).

**Descarga y manipulación.** La bancada del grupo estará especialmente construida para facilitar su manipulación y traslado. Para la descarga o elevación se emplearán los puntos de enganche ubicados en la propia bancada. Se utilizarán cadenas o cables de acero y grilletes dimensionados para el peso de la máquina. En general se usará una "barra de descarga" para evitar posibles daños de los cables sobre el grupo.

**Carga puntual que es capaz de soportar el suelo donde irá montado el grupo.** La carga puntual a la que se va a someter depende del peso total del grupo incluyendo todos sus líquidos (agua, aceite y gasoil), así como del número y tamaño de los puntos de apoyo y de la distribución de la carga sobre los puntos de apoyo. Se deberá verificar previamente.

### **MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO**

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante contrastadas con el servicio de asistencia. En especial las referidas a:

- Condiciones de la ubicación. Acceso y mantenimiento.
- Transmisión de vibraciones.
- Ventilación de la sala.
- Sistema de escape y aislamiento térmico.
- Sistema de refrigeración del motor.
- Capacidad y colocación del tanque de combustible de almacenamiento.
- Instalación eléctrica.
- Carga y mantenimiento de las baterías de arranque.
- Humos y requerimientos respecto a las emisiones.
- Normativas nacionales, locales o de seguros.

## **2.7.130. PUESTA A TIERRA**

Se establece para limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan llegar a presentar las masas metálicas; asegurar la actuación efectiva de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que comporta algún tipo de defecto en el material utilizado. Deberán garantizar que en el conjunto de las instalaciones de un edificio no se generan diferencias de potencial de riesgo y permitir el

paso a tierra de corrientes de descarga o de falta. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-18).

## **NORMAS**

Cumplirá las condiciones que establece la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE).

## **TOMAS DE TIERRA**

Según especificaciones de proyecto. Deberán cumplir los condicionantes que se exponen para cada sistema. Los valores de resistencia eléctrica y los plazos de estabilidad deberán alcanzar los niveles requeridos de proyecto

**Placas-estrella, planchas o similares.** Requerirán de una abertura en forma de pozo o zanja de 2 a 3 m3 y relleno mediante tierra vegetal y otros aditivos para disminuir la resistividad del terreno (tratamiento Ledoux).

**Jabalinas o picas convencionales.** Construidas en Fe/Cu o Fe galvanizado. La introducción se hará por hincado. La configuración será redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando deformaciones debido a la fuerza de los golpes. Diámetro mínimo: de 19 mm. Longitud: 2 metros.

**Electrodos de grafito rígido.** De larga durabilidad. Conformado por un electrodo en forma de ánodo, constituido enteramente por grafito y un activador-conductor de relleno para la mejora de la intimación con el terreno.

**Picas de zinc.** Para la protección catódica contra la corrosión de los sistemas de puesta a tierra construidos por conductores de acero galvanizado. Se presentarán con saco relleno de activador-conductor en base bentonítica.

**Electrodos de picron.** Para puestas a tierra profundas, terrenos pantanosos, niveles freáticos altos o ambientes marinos. Duración ilimitada. Instalados en perforaciones verticales o directamente depositados sobre sedimentos marinos. Tubular de acero desde 160mm de diámetro y profundidad de 3m. Activador-conductor de relleno.

## **CONDUCCIONES ENTERRADAS**

Estarán constituidas por un anillo que seguirá el perímetro del edificio y una serie de conducciones uniendo todas las conexiones de puesta a tierra del edificio y conectadas al anillo en ambos extremos (IEP-4). Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considera forman parte del electrodo de puesta a tierra. Las características de estos conductores se definen en proyecto.

## **CONDUCTORES DE TIERRA**

La sección de estos conductores deberá satisfacer las condiciones que se establecen en la ITC-BT-18. Tabla 1 (cables enterrados) y Tabla 2 (cables en superficie).

## **BORNES DE PUESTA A TIERRA**

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

## **CONDUCTORES DE PROTECCION**

La sección de estos conductores será la indicada en la Tabla 2 (Relación entre la sección de los conductores de protección y los de fase) o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la norma UNE-HD 60364-5-54:2015, apartado 543.1.1.

## **CONDICIONES GENERALES**

El recorrido de los conductores de tierra será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No quedarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean estos. Las conexiones finales se harán siempre por derivación del circuito principal.

Los conductores deberán tener un buen contacto eléctrico, tanto en la unión con las partes metálicas y masas como con el electrodo. La conexión del conductor se efectuará por medio de piezas de empalme de uso específico que deberán garantizar una conexión efectiva. La fijación del conductor se hará por medio de tornillería, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Si en una instalación existen tomas de tierras independientes se mantendrá entre los conductores y electrodos de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer en caso de falta.

### **2.7.131. TRANSPORTE NEUMATICO DE MUESTRAS**

La instalación de transporte neumático será de funcionamiento automático (con espera) mandada por microprocesador.

La instalación deberá permitir su ampliación como mínimo al doble de las estaciones previstas inicialmente.

Las estaciones se colocarán en puestos de control de las unidades del hospital indicadas en mediciones y memoria. Dispondrá de sistema de desaceleración para permitir el transporte de bolsas de sangre. Cada una dispondrá de un cuadro de pulsadores de selección de la estación de envío.

La central estará compuesta por microprocesador para mando y funcionamiento automático, pudiendo establecer prioridad y anulación de estaciones. Dispondrá de monitor y bloques de alimentación a 21 y 9 V. El conjunto soplante motor se instalará en el lugar indicado en los planos sobre silenblocks con válvula de tres posiciones para funcionar en aspiración o presión sin variar el sentido de rotación de la turbina.

### **2.7.132. ESTACION AUTOMATICA TRANSPORTE NEUMATICO DE MUESTRAS**

Estación Automática de recepción y envío de cartuchos, preparada para trabajar como una instalación MICROPROCESADA y MODULAR y diseñada para el transporte de documentos, medicamentos y muestras analíticas.

Cada estación dispondrá de boca superior de carga de cartuchos, con detector de presencia y sección cónica de centrado; recámara interior desplazable, con tres posiciones de trabajo; guías con bandas de rodamientos a bolas; desplazamiento horizontal y embrague de seguridad; sensores estáticos de posición; juntas de estanqueidad en los extremos de acoplamiento y motorización a 24 v.c.c.

Integrados en la estación estarán los circuitos electrónicos de mando, control y protección; botonera frontal con teclado de mando, selección y programa técnico; display con lectura en español de las funciones y de la situación de la estación y de la instalación; tecla de desvío por ausencia, con selección de destino; tecla de corrección; tecla de búsqueda y de autolimpieza.

La Estación Automática será de fácil registro técnico con acceso directo a las tarjetas electrónicas y elementos móviles incorporando cesta de recogida de cartuchos, de varilla de acero inoxidable; almohadilla de amortiguación y soporte mural de varilla de acero inoxidable para 5 cartuchos.

El montaje de la estación se realizará a partir de 900 mm del suelo y a una altura máxima de 1.500 mm.

### **2.7.133. EQUIPO AUTOMATICO DE BIFURCACION /DESVÍO PARA TRANSPORTE NEUMATICO DE MUESTRAS**

El equipo automático de bifurcación y/o desvío dispondrá de selector del circuito de salida con funcionamiento totalmente automático, con mando y control desde el ordenador central.

Dispondrá de una boca de entrada con collarín montado sobre rodamiento.

Tendrá dos ó tres salidas según modelo, con juntas de estanqueidad y acoplamiento por sensores estáticos; corona de tracción con engranaje de 1/2" y motor a 24 v.c.c.; tubo móvil interior con desplazamiento suave para desembocar en los tubos de salida, según el circuito seleccionado; caja metálica esmaltada al horno y registro de todo el frontal, con acceso directo de las placas electrónicas y de los equipos móviles.

### **2.7.134. TUBO DE TRANSPORTE NEUMÁTICO**

El tubo de transporte neumático será de 110 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor de pared (calibrado), especial para Transporte Neumático; color gris oscuro, homologado en la U.E. y tubo transparente en las zonas vistas.

El corte del tubo se realizará con utillaje especial para evitar vibraciones al paso de los cartuchos por las uniones de dos tramos de tubo.

La instalación se realizará con curvas de 800 mm de radio y uniones por manguitos exteriores soldados.

La fijación se realizará con bridas de acero galvanizado.

### **2.7.135. PINTURA Y SEÑALIZACION DE LA RED DE TUBERIAS**

Si se pintan las tuberías en toda su longitud, se utilizarán los colores básicos indicados en las normas UNE 48103 y UNE 1063, esta norma es equivalente a la norma DIN 2403:1984

Para instalaciones de climatización se realizará según los criterios establecidos en la UNE 100100

Las tuberías de agua de consumo humano se señalarán con los colores verde oscuro o azul. Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

Los pasamuros, soportes y todas las tuberías que sean de acero negro deberán recubrirse una vez limpiadas de dos manos de pintura antioxidante.

En las tuberías aisladas todos los circuitos se identificarán con colores normalizados y se indicará la dirección del fluido en cada tramo recto y a distancias no superiores a los 5 metros.

Se señalarán siempre las proximidades de las válvulas, empalmes, juntas, registros, uniones y enlaces o aparatos que forman parte de la instalación.

En las tuberías no aisladas se pintarán con dos capas de pintura normalizada toda la superficie de las tuberías.

Las canalizaciones de acero enterradas se protegerán en toda su longitud con dos capas de cinta bituminosa debiendo aplicarse la protección una vez las tuberías estén completamente secas, limpias de polvo y sin ninguna capa de óxido.

La protección debe ser elástica permanentemente en el tiempo amoldándose perfectamente a los movimientos del objeto protegido sin que se produzcan grietas ni fisuras. La protección debe poseer una gran resistencia al desgaste mecánico, a la acción de los rayos solares y a la acción de los agentes corrosivos que contiene el agua y la atmósfera.

El revestimiento no tendrá fisuras, bolsas ni otros defectos.

El color, brillo y textura uniforme.

En pintados con esmalte éste tendrá un grueso de película de aproximadamente 125 micras.

Las superficies de aplicación han de estar limpias, sin polvo, manchas, grasas ni óxido.

En superficies de acero, se eliminarán posibles incrustaciones de cemento o cal y desengrasar la superficie. Seguidamente aplicar las dos capas de imprimación antioxidante.

### **2.7.136. PINTURA DE LA INSTALACION DE GASES MEDICINALES**

Una vez acabada la instalación se procederá a la limpieza de la superficie exterior de las tuberías eliminando la grasa y los residuos de los materiales de construcción.

Las tuberías de vacío se protegerán contra la corrosión con dos capas de pintura de minio.

La identificación de los fluidos en las tuberías se efectúa mediante una serie de 3 colores:

- El color de fondo, que caracteriza la familia del fluido.
- El color de identificación, que permite identificar ciertos fluidos particulares.
- El color de estado, que indica el estado en que se encuentra el fluido.

Todas las tuberías de gases medicinales se pintarán en toda su longitud con dos capas de pintura con el siguiente código de colores:

| <i>Gas</i>                         | <i>Identificación</i>          | <i>Color</i>   |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Oxígeno                            | O <sub>2</sub>                 | Blanco         |
| Óxido Nitroso                      | NO <sub>2</sub>                | Azul           |
| Oxígeno, 50%,<br>Óxido Nitroso 50% | O <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> | Blanco / Azul  |
| Aire para respiración              | Aire                           | Negro / Blanco |
| Dióxido de Carbono                 | CO <sub>2</sub>                | Gris           |
| Aire Motriz                        | Air - 800                      | Negro / Blanco |
| Nitrógeno Motriz                   | N <sub>2</sub> - 800           | Negro          |
| Vacío                              | Vacío                          | Amarillo       |

Se tomará como documentación de referencia:

Norma UNE 1063 Caracterización de tuberías según la materia de paso.

Norma UNE-EN ISO 5359 Latiguillos de baja presión para utilización con gases medicinales

Fiche pratique de sécurité ED 88 (INRS)

Norma NF X 08-100. Tuyauteries rigides – Identification des fluides par couleurs conventionnelles.

También se podrá proceder según indique la Dirección Facultativa o la Propiedad.

## **2.7.137. ZANJAS OBRA CONDUCCIONES DE SANEAMIENTO**

Las tierras se deben sacar de arriba abajo sin socavarlas.

Si la tubería no va apoyada en solera, se apisonará el fondo de la zanja hasta llegar a la profundidad prevista.

La zanja será de la menor anchura practicable hasta la generatriz superior del tubo, para evitar en lo posible la carga de la tierra que gravita sobre el tubo.

La anchura en el fondo de la zanja será la suficiente para poder abrirla en caso de no utilizar maquinaria especial, es decir, de 55 cm como mínimo. En todo caso, será equivalente al diámetro de la tubería más de 30 cm.

La tubería ira enterrada a una profundidad mínima de 1,20 m desde la superficie. Esta altura podrá ser disminuida en el caso de que la superficie esté colocada bajo una solera de piso. En zonas ajardinadas la tubería de saneamiento podrá ir enterrada a una distancia mínima de 75 cm.

La aportación de tierras para la corrección de niveles debe ser la mínima posible, de las mismas existentes y de capacidad igual.

No se efectuará el relleno de la zanja hasta que haya sido probado cada tramo de tubería dando resultados positivos. Antes de comenzar el relleno se alisará el fondo, dejándolo limpio de guijarros.

La tierra que rodee a la tubería será limpia, bien apisonada a mano, en capas de 15 cm hasta sobre pasar la generatriz superior en 15 cm como mínimo. El resto de la zanja se rellenará con la tierra normal extraída, que será apisonada a mano o con maquinaria y regada hasta que sus características sean similares a las del terreno.

En el caso de las tuberías sin soleras, los tubos descansarán ligeramente empotrados en el fondo apisonado de manera que la tierra los rodee en 120 grados de su circunferencia. En el tramo situado bajo las juntas se ahuecará para que los enchufes queden libres.

En terrenos rocosos el fondo de la zanja estará a 15 cm como mínimo de la generatriz inferior del tubo, para lo que se extenderá sobre el fondo primitivo una capa de arena sobre la que descansará uniformemente la tubería.

En cualquier caso, los enchufes o capas, si se dispone de tubería en pendiente, se conectarán hacia la cota más alta. La tubería antes de quedar enterrada, estará protegida de las variaciones bruscas de temperatura y de los rayos directos del sol para evitar deformaciones posteriores y grietas. Para situar correctamente las tuberías se utilizarán calzos que se retirarán antes de enterrarlas.

Para las tuberías de hormigón y gres se construyen soleras o bien se las rodeará de una envoltura de hormigón. Esta protección será necesaria en caso de tenderse la tubería en terrenos con gravas poco firmes, debajo de los edificios o cuando hayan de soportar el tráfico de la superficie y como norma general siempre que la falta de resistencia de la tubería o la rigidez de sus juntas así lo aconseje. Las soleras serán de sección rectangular con un espesor mínimo de 10 cm y una anchura de 15 cm a cada lado de la tubería. Si es necesaria mayor protección como en el caso de tuberías enterradas a menos de 1,20 m o más de 4 m se enrasará la solera hasta la generatriz superior del tubo y en casos extremos se rodeará totalmente el tubo hasta una altura de 15 cm. sobre la generatriz superior. Esta protección será también necesaria en las juntas, codos y derivaciones.

Si se emplean juntas flexibles con anillos de goma, se procurará que aquellos puedan tener libre movimiento para lo que se hará un rebaje en el hormigón antes de su fraguado.

Se colocarán dados de hormigón exclusivamente en la tubería de fundición. Se colocarán a continuación de las capas, en sentido descendente, pudiendo colocarse también dados en la zona media del tubo si fuera necesario.

#### EXCAVACIONES CON MEDIOS MANUALES O MECÁNICOS

Los taludes perimetrales deben ser los fijados por la D.F.

Los taludes debe tener la pendiente especificado en la D.T.

La calidad de terreno del fondo de la excavación requiere la aprobación explícita de la D.F.

Tolerancias de ejecución:

|      |  |           |
|------|--|-----------|
| ccc) | Planor:                                  | ± 40 mm/m |
| ddd) | Replanteo:                               | < 0,25%   |
| eee) |  | ± 100 mm  |
| fff) | Niveles:                                 | ± 50 mm   |
| ggg) | Aplomado o talud de las caras laterales: | ± 2°      |

#### CONDICIONES GENERALES

No se debe trabajar con lluvia, nieve o viento superior a los 60 km/h.

Se deben proteger los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras.

Se deben eliminar los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la partida.

Se debe seguir el orden de los trabajos previsto por la D.F.

Antes de comenzar los trabajos, se hará un replanteo previo que debe ser aprobado por la D.F.

En terrenos cohesivos la excavación de los últimos 30 cm no se debe hacer hasta momentos antes de rellenar.



Es necesario extraer las rocas suspendidas, las tierras y los materiales con peligro de desprendimiento.

No se deben acumular tierras o materiales al borde de la excavación.

No se debe trabajar simultáneamente en zonas superpuestas.

Se debe estribar siempre que conste en el proyecto y cuando lo determine la D.F. La estribada debe cumplir las especificaciones fijadas en su pliego de condiciones.

Se deben entibar los terrenos sin cohesión y cuando, en honduras superiores a 1,30 m, se dé alguno de los casos siguientes:

Se tenga que trabajar dentro.

Se trabaje en una zona inmediata que pueda resultar afectada por un posible desprendimiento.

Tenga que quedar abierta acabada la jornada de trabajo.

También siempre que, por otras causas (cargas vecinas, etc.) lo determine la D.F.

Debe haber puntos fijos de referencia exteriores en la zona de trabajo, en los que se debe referir todas las lecturas topográficas.

Se debe prever un sistema de desguace con tal de evitar acumulación de agua dentro de la excavación.

Se debe impedir la entrada de aguas superficiales.

Si aparece agua en la excavación se deben tomar las medidas necesarias para engotarla.

Se deben tomar las medidas necesarias con tal de evitar la degradación del terreno del fondo de la excavación en el intervalo entre la excavación y la ejecución de la obra posterior.

Los trabajos se deben hacer de manera que molesten el mínimo posible a los afectados.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, restos de construcciones, etc.) se deben suspender los trabajos y avisar a la D.F.

No se debe rechazar ningún material obtenido de la excavación sin la autorización expresa de la D.F.

Se debe evitar la formación de polvo, por lo que hace falta regar las partes que se deban cargar.

La operación de carga se debe hacer con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes.

Se debe cumplir la normativa vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

## **2.7.138. POZOS DE REGISTRO CONSTRUIDOS EN OBRA (SANEAMIENTO)**

Los pozos de registro serán necesarios siempre que se deba registrar la red en un punto situado a más de 1,50 metros de profundidad o cuando se trate de hacer afluir todas las aguas residuales a un punto antes de su acometida a la red general de alcantarillado.

La máxima distancia entre pozos de registro para tramos rectos y pendientes uniformes no será mayor de 30 m.

Podrán ser contruidos con hormigón o fábrica de ladrillo macizo de 1 pie con mortero de cemento, con la superficie interior enfoscada y bruñida con mortero de cemento. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido.

Sus dimensiones mínimas deben permitir el trabajo de un hombre en su interior y una boca de acceso de 0,60 metros de diámetro o de lado con tapa de fundición.

Se someterán a pruebas de estanqueidad parcial, llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.

Se controlarán al 100% las uniones, entronques y/o derivaciones.

En cada localidad para la construcción de pozos de registro se debe cumplir su Ordenanza Municipal.

### **2.7.139. CONEXION CON ALCANTARILLADO PUBLICO**

La acometida al edificio a la red de alcantarillado debe ser como mínimo de 15 cm de diámetro y siempre inferior al diámetro de la alcantarilla receptora.

La pendiente de la acometida puede alcanzar el mínimo de 2 %, pero normalmente no debe ser inferior a 3 %.

El trazado y disposición de la acometida y la conexión con la alcantarilla receptora deben ser tales que el agua de ésta no pueda penetrar en el edificio a través de la acometida.

El eje de la acometida en la conexión debe formar ángulo con el eje de la alcantarilla comprendido entre 90° a 45°.

El ángulo de 90° ofrece mayores seguridades constructivas y el de 45° mayores facilidades hidráulicas. Normalmente es aconsejable utilizar ángulos de 90°.

Las acometidas a alcantarillas receptoras muy profundas deben efectuarse en pozos reforzados con hormigón, o mediante pozos de registro intermedios.

La acometida debe poseer juntas totalmente estancas y el material de construcción debe ser análogo al de la alcantarilla receptora.

Se dispondrá de un sifón en la acometida a la salida del edificio, normalmente en su interior, aunque en casos especiales puede construirse en el exterior junto a la fachada.

Dicho sifón tendrá por función retener aquellos objetos impropios para ser vertidos a la alcantarilla. El sifón deberá ser ventilado y a su vez permitir la ventilación de la alcantarilla por la cubierta del edificio, y además dispondrá de una tapa de acceso para su limpieza y para la conservación de la acometida.

Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas e ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como disponer mallas de geotextil.

En cualquier caso las acometidas o albañales deberán cumplir la Ordenanza que regula las condiciones a las que deberá ajustarse el uso de la red de alcantarillado.

### **2.7.140. CRITERIOS GENERALES DE PREVENCIÓN DE LEGIONELOSIS EN INSTALACIONES**

La utilización de aparatos y equipos que basan su funcionamiento en la transferencia de masas de agua en corrientes de aire con producción de aerosoles, recogidos dentro del ámbito de aplicación del presente Decreto, se debe llevar a cabo de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición para las personas. A tal efecto se deberán ubicar en lugares alejados de las personas y de las tomas de aire acondicionado y las ventanas.

Las baterías de refrigeración y deshumectación deben ser diseñadas con una velocidad tal que no origine arrastre de gota de agua. Se prohíbe el uso de separadores de gotas, salvo en caso especiales que deben justificarse.

Los materiales de los sistemas de refrigeración tienen que resistir la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con la finalidad de evitar la corrosión. Asimismo se tienen que evitar los materiales particularmente favorables para el desarrollo de las bacterias y los hongos, como son el cuero, la madera, la uralita, el hormigón o los derivados de la celulosa.

Se deben evitar las zonas de estancamiento de agua en los circuitos, como tuberías de by-pass, equipos o aparatos de reserva, tuberías con fondo ciego y similares. Los equipos o aparatos de reserva, en caso que hayan se deben de aislar del sistema mediante válvulas de cierre hermético, y tienen que estar equipados con una válvula de drenaje, situada en el punto más bajo, para vaciarlos cuando están en parada técnica.

Los equipos y aparatos se deben ubicar de forma que sean fácilmente accesibles para la inspección, desinfección y limpieza. Se tiene que poner una atención especial en el mantenimiento de baterías frías y bandejas húmedas de los equipos, mediante accesos adecuados y tapas de registro. Los equipos tienen estar dotados, en un lugar accesible, al menos de un dispositivo para realizar la toma de muestras del agua de recirculación.

Las bandejas de recogida de agua de los equipos y aparatos de refrigeración deben estar dotadas de fondo con la pendiente adecuada y tubo de desagüe de manera que se puedan vaciar completamente.

Si el circuito de agua dispone de depósitos (de abastecimiento, bombeo y otros) se deben de cubrir mediante tapas herméticas de materiales adecuados, así como poner pantallas en los sumideros y ventilaciones.

Para instalaciones prefabricadas de energía solar como se definen en el apartado C.T.E., a efectos de prevención de la legionelosis se alcanzarán los niveles térmicos necesarios según normativa mediante el no uso de la instalación. Para el resto de las instalaciones y únicamente con el fin y la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, es admisible prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar éste último con el auxiliar. En ambos casos deberá ubicarse un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. No obstante se podrán realizar otros métodos de tratamiento antilegionela permitido por la legislación vigente.

El sistema de aporte de energía convencional auxiliar en energía solar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

Se cumplirán las especificaciones indicadas en el Real Decreto 865/2003 de 04 de julio y en la norma UNE 100.030:2005 IN, por el que se establecen los criterios higiénicos-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.

Se cumplirá el Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006)

Se cumplirá el Real Decreto 1027/2007, del 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT).

En cada localidad se debe cumplir la normativa vigente para esa Comunidad Autónoma y su Ordenanza Municipal.

Madrid, diciembre de 2023

UTE EACSN - ESPLANARQ INT.