

HOSPITAL UNIVERSITARIO SANTA CRISTINA MADRID

Sustitución enfriadoras

Proyecto Ejecución septiembre 2023

Pliego de condiciones técnicas

ÍNDICE.

1 INTRODUCCIÓN

2 GENERALIDADES

- 2.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS
 - 2.1.1 PROYECTO
 - 2.1.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA
- 2.2 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN, PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN
 - 2.2.1 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN
 - 2.2.2 PLANIFICACIÓN
 - 2.2.3 COORDINACIÓN
- 2.3 CONDICIONES DE LOS PRODUCTOS EQUIPOS Y MATERIALES
- 2.4 ACOPIO DE MATERIALES
- 2.5 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- 2.6 DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA
- 2.7 INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE
 - 2.7.1 CONTROLES
- 2.8 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS
- 2.9 COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS
- 2.10 PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA OBRA
- 2.11 LIMPIEZA DE LA OBRA
- 2.12 ANDAMIOS Y APAREJOS
- 2.13 OBRAS AUXILIARES DE ALBAÑILERÍA
- 2.14 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA
- 2.15 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO Y ELEMENTOS SOMETIDOS A TEMPERATURAS ALTAS
- 2.16 PASOS DE INSTALACIONES, MANGUITOS PASA MUROS
- 2.17 LIMPIEZA DE CANALIZACIONES
- 2.18 SEÑALIZACIÓN
- 2.19 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS
- 2.20 PRUEBAS
 - 2.20.1 COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN
 - 2.20.2 PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS REDES
 - 2.20.3 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD Y RESISTENCIA MECÁNICA
 - 2.20.4 PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS
 - 2.20.5 PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN
 - 2.20.6 PRUEBAS DE CIRCULACIÓN
 - 2.20.7 PRUEBAS FINALES O CONTROLES FUNCIONALES
 - 2.20.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA REGULACIÓN AUTOMÁTICA
 - 2.20.9 EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
 - 2.20.10 EXIGENCIAS DE BIENESTAR
- 2.21 RECEPCIÓN PROVISIONAL Y DEFINITIVA
 - 2.21.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL
 - 2.21.2 RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTÍA

- 2.22 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECIALES
- 2.23 NORMATIVA
- 2.24 SUBCONTRATISTAS
- 2.25 SEGURIDAD E HIGIENE

3 TUBERÍAS Y ACCESORIOS

- 3.1 MATERIALES
- 3.2 MONTAJE
 - 3.2.1 GENERALIDADES
 - 3.2.2 TUBERÍAS DE ACERO
 - 3.2.3 TUBERÍAS DE COBRE
 - 3.2.4 MATERIALES PLÁSTICOS

4 AISLAMIENTOS TÉRMICOS

- 4.1 MATERIALES
- 4.2 MONTAJE
 - 4.2.1 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

5 VALVULERÍA

- 5.1 MATERIALES
- 5.2 MONTAJE
 - 5.2.1 VÁLVULAS DE BOLA
 - 5.2.2 VÁLVULAS DE MARIPOSA
 - 5.2.3 VÁLVULAS DE EQUILIBRADO

6 ELEMENTOS DE MEDIDA Y CONTROL

- 6.1 MATERIALES
 - 6.1.1 TERMÓMETROS
- 6.2 MONTAJE

7 SISTEMA DE CONTROL

- 7.1 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y CALEFACCIÓN
 - 7.1.1 CONTROL TEMPERATURA CIRCUITO FRÍO
- 7.2 AMORTIGUADOR DE SONIDO

8 EQUIPOS RED HIDRÁULICA

- 8.1 DILATADORES
- 8.2 SOPORTES ANTIVIBRATORIOS
- 8.3 TUBOS TESTIGO
- 8.4 PINTURA Y SEÑALIZACIÓN

9 CENTRAL DE PRODUCCIÓN DE FRÍO

- 9.1 PLANTAS ENFRIADORAS
 - 9.1.1 GENERALIDADES
 - 9.1.2 MATERIALES
 - 9.1.3 UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CON COMPRESOR DE TORNILLO
 - 9.1.4 MONTAJE

10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ASOCIADA

- 10.1 GENERALIDADES

- 10.1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN
- 10.1.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS
- 10.1.3 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN
- 10.1.4 MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES
- 10.1.5 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES
- 10.1.6 PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES
- 10.1.7 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO
- 10.1.8 DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES
- 10.2 CUADROS DE BAJA TENSIÓN
 - 10.2.1 GENERALIDADES
 - 10.2.2 COMPONENTES
- 10.3 CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN
 - 10.3.1 GENERALIDADES
 - 10.3.2 TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN
- 10.4 CANALIZACIONES
 - 10.4.1 GENERALIDADES
 - 10.4.2 MATERIALES
- 10.5 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS
 - 10.5.1 GENERALIDADES
 - 10.5.2 CUADROS CSS
 - 10.5.3 INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN
 - 10.5.4 DISTRIBUCIÓN PARA TOMAS DE CORRIENTE
- 10.6 REDES DE TIERRAS
 - 10.6.1 GENERALIDADES
- 10.7 MOTORES
 - 10.7.1 GENERALIDADES
 - 10.7.2 DISPOSITIVOS DE ARRANQUE DE LOS MOTORES Y MATERIAL ELÉCTRICO
- 10.8 PINTURA Y SEÑALIZACIÓN

11 ESPECIFICACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA

- 11.1 GRUPOS FRIGORÍFICOS

1 INTRODUCCIÓN

El presente PLIEGO DE CONDICIONES trata de establecer las condiciones técnicas que debe reunir la Instalación de Climatización y los Equipos que la integran de acuerdo con los contenidos exigidos en el Anejo II del Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código técnico de la Edificación (CTE) y en el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio del 2007 por el que se aprueba el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.) y que constituye la justificación del cumplimiento del Documento Básico HE-2 del Código Técnico de la Edificación en lo que se refiere al Rendimiento de las Instalaciones Térmicas. La justificación de que las soluciones propuestas en el proyecto cumplen con las exigencias de bienestar térmico e higiene, eficiencia energética y seguridad indicadas en el RITE y demás normativa aplicable se recoge tanto en este documento como en la memoria, hojas de referencia, planos y cálculos del proyecto.

Las verificaciones y pruebas para el control de la ejecución y el control de la instalación terminada requerido por el RITE e indicados en este documento, se complementan con el anejo PII de procedimientos de ejecución.

Las instrucciones de uso y mantenimiento se recogen en el anejo PIII de Manual de Uso y Mantenimiento de la instalación y en el anejo PIV los Protocolos del Programa de Revisiones indicado en la guía técnica del IDAE DR. N°1 Mantenimiento de Instalaciones Térmicas.

Las condiciones técnicas particulares de los equipos proyectados se incluyen como complemento de las condiciones generales aquí indicadas, en el anejo de Hojas de Referencia Técnicas de Equipos de la Memoria del Proyecto.

En el caso de que una especificación contenida en la MEMORIA contradijera a alguna cláusula del PLIEGO DE CONDICIONES, prevalecerá este último.

2 GENERALIDADES

La ejecución de las instalaciones será realizada por empresas instaladoras autorizadas legalmente dentro de cada especialidad.

Las empresas instaladoras deberán presentar copia de las acreditaciones correspondientes antes del inicio de los trabajos.

2.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos contratados incluye el suministro de materiales y equipos a instalar, su recepción, descarga de los mismos, su almacenamiento y protección contra golpes o inclemencias atmosféricas, la mano de obra para su montaje, la supervisión, los medios auxiliares y equipos necesarios para su instalación, la confección de los protocolos de pruebas y puesta en marcha, la regulación y equilibrado de los diferentes sistemas que la componen, así como toda la documentación necesaria para la recepción de las instalaciones comprendidas en el contrato.

2.1.1 PROYECTO

El Proyecto lo integran los siguientes documentos con el siguiente orden de prelación:

- Pliego de Condiciones Técnicas.
- Memoria.
- Planos.
- Mediciones y Presupuesto.
- Estudio de Seguridad y Salud.
- Plan de Control de Calidad.

Cualquier reforma o modificación del Proyecto deberá ser aprobada por escrito conjuntamente por la DIRECCIÓN FACULTATIVA y el CONTRATISTA, suscribiéndose los oportunos acuerdos en los que se

haga constar la necesidad y el alcance de la reforma, su repercusión en la ejecución, plazo y cuantía económica que dicha reforma o modificación pueda representar.

No se admitirán reformas o modificaciones al proyecto que carezcan de los documentos de aprobación debidamente cumplimentados.

2.1.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA

Se designa como DIRECCIÓN FACULTATIVA de las obras al equipo Técnico de Dirección de la Obra, quienes darán las órdenes y directrices necesarias para la ejecución de las mismas, consignándolas necesariamente por escrito ya sea en el Libro de Ordenes o en cualquier otro documento, debiendo el CONTRATISTA observarlas siempre que se ajusten a lo convenido en el contrato.

La DIRECCIÓN FACULTATIVA ostentará todas las facultades y ejercerá las funciones que le corresponden con arreglo a la Normativa Vigente y a los usos y buena praxis en el ámbito de la construcción.

Además de dichas facultades, funciones y de las que de forma concreta se le atribuyen, la DIRECCIÓN FACULTATIVA decidirá de forma especial en las siguientes materias:

- a) En cuanto a la correcta o incorrecta ejecución de cada parte o unidad de las obras y su adecuación al Proyecto y demás instrucciones y órdenes dadas por la propia DIRECCIÓN FACULTATIVA.
- b) En cuanto a la idoneidad de toda clase de materiales empleados, en especial si no son los específicamente mencionados en el Proyecto, pudiendo rechazar los que no considere de la calidad adecuada y ordenar su retirada de la obra. Cualquier cambio o modificación en los materiales previstos deberá ser aprobado por la DIRECCIÓN FACULTATIVA. En todo caso, los materiales deberán cumplir cuanto con relación a los mismos establece la LEGISLACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE.
- c) En cuanto a la aptitud de los medios y procedimientos constructivos a emplear, la estimación de si los empleados por el CONTRATISTA no permiten la buena ejecución de la obra, el cumplimiento de los plazos convenidos, o atentan contra la seguridad en la obra.
- d) En cuanto a la preferencia entre las diversas especificaciones contenidas en la documentación integrante del contrato, si se estimasen que son incongruentes o contradictorias entre sí, se establece el siguiente orden de prelación entre los distintos documentos:

- 1) El Contrato.
- 2) Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto.
- 3) Memoria del Proyecto.
- 4) Planos del Proyecto.
- 5) Mediciones del Proyecto.
- 6) Presupuesto del Proyecto.
- 7) Plan de Control de Calidad.
- 8) Estudio de Seguridad y Salud.

Variación de las Obras

- Cuando las órdenes de la Dirección Facultativa conlleven modificación en el precio o en el plazo de ejecución, deberá obtenerse por escrito la conformidad de la D. F. y el CONTRATISTA.
- Se considerarán modificaciones al Proyecto todas aquellas que, con posterioridad a la firma del contrato y por necesidades de obra, sean introducidas por la PROPIEDAD con la aprobación de la Dirección Facultativa o viceversa. No se consideran como tales modificaciones, ni por lo tanto supondrán incremento de los precios unitarios pactados, aquellos reajustes o especificaciones propias de la ejecución de obra ocasionadas por el replanteo general, adaptación de las instalaciones al Pliego de Condiciones Técnicas del proyecto y Normas Legales vigentes, relacionadas con la forma de ejecución de los trabajos, acoplamiento del Proyecto a soluciones técnicas concretas, e interpretaciones de la D. F. y CONTROL de CALIDAD sobre la forma de ejecutar los trabajos.

- Toda variación en las Obras requiere la conformidad previa de la D. F. y la empresa del CONTROL DE CALIDAD.
- La D. F. se reserva el derecho de no realizar alguna unidad del presupuesto, en cuyo caso no se certificará dicha unidad.

2.2 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN, PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

2.2.1 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN

El Contratista de la Instalación será una empresa instaladora autorizada y deberá haber aportado con anterioridad a su contratación la documentación requerida que le autoriza.

Se seguirán los Procedimientos de ejecución descritos en el Anexo PIII a este pliego de acuerdo con lo indicado en el CAPÍTULO IV PARTE 1 del RITE para la Ejecución de las Instalaciones Térmicas.

2.2.2 PLANIFICACIÓN

Además presentará, en el plazo de diez días a partir de la adjudicación de la obra, un programa detallado de las fases de ejecución de la instalación, realizado de acuerdo con la planificación general de la obra, así como el Programa para la realización de los Controles relativos a la recepción de en obra de equipos y materiales, los de las diferentes ejecuciones, sus protocolos de prueba y los de puesta en marcha.

En este programa indicará con claridad aquellos hitos propios de trabajos de otras especialidades que a su juicio condicionen la planificación de los trabajos de su responsabilidad.

En el mismo plazo presentará propuesta de la persona que asigna, durante la realización de los trabajos, como responsable directo y con poder para asumir decisiones y órdenes de la Dirección de Obra y en general al contenido del Artículo 19.

2.2.3 COORDINACIÓN

2.2.3.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos que se considerarán incluidos en los diferentes capítulos de este Proyecto está referido a aquellos en los que necesariamente han de coordinarse entre sí y que, obligatoriamente, deberán quedar reflejados documentalmente para aprobación por parte de la Dirección Facultativa, antes de proceder con las ejecuciones.

El Contratista Principal de la Obra, junto a los diferentes Instaladores que intervienen en este Proyecto, **someterá a aprobación de la Dirección Facultativa antes de su ejecución los Planos de Montaje con los replanteos acotados del conjunto.** En ellos figurarán detalles de alzados y secciones de aquellos lugares en los que inevitablemente pudiesen existir pérdidas de altura ó interferencias, y poder así proceder a nuevos replanteos que las solucionen.

Los distintos Instaladores que intervienen en los montajes indicarán claramente en los mencionados Planos de Montaje, los elementos de sus instalaciones que obligatoriamente han de quedar registrables para mantenimiento ó reparación.

Dichos planos se someterán a aprobación de la D. F., todos ellos firmados por el Director de Obra y cada uno de los responsables de las Instalaciones.

Serán tenidos en cuenta como PLANOS DE MONTAJE y certificará que los mencionados replanteos han sido coordinados por todos ellos, NO DANDO DERECHO a reclamación económica alguna caso de posteriores reformas debidas a un mal replanteo.

Al igual que en el apartado de PLANIFICACIÓN, dichos PLANOS DE MONTAJE serán devueltos por la D. F. después de su revisión como APROBADOS PARA MONTAJE, APROBADOS CON ANOTACIONES ó RECHAZADOS.

Los planos aprobados con anotaciones dan derecho al instalador a proceder con el montaje definido en ellos, teniendo en cuenta durante la ejecución de las mencionadas anotaciones. Simultáneamente, el Instalador procederá a la emisión del correspondiente plano en el que figuren las anotaciones corregidas.

Anotaciones Particulares. -

Cuando las instalaciones generales estén ejecutadas por pasillos, antes de comenzar con las ejecuciones, el Contratista deberá efectuar el tendido de yeso de los tabiques que delimitan los pasillos, al menos 60 cm. por debajo del forjado de techo. De esta forma se garantiza el correcto sellado de la protección pasiva; pues de otra manera, la ejecución de las distintas instalaciones impediría el correcto sellado de las Sectorizaciones de Incendio y Protección Pasiva.

2.2.3.2 INSTALACIONES COMPARTIDAS CON OTROS INSTALADORES

El objeto de este apartado que es continuación de lo reflejado en los diferentes Pliegos de Condiciones Técnicas del Proyecto, tiene por objeto determinar las ejecuciones de aquellas instalaciones que han de realizarse conjuntamente entre Instaladores y que son obligatoriamente necesarias para el total y correcto funcionamiento de ellas.

El Contratista de la Obra está obligado a realizar la coordinación total de todas las ejecuciones de instalaciones y por ello deberá exigir de los diferentes Instaladores el cumplimiento de los apartados que a continuación se describen.

Climatización con Sistema de Tratamiento de Agua:

El Instalador de Climatización indicará al Instalador del Tratamiento de Agua la ubicación y diámetros de los diferentes puntos de suministro necesarios para los llenados y reposiciones de las instalaciones de Clima, **debiendo el Instalador del Tratamiento de Agua dejar instalados esos puntos con sus correspondientes válvulas de corte colocadas** y a las que accederá el Instalador de Climatización para realizar sus conexiones.

Climatización con Fontanería:

El Instalador de Climatización indicará el lugar en el que el Instalador de Fontanería deberá dejar colocados los Sumideros Sifónicos ó Puntos de Desagües necesarios donde puedan ser conducidos los Vaciados, Recogidas de Condensados, Purgas de Aire, etc., y que serán ejecutados por el Instalador de Climatización. Así mismo, el Instalador de Climatización deberá suministrar al de la Fontanería los Esquemas de Verticales numeradas y los planos de plantas en los que queden dichas verticales con sus correspondientes numeraciones para que el Instalador de la Fontanería realice la Red de Recogida de Vaciados de todas las columnas de agua del edificio y que deberá ser conducida por el Instalador de Fontanería hasta los diferentes puntos de evacuación a la red de Saneamiento.

El Instalador de Climatización indicará al Instalador de la Fontanería la ubicación y diámetros de los diferentes puntos de suministro de agua, necesarios para los llenados y reposiciones de las instalaciones de Clima, **debiendo el Instalador de Fontanería dejar instalados esos puntos con sus correspondientes válvulas de corte colocadas** y a las que accederá el Instalador de Climatización para realizar sus conexiones.

Nota: El conexionado a los diferentes puntos de suministro de agua desde las esperas dejadas por el Instalador de Fontanería será realizado por el Instalador de Climatización.

Climatización con Electricidad:

El Instalador de Climatización indicará al Instalador de Electricidad la ubicación de los diferentes puntos en los que éste deberá dejar las Líneas del suministro de fuerza para los diferentes Cuadros Eléctricos de las Instalaciones de Climatización.

Nota: El conexionado a los diferentes cuadros de Climatización desde las esperas dejadas por el Instalador de Electricidad será realizado por el Instalador de Climatización.

Climatización con Instalación de GTC:

- La regulación y equilibrado de los diferentes sistemas que componen la instalación de Climatización será compartida con el Instalador del Sistema de Regulación y Control, el cual hará entrega al Instalador de Climatización de los diferentes Cuerpos de Válvulas de Regulación, Vainas de Termómetros y Manómetros, Dedos de Guante, Rabos de Cerdo, Tomas de Datos y en general, de todos aquellos elementos de la Instalación que necesiten ser ubicados por el Instalador de Climatización para que sean instalados por él en aquellos lugares que le serán indicados por el Instalador del Sistema de Control.
- Desde ese momento, el Instalador de Climatización será responsable de su guardia y custodia.
- Ambos Instaladores trabajarán de manera coordinada entre si y a tal efecto, el Instalador de Climatización seguirá las instrucciones que por escrito reciba del Instalador del Sistema de Control.
- Todos los cables de alimentación, señalización, etc. serán resistentes al fuego (cable y tubo).

Nota: Todo el cableado y conexionado eléctrico a los diferentes Elementos de Control del Sistema será realizado por el Instalador de Sistema de Gestión Centralizada.

2.3 CONDICIONES DE LOS PRODUCTOS EQUIPOS Y MATERIALES

Los productos empleados en las instalaciones de climatización llevarán el marcado CE siempre que se haya establecido su entrada en vigor de conformidad con la normativa vigente, entre otras con la directiva 89/106/CEE de productos de la construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992 y modificado por el Real Decreto 1329/1995 y disposiciones de desarrollo u otras directivas europeas que les sean de aplicación. La certificación de conformidad de los equipos y materiales con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Se aceptarán marcas, sellos, certificaciones de conformidad y otros distintivos de calidad voluntarios legalmente concedidos en cualquier estado miembro de la Unión europea, en un estado integrante de la Asociación Europea de libre comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo o en Turquía siempre que se reconozca por la Administración competente que se garantiza un nivel de seguridad de las personas bienes o el Medio Ambiente equivalente a las normas aplicables en España.

Antes de su envío a obra, el Contratista presentará a la D.F. para su aprobación la documentación técnica de los materiales y equipos que propone para la instalación.

2.4 ACOPIO DE MATERIALES

El acopio de materiales en obra se realizará de forma ordenada y controlada. En general el Contratista solo mantendrá en obra acopiados aquellos materiales que vayan a ser montados en corto plazo de tiempo, para lo cual presentará un plan de acopios semanal de los materiales o equipos a instalar de manera inmediata, e incorporará el documento con el compromiso de la entrega del fabricante, en el que constará la fecha prevista para su recepción en la obra.

Previo a la recepción en obra de cualquier envío, el Contratista solicitará a la Dirección de Obra su autorización y el lugar donde deba permanecer provisionalmente o hasta su montaje definitivo.

Los materiales procederán de fábrica correctamente embalados y sin muestras de golpes o malos tratos. Cuando se realice el transporte por mar, dispondrán de embalaje especial y protección adecuada para evitar corrosiones.

Los embalajes de materiales y equipos pesados o voluminosos dispondrán de refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga con la debida seguridad.

Los materiales acopiados en la obra se mantendrán ordenados en la zona o zonas asignadas al efecto, y siempre bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista, que se preocupará de protegerlos adecuadamente.

El Contratista está obligado a inspeccionar el buen estado de materiales y equipos, separando aquellos que no estén en perfectas condiciones de recepción para su reparación ó reposición. Si se diese el caso de que algún equipo estuviese dañado y pudiera ser reparado, dicha reparación sería efectuada por el fabricante manteniendo así la garantía. De ser reparada por otros medios, el Contratista entregará documento del fabricante en el que autorice a otros la reparación del equipo y en el que se indique la validez de la garantía.

2.5 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las condiciones de ejecución de las obras se realizarán de acuerdo con el CTE Artículo 7 Condiciones en la ejecución de las obras y con el Art 19 Capítulo IV del RITE:

La ejecución de las instalaciones se realizará por empresas autorizadas y con la acreditación exigida de acuerdo con la normativa vigente.

La ejecución de las instalaciones térmicas del edificio se llevará a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Publicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el Anejo II se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

Las modificaciones que se puedan realizar al proyecto deberán documentarse y se autorizarse por la dirección facultativa previa conformidad de la propiedad.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- a) control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras
- b) control de ejecución de la obra y
- c) control de la obra terminada.

2.6 DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA

De acuerdo con el Anejo II del CTE se dispondrá de la siguiente documentación para el seguimiento de la obra:

II.1 Documentación obligatoria del seguimiento de la obra.

Las obras de edificación dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- a) El Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- b) El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- c) El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra.
- d) La licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas; y
- e) El certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

En el Libro de Órdenes y Asistencias el director de obra y el director de la ejecución de la obra consignarán las instrucciones propias de sus respectivas funciones y obligaciones.

El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

II.2 Documentación del control de la obra.

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- a) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- b) El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- c) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

II.3 Certificado final de obra.

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- a) Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia; y
- b) Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

2.7 INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE

El Contratista tiene la obligación de proveer materiales y equipos de los tipos y calidades especificados en el proyecto. El Director de Obra podrá inspeccionar los acopios, así como solicitar del Contratista la

documentación, certificados y pruebas que considere necesario para acreditar que los materiales y equipos son de las calidades y características determinadas en el proyecto.

Se rechazarán todos los que no estén documentados y aprobados por el Director de Obra.

Recepción de materiales en obra

Las unidades contratadas serán recibidas por la D.F. después de colocadas, no siendo responsabilidad de la Propiedad el depósito de las mismas, su desaparición, destrucción o del deterioro de materiales o acopios.

Todos los materiales, herramientas, máquinas o cualquier elemento del contrato, viajará hasta la obra por cuenta y riesgo del INSTALADOR e irá consignado únicamente a nombre de éste o persona en obra que lo represente. La recepción en obra será hecha por el personal del propio INSTALADOR, para lo cual éste conocerá y comunicará con la necesaria antelación las fechas de llegada a obra de sus mercancías para ser inspeccionadas.

En el caso de equipos fabricados ex profeso para esta obra (unidades de tratamiento de aire, cuadros eléctricos, etc.) la Dirección de Obra podrá optar por su inspección en fábrica, antes de su envío a obra.

No se admitirá el montaje definitivo de ningún material o equipo que muestre daño o deterioro alguno.

Antes de comenzar los trabajos de montaje el Contratista efectuará el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección de Obra, para lo cual el Contratista presentará un plano acotado en planta y sección, de la zona replanteada y que considera ejecutable.

2.7.1 CONTROLES

2.7.1.1 CONTROLES DE RECEPCIÓN EN OBRA DE EQUIPOS Y MATERIALES

Se comprobará que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados cumplen con las propiedades y documentación exigidas en el proyecto (memoria, hojas de especificaciones, pliegos y presupuesto).

Control de la documentación de los suministros

Para ello los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, 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:

Se controlará el suministro de:

- Documentación de origen de los suministros (hoja de suministro y etiquetados)
- Copias de los certificados de garantías según Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo
- Documentos de Conformidad, Distintivos o autorizaciones exigidas reglamentariamente, , incluida la documentación correspondiente a certificados de homologación de fabricantes y al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.
- Instrucciones de uso y mantenimiento del fabricante, cuando proceda.

Control de recepción mediante distintivos de calidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

Los distintivos de calidad (en especial marcas AENOR de productos y equipos, inscritas en registro del CTE) 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 del CTE y Art 18.3 del RITE.

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

Control de recepción mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, como materiales y equipos que no estén sujetos al marcado CE, 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 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.

Igualmente la empresa constructora presentará a la dirección facultativa para su control, además de las homologaciones y los certificados de los materiales y equipos empleados, los certificados de registro exigibles según la legislación vigente de cada una de las empresa instaladoras.

2.7.1.2 CONTROLES DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

En concreto se verificará el control de la ejecución de las instalaciones comprobando que se cumplen los Procedimientos de ejecución que se adjuntan en anexo a este pliego, y de acuerdo con lo indicado en la memoria, pliegos de condiciones del proyecto y modificaciones autorizadas u otras órdenes de la dirección facultativa.

Igualmente se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

La empresa contratista o instalador realizará la documentación correspondiente que refleje cualquier modificación o replanteo de la instalación que se introduzca en la ejecución de la obra.

Se llevará un listado actualizado de:

- Ordenes de cambio
- Estado de no conformidades y puntos pendientes
- Requerimientos de inspección a la D.F.

Se dispondrán de formatos de comunicación de la obra aprobados por la D.F.

El Contratista é Instalador están obligados a cumplir los Procedimientos de Ejecución de las Instalaciones Térmicas descritas en el CAPÍTULO IV del RITE.

CONTROLES DE TERMINACIÓN

En la obra terminada, bien sobre las instalaciones en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de otras pruebas 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.

En concreto se verificará el control de la terminación de las instalaciones comprobando que se realizan las pruebas de acuerdo con lo indicado en el pliego de condiciones del proyecto y con lo indicado en los respectivos protocolos de puesta en marcha adjuntos en anexo, así como las pruebas complementarias necesarias indicadas por la dirección facultativa.

Se llevará un listado actualizado de:

- Pruebas de servicio realizadas (Fechas, Resultados, Documentación, etc..)
- Registro de Certificados de instalaciones

El control de calidad realizará informes mensuales que resuman las informaciones anteriores, así como los defectos de montaje detectados en las instalaciones.

El Contratista é Instalador están obligados a cumplir los Procedimientos de puesta en marcha de las Instalaciones Térmicas descritas en el CAPÍTULO V del RITE.

2.7.1.3 CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada la instalación y realizadas las pruebas de puesta en marcha especificadas en la IT2 con resultados satisfactorios el instalador autorizado y el director de la instalación suscribirán el certificado de la instalación.

El certificado de acuerdo con el modelo de la comunidad Autónoma correspondiente tendrá el contenido mínimo siguiente:

- Identificación y datos de las características técnicas principales de la instalación realmente ejecutada.
- Identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director
- Resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2
- Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.

2.8 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS

El Contratista deberá estudiar los planos y documentos del proyecto, presentando, en el plazo de treinta días desde la adjudicación de la obra, los planos complementarios de construcción y de detalle, así como cualquier otra información que la Dirección de Obra considere necesaria, aplicando las normas y criterios establecidos en el proyecto.

La Dirección de Obra podrá solicitar del Contratista catálogos y muestras de los materiales y equipos concretos propuestos por el Contratista, los cuales, en cualquier caso, deberán satisfacer las características mínimas requeridas en el proyecto.

El Contratista podrá proponer cualquier alternativa en cuanto a los trabajos relativos a la instalación de tuberías; y si se diese el caso, el Contratista deberá suministrar los siguientes documentos para poder ser aceptada la alternativa por la D. F.:

- Completa definición técnica del sistema propuesto.
- Detalle o detalles donde se pretende realizar y en el que se incluirá el tipo de fluido, presiones, temperatura, etc.
- Detalles del sistema de soportación a emplear.
- Detalles de cualquier tipo para mantenimiento, si es que fuese necesario.

2.9 COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS

El Contratista cooperará y trabajará en buena armonía con los otros contratistas presentes en la obra, con la finalidad de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Ante cualquier desacuerdo entre contratistas, el Director de Obra resolverá según su criterio.

2.10 PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA OBRA

Los materiales contenidos en la obra, ya sea acopiados o instalados, son responsabilidad del Contratista hasta la recepción provisional de la instalación.

En consecuencia, dispondrá los medios necesarios para su protección, tanto para evitar deterioros como desapariciones.

Deberán protegerse los materiales contra golpes y humedades. Las aberturas de conexión de aparatos y equipos, al igual que los extremos de los tubos, permanecerán tapadas y protegidas hasta su montaje.

Se tendrá un cuidado especial con los materiales más frágiles y delicados, como aparatos de control y regulación, materiales aislantes, etc., que se mantendrán especialmente protegidos.

2.11 LIMPIEZA DE LA OBRA

El Contratista mantendrá ordenadas y limpias todas las zonas en las que esté trabajando, dejándolas libres de residuos al final de cada jornada.

El Instalador deberá recoger diariamente los accesorios de las instalaciones tales como válvulas, llaves de corte, válvulas de regulación, curvas, "tes", etc. que no se hayan instalado durante la jornada laboral y custodiado en su almacén hasta el día siguiente.

Cuando en la misma zona trabaje conjuntamente con otros contratistas, colaborará con ellos en el mantenimiento de la limpieza y el orden.

Al final de la obra deberá limpiar perfectamente toda su instalación, como requisito previo a la recepción provisional.

2.12 ANDAMIOS Y APAREJOS

Todos los medios materiales auxiliares utilizados en la obra estarán en perfectas condiciones de uso, dispondrán de todas las medidas de seguridad reglamentarias y cumplirán con los requisitos exigidos en el correspondiente Proyecto o Estudio de Seguridad.

Los andamios y cualquier otro medio de montaje de gran tamaño permanecerán en la zona de actuación únicamente el tiempo que duren los trabajos, siendo retirados de la misma en cuanto no sean allí necesarios.

Todos los aparejos, herramientas y medios auxiliares de menor tamaño se recogerán y ordenarán diariamente, al final de cada jornada.

2.13 OBRAS AUXILIARES DE ALBAÑILERÍA

Cuando las obras auxiliares de albañilería precisas para el montaje de la instalación, tales como apertura de huecos, recibido de soportes o marcos, bancadas de máquinas, etc., no estén incluidas dentro del contrato del Instalador, será responsabilidad suya facilitar toda la información precisa y con la antelación suficiente a la Dirección de Obra.

Cuando las instalaciones generales transcurran por pasillos y antes de comenzar con las ejecuciones, el contratista deberá efectuar el tendido de yeso de los tabiques que configuran los pasillos al menos 60 cm. por debajo del forjado de techo. De esta forma se garantiza el correcto sellado de la protección pasiva. De otra manera, las instalaciones impedirán el correcto sellado en las sectorizaciones de incendio.

El Instalador verificará la ejecución de los trabajos y la idoneidad de los mismos para los fines previstos.

2.14 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA

En función de la dimensión de la obra, se pondrá a disposición del Instalador una o más tomas de energía eléctrica y agua para su utilización durante el montaje.

El Instalador dispondrá de sus propios cuadros eléctricos de obra para conexión de sus herramientas de trabajo. Los cuadros dispondrán de los elementos de seguridad reglamentarios.

La acometida eléctrica desde en cuadro principal de obra hasta los cuadros secundarios del Instalador será por cuenta de este último.

No se permitirán conexiones eléctricas precarias, exigiéndose siempre clavijas de conexión normalizadas.

2.15 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO Y ELEMENTOS SOMETIDOS A TEMPERATURAS ALTAS

Todos los equipos instalados, con partes sometidas a movimiento, dispondrán de las protecciones mecánicas adecuadas que impidan cualquier contacto fortuito con ellas.

En este sentido, se pondrá especial atención a las poleas, correas de transmisión y rodets de ventiladores y acoplamientos mecánicos de grupos motobomba.

Las protecciones deberán ser fácilmente desmontables para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, podrá tener una temperatura mayor de 60°C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que sean accesibles al usuario tendrán una temperatura menor de 80°C o estarán adecuadamente protegidas contra contactos accidentales.

2.16 PASOS DE INSTALACIONES, MANGUITOS PASA MUROS

Los pasos de instalaciones tales como cables, tuberías, conducciones y conductos de ventilación a través de los elementos de compartimentación resistentes al fuego, excluidas las penetraciones con sección de paso menor de 50 cm², se sellarán con productos ignífugos certificados por laboratorio oficial, que garanticen un grado de resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, de acuerdo con el punto 3 DB SI1 del CTE.

Son válidas las soluciones constructivas siguientes:

- Tuberías metálicas agrupadas de Clima, PCI, Fontanería, gas: **Sellado cortafuegos** mediante sistema FLAMRO-TECRESA, HILTI o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.
 - Tuberías combustibles (PVC, PE, PP, etc.) de 80 mm y mayores sin agua: **Collarines intumescentes** con carcasa metálica empotrados o exteriores TECWOOL-TECRESA, HILTI o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.
 - Pasos de cables y canalizaciones eléctricas: **Sellado cortafuegos** mediante sistema FLAMRO-TECRESA, HILTI o mediante almohadillas intumescentes en pasos de bandejas eléctricas de uso frecuente, de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.
 - **Compuertas cortafuegos** Elt del sistema de clima y ventilación: se recibirán de obra, siguiendo instrucciones del fabricante y campo de aplicación de los ensayos de certificación, de forma que se garantice su unión al elemento atravesado incluso en caso de fallo del conducto.
 - Tuberías metálicas independientes de Clima, PCI, Fontanería, gas: **Manguito pasamuros** metálico galvanizado recibido de obra. Sellado del espacio entre tubos con masilla intumescente TECWOOL-TECRESA, HILTI o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.
- Los manguitos pasamuros deberán colocarse en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando éstas se estén ejecutando.
 - El espacio comprendido entre el manguito y el elemento que alberga deberá rellenarse con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. En algunos casos, puede ser necesario que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.
 - Los manguitos deben acabarse a ras del elemento de obra salvo que atraviesen forjados, en cuyo caso deberán sobresalir unos 2 cm. por la parte superior.
 - Los manguitos se construirán con un material adecuado y con dimensiones suficientes para poder instalar con holgura el elemento con su aislante térmico. La holgura nunca será superior de 3 cm.
 - El instalador acotará los pasos necesarios en los planos de arquitectura y suministrará los manguitos a colocar. Posteriormente se procederá al relleno del espacio comprendido entre el manguito y la tubería o conducto.

El conjunto instalado no debe disminuir la resistencia al fuego exigible a la pared o forjado atravesado.

En el caso de que las compuertas cortafuegos deban instalarse fuera de la línea del cerramiento, las mismas deberán sellarse con material de clasificación al fuego correspondiente al cerramiento y desde la línea de cierre de la compuerta hasta la división del sector. Se presentará certificados del material empleado y para la solución de montaje implantada.

Las dimensiones de las compuertas cortafuegos tendrán el mismo ancho que el conducto al que se conectan y en altura serán preferentemente 5cm mayor.

Las compuertas cortafuegos se conectarán a los conductos mediante figuras prefabricadas en taller, siendo rechazadas todas aquellas ejecuciones de fabricación in situ realizadas con solapes o atornillados al conducto.

Se comprobará en obra por el instalador la sectorización de incendios.

2.17 LIMPIEZA DE CANALIZACIONES

Todas las canalizaciones de distribución, tanto de agua como de aire, deberán ser limpiadas interiormente, antes de efectuarse las pruebas y puesta en funcionamiento de las mismas.

Para ello se seguirán los procedimientos indicados en la IT 2.2.2.2. e IT2.2.5.1. del RITE y las recomendaciones de la norma UNE EN 14336 y en su defecto UNE 100151.

Los productos empleados para la limpieza de redes de tuberías de agua sanitaria, cumplirán los criterios indicados en el RD140/2003 y orden SCO 3719/2005, según CTE HS4, en concreto se prohíbe el uso de productos detergentes para esos usos.

2.18 SEÑALIZACIÓN

Las conducciones de los diferentes fluidos (tuberías y conductos) se señalarán, para su fácil identificación, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, en el caso de que lo tengan, de acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.4.4. del RITE y la norma UNE 100-100 y UNE 13779:2007.

La señalización de todas las tuberías y conductos contarán, además de la señalización descrita en la normativa, con identificadores de placa colocados cada 10 m en toda la longitud de las tuberías y conductos. Entre los pasos de forjado la señalización se colocará en los patinillos que sean registrables, de manera que queden expuestos a una altura comprendida entre 1600 y 1800 mm.

Estarán compuestos por:

- Placa base metálica de acero inoxidable con tapa protectora transparente.
- Identificadores en los que se indique el servicio de la tubería o conducto, dirección del fluido, (Impulsión ó Retorno), y servicio o servicios a los que asiste la instalación señalizada.
- Soporte universal para la fijación de la placa base.
- Cremallera metálica para fijación del conjunto; ó con carril de instalación y anclaje de placa con tuerca soporte de M8 y tornillos de cabeza cilíndrica de M8.

En la sala de máquinas se dispondrá un plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección, junto con el código de colores empleado en la señalización, en impresión indeleble.

2.19 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Todos los equipos instalados dispondrán de una placa de identificación en lugar visible en la que se refleje la referencia recogida en los documentos del proyecto.

Igualmente se identificarán los equipos y cuadros eléctricos que no vengan con placa de identificación de fábrica indicando el nombre y sus características técnicas.

Los nombres identificativos se corresponderán con los indicados en los esquemas y planos de proyecto.

2.20 PRUEBAS

Durante la ejecución y una vez terminada la instalación, pero siempre antes de la Recepción Provisional se realizarán las comprobaciones y pruebas parciales y finales que se describen en este capítulo y de acuerdo con lo indicado en la IT 2.2 del RITE, en presencia y con la conformidad de la Dirección de Obra.

Las pruebas y comprobaciones se realizarán por cuenta del Contratista, que dispondrá de todos los medios humanos y materiales necesarios.

Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el director de obra.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del director de obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Las pruebas serán realizadas conforme a lo estipulado en IT 2.2.

Los resultados obtenidos y el procedimiento seguido se reflejarán por escrito en los correspondientes protocolos de pruebas, que requerirán la conformidad de la D.F. o Empresa de Control de Calidad contratada. Las verificaciones y pruebas para el control de la ejecución y el control de la instalación terminada requerido por el RITE IT 2.2 e indicados en este documento, se realizarán de acuerdo con los protocolos indicados en el anejo PIII de procedimientos de ejecución.

2.20.1 COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN

Durante la ejecución se comprobará el correcto montaje, limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.

Se comprobará el funcionamiento de cada motor eléctrico, midiendo su consumo en las condiciones reales de trabajo.

Se comprobará así mismo el funcionamiento de todos los intercambiadores de calor, climatizadores, calderas, máquinas frigoríficas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento correspondientes.

Las pruebas y comprobaciones se realizarán por cuenta del Contratista, que dispondrá de todos los medios humanos, equipos y materiales necesarios para su realización.

2.20.2 PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS REDES

Redes de tuberías

- Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.
- Las tuberías, accesorios y válvulas deben ser examinados antes de su utilización y, cuando sea necesario, limpiados.
- Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiados interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.
- Durante el montaje se evitará la introducción de materias extrañas dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos protegiendo sus aberturas con tapones adecuados.
- Una vez completada la instalación de una red, ésta se llenará con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.
- A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante dos horas, por lo menos. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.
- En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100°C, se medirá el pH del agua del circuito.
- Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.
- Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana de funcionamiento, hasta que se compruebe que ha sido completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla. Sin embargo, los filtros para protección de válvulas automáticas, contadores, etc. se dejarán en su sitio.

Redes de conductos

- La limpieza interior de redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.
- Se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire a la salida de las aberturas parezca, a simple vista, no contener polvo.
- La limpieza de los conductos SE REALIZARÁ CON LOS PREFILTROS DE LAS UNIDADES TERMINALES COLOCADOS y serán sustituidos por unos nuevos una vez se haya finalizado el rodaje de limpieza.
- Allí donde sea difícil que los conductos queden totalmente limpios interiormente se utilizarán, independientemente del rodaje de las unidades, los registros de limpieza de conductos que serán instalados para tal fin y en cumplimiento de la normativa.
- Se cumplirá con las condiciones dispuestas en la norma UNE 100012.

2.20.3 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD Y RESISTENCIA MECÁNICA

Las redes de tuberías y conductos se probarán, a fin de asegurar su estanqueidad y resistencia mecánica, de acuerdo con las IT 2.2. del RITE y las normas UNE 14336, UNE ENV 12108 y en su defecto UNE 100-151, para tuberías y UNE EN 1507 y UNE 12237 y en su defecto 100-104 para conductos.

Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías

- Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.
- Se realizará previamente el purgado del aire contenido en las redes por los puntos altos.
- Se realizarán pruebas parciales de las conducciones que deban quedar ocultas, independientemente de la prueba final de conjunto de la instalación
- Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, y de las pruebas preliminares, debe efectuarse una prueba final de resistencia de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 10 bar en circuitos cerrados, de acuerdo a **UNE 14336 o en su defecto UNE 100151**.
- Para circuitos de acs la presión de prueba será de dos veces la presión de trabajo con un mínimo de 6 bar mientras que para los circuitos primarios de instalaciones solares será de una vez y media con un mínimo de 3 bar.
- Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.
- Los elementos y accesorios que no aguanten la presión de prueba quedarán excluidos de la misma por medio de cierre de válvulas o sustitución por tapones.
- La reparación de fugas se hará sustituyendo la sección o accesorio por materiales nuevos.
- Posteriormente se realizarán **pruebas de circulación de agua**, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará una comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.
- Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

- Las pruebas de tuberías se efectuarán sin las válvulas de seguridad y elementos que puedan sufrir deterioro, obturando, lógicamente, todos los orificios o conexiones que permanezcan abiertos y sometiendo a una presión en frío equivalente a vez y media la presión de trabajo, con un mínimo de 10 bar.
- Para ello y si se hubiesen ya realizado conexiones hidráulicas a baterías de Uts, Fan Coils, Cajas u otros equipos que las contengan, las llaves de corte de éstas deberán permanecer cerradas e impedir así someter las mencionadas baterías a una sobrepresión para la cual no están diseñadas.
- Una vez elevada a la presión de la instalación sometida a prueba, se cerrarán las válvulas de la bomba y se desmontará ésta, custodiándola en la oficina de obra hasta la finalización de la misma.
- La presión leída en los manómetros de comprobación no debe variar en un plazo de veinticuatro horas. Del resultado de la prueba se aprobará o rechazará la instalación.

2.20.4 PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS

Los circuitos frigoríficos realizados en obra serán sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la instrucción correspondiente del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas vigente (MI.IF.010) y de acuerdo con la IT 2.2.3.

- No debe ser sometida a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

2.20.5 PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN

Después de realizadas las pruebas precedentes con resultado satisfactorio y comprobados los elementos de seguridad, las instalaciones con generadores o intercambiadores de calor se llevarán gradualmente hasta la temperatura máxima de utilización especificada en el proyecto (temperatura de tarado de los elementos de seguridad), habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Esta situación se mantendrá durante una hora al menos para, a continuación, parar normalmente la instalación y dejarla enfriar.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Se comprobará que la dilatación y posterior contracción de las tuberías se produce sin deformaciones, esfuerzos o ruidos anormales, siendo absorbidos en los dilatadores, liras o cambios de dirección de las tuberías.

La prueba en caliente se considerará satisfactoria si no se presenta ninguna fuga o deformación después de un mes de funcionamiento de la instalación.

2.20.6 PRUEBAS DE CIRCULACIÓN

Se llevarán a cabo de acuerdo con la norma UNE 100-010 y RITE IT 2.3. y las condiciones de funcionamiento indicadas en el proyecto.

El Contratista realizará y documentará los procedimientos de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua y aire. También elaborará un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos e instalaciones.

Redes de agua

Una vez efectuados los llenados y vaciados precisos para la limpieza interior de las redes de tubería y filtros de agua de los sistemas, se procederá con el llenado final de los circuitos y la purga de aire de la red de tuberías.

Una vez totalmente terminadas estas operaciones, se pondrán en marcha las bombas de circulación, efectuando en cada circuito las siguientes operaciones:

- Lectura de las presiones de entrada y salida en las bombas de circulación, con todas las válvulas abiertas, excepto purgas y vaciados. Lectura de la intensidad eléctrica por fase de los motores.
- Ajuste de las válvulas de equilibrado, hasta la consecución de los caudales previstos en el proyecto. Bloquear en ese punto su apertura máxima.
- Repetir, en estas condiciones, las lecturas de presión e intensidad eléctrica en las bombas de circulación. Comprobar los caudales teóricos sobre las curvas de funcionamiento caudal-presión facilitadas por el fabricante, comparándolos con la suma de caudales leídos en las válvulas de equilibrado.
- Se documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de acuerdo con lo siguiente:
- De cada circuito hidráulico se indicará el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- Se comprobará que el fluido anticongelante en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos del proyecto.

2.20.7 PRUEBAS FINALES O CONTROLES FUNCIONALES

Una vez realizado el ajuste de las instalaciones se realizarán pruebas finales de acuerdo con lo indicado en las instrucciones indicadas en la norma UNE EN 12599:2001 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales, indicados en los capítulos 5 y 6 y de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

2.20.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA REGULACIÓN AUTOMÁTICA

Se comprobará el buen funcionamiento del sistema o sistemas de regulación automática, verificando el correcto tarado y actuación de todos los componentes, de acuerdo con los valores de diseño fijados en el proyecto, el apartado IT 2.3.4 y la norma UNE EN ISO 16484-3.

2.20.9 EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

De acuerdo con la IT 2.4 la empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación siguiendo los procedimientos indicados en la norma UNE 100-010:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen
- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de frío en las condiciones de trabajo.
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica
- Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica

2.20.10 EXIGENCIAS DE BIENESTAR

Se realizarán las pruebas que, a criterio del Director de Obra, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno y de verano, elaborando un estadillo de condiciones termohigrométricas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

Para la realización de las pruebas en régimen de invierno la temperatura exterior mínima registrada en el día no será superior en más de 3°C, ni inferior en más de 2°C, a la temperatura exterior considerada en el proyecto.

La temperatura de las habitaciones se corregirá aumentando la de proyecto en 0,5 °C por cada °C que la temperatura mínima del día supere la exterior de proyecto, o disminuyendo 0,7 °C por cada °C de menos.

A criterio del Director de Obra se tomarán mediciones de velocidad de aire y niveles de ruidos y vibraciones en las zonas que éste designe.

Cuando todos los valores registrados estén dentro de los márgenes indicados en la memoria del proyecto, se considerará satisfactoria la eficiencia de la instalación.

Para la toma de mediciones se utilizarán los medios y procedimientos indicados en la norma UNE 100-010.

2.21 RECEPCIÓN PROVISIONAL Y DEFINITIVA

requisitos previos:

- Realización de las pruebas finales a plena satisfacción del Director de Obra.
- Presentación del Certificado de la Instalación, según modelo oficial, ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.
- Entrega de documentación de la instalación realmente ejecutada, que comprenderá:
 - Planos, de la instalación realmente ejecutada y esquemas eléctricos y de control definitivos.
 - Memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada.
 - Relación de materiales y equipos instalados, en la que se indique fabricante, modelo y características, junto con catálogos y documentación de origen y garantía.
 - Manuales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.
 - Esquemas de principio, de control y seguridad, en impresión indeleble y debidamente enmarcados, colocado en lugar preferente en la sala de máquinas.

2.21.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Después de cumplidos los requisitos previos del apartado anterior, tendrá lugar el acto de recepción provisional de la instalación, durante el cual el Director de Obra, en presencia del representante del Contratista, hará entrega al Representante de la Propiedad, si no lo hubiera hecho antes, de la siguiente documentación:

- Una copia completa del Proyecto de la instalación realmente ejecutada.
- Relación de materiales y equipos empleados, con indicación de fabricante, modelo y características, junto con documentación original y garantías.
- Manuales de instrucciones, manejo y mantenimiento, junto con una lista de repuestos recomendados.
- Actas con los resultados de las pruebas finales a las que también se unirán los Protocolos de Puesta en Marcha correspondientes a las instalaciones, debidamente cumplimentados y aprobados por la D. F.
- Copia del Certificado de la Instalación presentado en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

Se firmará a continuación el Acta de Recepción Provisional por parte del Instalador, del Director de Obra y del Titular.

Como Anexo al Acta de Recepción Provisional podrá figurar una lista de deficiencias observadas hasta esa fecha en la instalación realizada, comprometiéndose el Instalador a su subsanación en el menor plazo posible y que será fijado en ese momento.

2.21.2 RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTÍA

Finalizado el plazo de garantía fijado en contrato, contado desde la fecha en que se efectuó la Recepción Provisional de la instalación, ésta se transformará automáticamente en definitiva, salvo que exista pendiente de solución alguna reclamación por parte del Titular.

Durante el periodo de garantía, el Instalador subsanará gratuitamente, y con la mayor celeridad posible, cualquier avería o defecto de funcionamiento que se produzca, salvo que se demuestre un uso incorrecto o mal mantenimiento de la instalación.

De acuerdo con el CTE Artículo 8. Condiciones del edificio la documentación de la obra ejecutada incluirá lo siguiente:

El contenido del Libro del Edificio establecido en la LOE y por las Administraciones Públicas competentes, se completará con lo que se establezca, en su caso, en los DB para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.

Se incluirá en el Libro del Edificio la documentación indicada en el artículo 7.2 de los productos equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Contendrá, asimismo, las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio terminado de conformidad con lo establecido en este CTE y demás normativa aplicable, incluyendo un plan de mantenimiento del edificio con la planificación de las operaciones programadas para el mantenimiento del edificio y de sus instalaciones.

2.22 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECIALES

El Instalador facilitará una relación de los repuestos recomendados valorada y una relación de los diferentes proveedores de los materiales y equipos instalados, con teléfonos y direcciones.

En el caso de haberse instalado equipos para los que se precise algún tipo de herramienta o útil especial para su manejo o mantenimiento, el Instalador hará entregara de las unidades precisas, como parte integrante de los equipos correspondientes.

2.23 NORMATIVA

La ejecución de la instalación proyectada se regirá, principalmente, por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) (R.D.1027/2007, de 20 de Julio) sus correcciones de errores y modificaciones, sus Instrucciones Técnicas (IT) y normas UNE de aplicación.

También cumplirá, en todo lo que le sea de aplicación, con las normas y reglamentos siguientes:

- a) Real decreto 314/2006, Código Técnico de la Edificación, sus correcciones y Documentos Básicos.
- b) Reglamento de Seguridad para las Plantas e Instalaciones Frigoríficas vigente.
- c) Real Decreto 2060/2008, Reglamento de Equipos a Presión e instrucciones técnicas complementarias
- d) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión RD842/2002, e Instrucciones Complementarias (ITC) vigentes.
- e) Reglamento de Instalaciones Petrolíferas, según R.D. 2085/1994 del 20 de Octubre (BOE 27-1-95 y 20-4-95). Instrucción Técnica Complementaria MI-IP-03. Instalaciones petrolíferas para uso propio, según R.D. 1427/1997 del 15 de Septiembre (BOE 23-10-97), Real Decreto 365/2005, de 8 de abril, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MI-IP05 «Instaladores o reparadores y empresas instaladoras o reparadoras de productos petrolíferos líquidos, Real Decreto 1416/2006, de 1 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 06 «Procedimiento para dejar fuera de servicio los tanques de almacenamiento de productos petrolíferos líquidos.
- f) Real Decreto 919/2006, Reglamento de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 A 11.
- g) Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- h) Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las

actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio y la Corrección de errores del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo publicado en BOE de 26 de agosto.

- i) Normas particulares de la Comunidad Autónoma o del Ayuntamiento.
- j) Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Ley 2/2002 de 19 de junio.
- k) Real Decreto 865/2003, criterios higiénico sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- l) Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- m) Con carácter general se aplicarán las normas "UNE" en los equipos y materiales a los que se pueda aplicar.

En especial serán de aplicación las Normas UNE de referencia indicadas en el Apéndice 2 del RITE:

Norma	Número	Parte	Año	Título
UNE-EN	378		2001	Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales.
UNE-EN ISO	1751		1999	Ventilación de edificios. Unidades terminales de aire. Ensayos aerodinámicos de compuertas y válvulas
CR	1752		1998	Ventilation for buildings. Design criteria for the indoor environment
UNE-EN	1856	1	2004	Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1. Chimeneas modulares.
UNE-EN	1856	1/1 M	2005	Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares
UNE-EN	1856	2	2005	Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos
UNE-EN ISO	7730		2006	Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
UNE-EN V	12097		1998	Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de sistemas de conductos
UNE-EN V	12108		2002	Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano
UNE-EN	12237		2003	Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica
UNE-EN ISO	12241		1999	Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales. Método de cálculo.
UNE-EN	12502	3	2005	Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de

				corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 3: Factores que influyen para materiales férreos galvanizados en caliente
UNE-EN	12599	AC	2002	Ventilación de edificios. Procedimiento de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados
UNE-EN	12599		2001	Ventilación de edificios. Procedimiento de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados
UNE-EN	13053		2003	Ventilación de edificios. Unidades de tratamiento de aire. Clasificación y rendimiento de unidades, componentes y secciones
UNE-EN	13384	1	2003	Chimeneas. Métodos de cálculo térmico y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato
UNE-EN	13384	1/AC	2004	Chimeneas. Métodos de cálculo térmico y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato
EN	13384	1:2002/A1	2005	Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
UNE-EN	13384	2	2005	Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y fluido-dinámicos. Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor
UNE-EN	13403		2003	Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante
UNE-EN	13410		2002	Aparatos suspendidos de calefacción por radiación que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos de ventilación de los locales para uso no doméstico
UNE-EN	13779		2005	Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos
UNE-EN	14336		2005	Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua
UNE-EN ISO	16484	3	2006	Sistemas de automatización y control de edificios (BACS). Parte 3: Funciones. (ISO 16484-3:2005)
UNE	20324		1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989)

UNE	20324	1 M	2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE	20324	Erratum	2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN	50194		2001	Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
UNE-EN	50194	Erratum	2005	Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
UNE-EN	50194	2	2007	Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Parte 2: Aparatos eléctricos de funcionamiento continuo en instalaciones fijas de vehículos recreativos y emplazamientos similares. Métodos de ensayo adicionales y requisitos de funcionamiento
UNE-EN	50244	+Erratum	2001	Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento
UNE-EN	60034	2	1997	Máquinas eléctricas rotativas. Parte 2: Métodos para la determinación de las pérdidas y del rendimiento de las máquinas eléctricas rotativas a partir de ensayos excluyendo las máquinas para vehículos de tracción
UNE-EN	60034	2/A1	1998	Máquinas eléctricas rotativas. Parte 2: Métodos para la determinación de las pérdidas y del rendimiento de las máquinas eléctricas rotativas a partir de ensayos excluyendo las máquinas para vehículos de tracción
UNE-EN	60034	2/A2	1997	Máquinas eléctricas rotativas. Parte 2: Métodos para la determinación de las pérdidas y del rendimiento de las máquinas eléctricas rotativas a partir de ensayos excluyendo las máquinas para vehículos de tracción
UNE	60670	6	2005	Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas
UNE-EN	61779	1	2002	Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
UNE-EN	61779	1/A11	2004	Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
UNE-EN	61779	4	2002	Aparatos eléctricos para la detección y medida de gases inflamables. Parte 4: Requisitos de funcionamiento para los aparatos del Grupo II,

				pudiendo indicar una fracción volumétrica de hasta el 100 % del límite inferior de explosividad
UNE	100012		2005	Higienización de sistemas de climatización
UNE	100012	Erratum	2005	Higienización de sistemas de climatización
UNE	100100		2000	Climatización. Código de colores.
UNE	100155		2004	Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
UNE	100156		2004	Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
UNE	100713		2005	Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales
PNE	112076		2004	Prevención de la corrosión en circuitos de agua
UNE	123001		2005	Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación
UNE	123001	1 M	2006	Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación
UNE	123001	1 M/Erratum	2006	Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación
UNE	100030-IN		2005	Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
UNE-EN	13180		2003	Ventilación de edificios. Conductos. Dimensiones y requisitos mecánicos para conductos flexibles
UNE-EN	60601		2006	Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
UNE-CEN/TR	1749 IN		2006	Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).

2.24 SUBCONTRATISTAS

La subcontrata de todo o parte de la instalación de climatización por el Contratista de la misma requiere la previa autorización de la Dirección de Obra.

La subcontratación no exime al Contratista de ninguna obligación y responsabilidad, por lo que no podrá ser alegado en ningún caso como pretexto de cualquier incumplimiento contractual.

2.25 SEGURIDAD E HIGIENE

Se tendrá en cuenta lo indicado en la normativa aplicable de Prevención de Riesgos Laborales entre otras la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento

de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En especial y de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 el contratista tendrá en cuenta los siguientes puntos:

- 1) En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico, **cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo** en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del Real Decreto 1627/1997

- 2) El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

En el caso de obras de las Administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

- 3) En relación con los puestos de trabajo en la obra, el plan de seguridad y salud en el trabajo a que se refiere este artículo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- 4) El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa en los términos del apartado 2. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.
- 5) Asimismo, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

Durante todo el tiempo de ejecución de sus trabajos, el Contratista de la instalación de climatización deberá seguir y cumplir los criterios y medidas contempladas en el Proyecto de Seguridad y Salud de la obra, haciéndose cargo de la provisión de medios y gastos que le correspondan.

3 TUBERÍAS Y ACCESORIOS

3.1 MATERIALES

Las tuberías empleadas en la instalación de climatización serán de cobre.

No serán admitidas las tuberías que presenten oxidaciones. Serán nuevas y no procedentes de sobrantes de otras obras.

Una tubería determinada se define por el material y norma empleados en su fabricación y por su diámetro nominal, expresado en pulgadas o milímetros.

Las tuberías tendrán certificado de conformidad CE y estarán marcadas de acuerdo con la normativa aplicable y en concreto con la directiva 93/68/CE.

Las empresas fabricantes de las tuberías tendrán certificados de fabricación correspondientes según el uso y material empleado cumpliendo con las normas de aplicación y estarán acreditadas por AENOR u organismo de certificación equivalente.

A continuación se indican los tipos de tubería aceptados para las diversas aplicaciones.

– **Conducciones de agua de calefacción y agua refrigerada, en circuito cerrado**

Tubería de acero electrosoldado, clase negra, según UNE EN 10255 (DIN 2440), para diámetros nominales hasta 6".

Tubería de acero estirado sin soldadura, según UNE EN 10216 (DIN 2448), para diámetros nominales superiores a 6".

Tubo de cobre, según UNE EN 1057, para diámetros nominales hasta 50 mm.

– **Conducciones de agua en circuito abierto**

Tubería de acero electrosoldado, clase galvanizada de calidad A, según UNE EN 10255 (DIN 2440), para diámetros nominales hasta 6".

Tubería de acero estirado sin soldadura, según UNE EN 10216 (DIN 2448), galvanizada de calidad A, para diámetros nominales superiores a 6".

Tubo de cobre, según UNE EN 1057, para diámetros nominales hasta 50 mm.

Tubería de acero inoxidable según UNE 19049, UNE 10312 y materiales según UNE EN 10088-2 (AISI-316 L).

– **Conducciones de vapor y condensado, hasta 10 Kg/cm² de presión**

Tubería de acero estirado sin soldadura, según UNE EN 10255 (DIN 2440), para diámetros nominales hasta 6".

Tubería de acero estirado sin soldadura, según UNE EN 10216 (DIN 2448), para diámetros nominales superiores a 6".

Tubería de acero estirado sin soldadura inoxidable AISI- 316 L, para uso de esterilización y humectación.

– **Conducciones de combustibles líquidos (gasóleo y fuel oil)**

Tubería de acero estirado sin soldadura, según UNE EN 10255 (DIN 2440), para diámetros nominales hasta 6".

Tubo de cobre, según UNE EN 1057, para diámetros nominales hasta 20 mm.

– **Tuberías de materiales plásticos**

Tuberías de PVC de presión según UNE EN 1452 PP según UNE EN 15874 y PB: según UNE EN 15876 aplicación en conducciones de agua fría, hasta 45 °C.

Tuberías de PE: aplicación en conducciones de agua fría, hasta 45 °C, y combustibles gaseosos según UNE EN 12201.

Tuberías de PE reticulado: aplicación en calefacción por suelo radiante según UNE EN 15875.

– **Desagües:**

Tubería de PVC UNE EN 1329, UNE EN 1401, UNE EN 1453, UNE EN 1456 y UNE EN 1566

Tubería de fundición: UNE EN 545, UNE EN 598 y UNE EN 877

Tubería de polipropileno UNE EN 1852 para saneamiento enterrado y UNE EN 1451 en interior de edificios

– **Otros fluidos:**

Tubería de cobre: UNE EN 12.735-1 para fluidos refrigerantes de aire acondicionado y refrigeración.

Tubería de cobre: UNE EN 13.348 para Gases medicinales y vacío.

3.2 MONTAJE

3.2.1 GENERALIDADES

Deberá comprobarse que las tuberías no estén obstruidas, rotas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier manera, y deberán limpiarse interiormente antes de ser instaladas.

Durante su manipulación se evitará arrastrar, rodar y rozar las tuberías, para no dañar las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión y reducir su resistencia mecánica.

Se instalarán de forma ordenada y buscando, siempre que sea posible, el paralelismo con los elementos estructurales del edificio.

Las diferentes líneas de tuberías serán realizadas con las pendientes correctas, de manera que quede asegurada la ventilación de ellas (purgas de aire) y sus vaciados. Para ello se instalarán de manera que las pendientes de las líneas horizontales se dirijan desde el final de éstas, donde se instalarán los vaciados, hacia las verticales a las que están conectadas.

Las reducciones de los diámetros de tubos se realizarán con piezas excéntricas y con la parte plana hacia arriba en los recorridos horizontales y concéntricas en los verticales.

Durante el transcurso de la obra y al final de la jornada de trabajo, todos los finales de tuberías serán tapados con tapones de presión, con tapas de plástico ó con chapas metálicas punteadas con soldadura, para evitar entradas de suciedad u otros objetos indeseados.

Todas las tuberías y piezas para ellas tales como tes, manguitos, curvas, reducciones, etc., estarán almacenadas tapadas, aisladas del suelo y totalmente protegidas de las inclemencias del tiempo.

Nota: Serán retirados de la obra los materiales que no cumplan este requisito y reemplazados con materiales nuevos.

Se dejará siempre una separación suficiente entre tuberías y con cualquier otro elemento, de manera que se facilite la posterior colocación del aislamiento térmico si está previsto, así como la manipulación y mantenimiento de válvulas, purgadores, aparatos de medida y control, etc.

El espacio entre tuberías, o entre éstas y cualquier otro elemento, una vez colocado el aislamiento, si es necesario, no será nunca inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería, o los accesorios de que disponga, sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural, ni se soldará nada a él, sin la autorización expresa del Director de Obra de Edificación.

Las tuberías se montarán empleando el menor número de uniones posible, no permitiéndose el aprovechamiento de recortes más que cuando no impliquen uniones adicionales.

En las alineaciones rectas, las desviaciones serán inferiores al dos por mil.

Las conexiones entre tuberías y equipos accionados por motor de potencia mayor de 3 kW se efectuarán mediante elementos flexibles.

Los circuitos hidráulicos de diferentes edificios conectados a la misma central térmica estarán hidráulicamente separados por medio de intercambiadores de calor.

Las conexiones de aparatos terminales se realizarán a nivel inferior respecto de la general del pasillo de cada planta.

En el caso de existir montaje de locales tipo como habitaciones de hospitalización en hospitales, no se realizará el montaje de las tuberías generales en pasillos hasta haberse aprobado la ejecución de la habitación tipo. La distribución de las instalaciones en el local tipo determinará las conexiones con las instalaciones generales en los pasillos de planta.

Las tuberías de acero negro se protegerán exteriormente con dos manos de pintura antioxidante en todos los casos. La primera capa será roja aplicada desde el momento de su recepción y la segunda gris antes de su colocación en la obra, para verificar que se han aplicado las dos capas. Si no precisaran aislamiento térmico, se les aplicará dos manos adicionales de pintura de acabado.

Finalmente, las tuberías se señalizarán con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre su superficie exterior o del aislamiento térmico, si disponen de él, de acuerdo con los preceptos de la norma UNE 100-100.

Soldaduras

La ejecución de las soldaduras y el certificado de competencia de los soldadores estarán de acuerdo con la normativa vigente.

El Instalador será responsable del suministro de sus propios equipos y accesorios de soldadura tales como grupos, electrodos, botellas de oxígeno y acetileno, delantales y guantes de protección y en resumen de cualquier material o equipo necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Conexiones

Las conexiones de tuberías a equipos o aparatos se realizarán de forma que no creen esfuerzos mecánicos sobre ellos debidos al peso o dilatación de las tuberías. Se evitará también la transmisión de vibraciones a las tuberías, mediante la instalación de manguitos antivibratorios en la conexión con los equipos o aparatos que las produzcan.

Para facilitar la reparación o sustitución de equipos y aparatos, las conexiones deberán ser fácilmente desmontables. Todos los elementos accesorios de cualquier equipo o aparato, como válvulas de seccionamiento, by pass y regulación, filtros, instrumentos de medida y control, manguitos antivibratorios, etc., deberán instalarse en la tubería, antes de la parte desmontable de la conexión.

Las conexiones serán mediante bridas, admitiéndose roscadas solamente para diámetros menores o iguales a 2".

Además en el caso de conexiones en tuberías de acero inoxidable solo se realizarán roscadas si se garantiza el mantener el espesor mínimo necesario de acuerdo con el espesor de material (Tubería de Acero inoxidable de la serie milimétrica o ASTM) sino se realizarán por medio de bridas y en cualquier caso los accesorios serán desmontables.

Uniones

Dependiendo del tipo de la tubería empleada y de la utilización que se vaya a hacer de ella, las uniones podrán ser por soldadura, roscadas, embridadas, encoladas o por accesorios de compresión mecánica.

En todos los casos, antes de proceder a efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de los dos tubos, para eliminar las rebabas que se hubieran podido formar al cortarlos o aterrajarlos y cualquier otra impureza que pudieran tener exterior o interiormente.

En el caso de uniones roscadas se tendrá en cuenta lo indicado en la norma UNE EN 10226.

En el caso de tuberías de cobre y de materiales plásticos se pondrá especial cuidado en la limpieza previa a la unión, utilizando siempre los productos adecuados para cada material.

En las tuberías de acero galvanizado las uniones podrán ser roscadas hasta 4" de diámetro. Para diámetros superiores se utilizarán sistemas de unión garantizados y que no estropeen el galvanizado. No se permitirá la unión por soldadura en tuberías galvanizadas. Se admite la fabricación de tramos con tubería de acero negro, con extremos embridados, y posterior y definitivo galvanizado en caliente.

En las tuberías de cobre las uniones se realizarán mediante soldadura por capilaridad, con varilla de estaño con aleación alta de plata. Podrán también utilizarse accesorios de unión por presión tipo Press fitting o similar. Los tubos de PVC se unirán mediante encolado, utilizando el líquido limpiador y el adhesivo recomendados por el fabricante.

Las uniones en tuberías de PE se realizarán utilizando los accesorios de presión del mismo fabricante. En las tuberías de PE de alta densidad podrán hacerse uniones mediante soldadura por termofusión.

No es admisible la manipulación en caliente a pie de obra de tuberías de materiales plásticos para uniones por encolado.

Cuando deban unirse dos tuberías de diferente material, se hará por medio de bridas, y si ambos materiales son metálicos, la junta será dieléctrica.

Cuando se utilicen bridas en las uniones, se interpondrá entre ellas una junta de estanqueidad de material adecuado a las características del fluido. En canalizaciones de agua de calefacción, agua de refrigeración, vapor y condensado las juntas serán de cartón Klingerit.

No se forzará la posición de los extremos de las dos tuberías a unir para lograr su coincidencia, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se realizarán uniones en los pasos de muros o forjados.

En el caso de realizarse las uniones de tuberías de acero inoxidable por medio de deformación mecánica de accesorios de prensar de espesores adecuados, se garantizará la estanquidad de la unión por medio de la incorporación de una junta tórica cuyo material dependerá del fluido a transportar. La certificación del sistema comprenderá el tubo, los accesorios y las herramientas de montaje. Se garantizará la validez y adecuación del empleo de este sistema al proyecto de acuerdo con el rango de aplicación indicado por el fabricante en función del fluido y las condiciones de trabajo y contará con la aprobación de la D.F.

Sistema de tuberías ranuradas:

En los circuitos de condensación, en salas de producción de agua enfriada, centrales de bombeo y en salas de UTAS (tanto para agua fría como caliente) se empleará preferentemente tuberías ranuradas de tipo VICTAULIC con el material adecuado a cada aplicación (acero galvanizado para condensación, acero negro en circuitos cerrados, etc.).

Todos los productos ranurados y las ranuradoras serán suministrados por el mismo fabricante para garantizar la compatibilidad del sistema.

Los elementos del sistema tendrán marcado CE, cumplirán con la directiva REACH y tendrán clasificación UL según ANSI /NSF61 en circuitos de agua potable.

Tuberías:

Los extremos de las tuberías se ranurarán conforme a las normas ANSI/AWWA C606.

Acoplamientos mecánicos:

Conexiones mecánicas constituidas por dos segmentos fabricados en fundición de hierro dúctil según ASTM A 536.

Los acoplamientos podrán ser de tipo rígido o flexible donde sea necesario atenuar las vibraciones y/o compensar dilataciones e incluso sustituir las conexiones flexibles a equipos, cumpliendo en cualquier caso la norma ASTM F1476.

Los tornillos de los acoplamientos estarán bañados en zinc, con cabeza de acero al carbono tratada térmicamente ASTM A 449 y ASTM A 183, con una resistencia mínima de 110.000 psi.

Se emplearán adaptadores de bridas para unión de elementos embridados.

Las juntas estarán fabricadas en goma sintética resistente a la presión, con el grado adecuado según el servicio requerido conforme a la norma ASTM D2000. Serán conformes al diámetro exterior del tubo de acero y al bastidor del acoplamiento.

Accesorios para extremos ranurados.

Los accesorios (codos, Tes, reducciones, ...) serán piezas fundidas de hierro dúctil según norma ASTM A 536, acero forjado según ASTM A 234, tubería de acero al carbono según ASTM A53. Estarán dotados de un acabado de esmalte a base de resina alquilita o de revestimiento galvanizado con solución alcalina caliente conforme a la norma ASTM A153. Los accesorios y acoplamientos fabricados con electrodeposición de cinc cumplirán con la norma ASTM B633.

Válvulas y filtros de extremos ranurados:

Se emplearán igualmente válvulas de bola, de mariposa, de retención, de equilibrado y filtros de extremos ranurados en estas zonas.

Se emplearán difusores de succión en lugar de codo y filtro en emplazamientos con reducido espacio de montaje.

Montaje sistema ranurado:

Se seguirán las instrucciones de montaje del fabricante del sistema ranurado y los planos de detalle del proyecto.

El instalador estará acreditado para el montaje del sistema por el fabricante del mismo.

Se emplearán herramientas (juego de rodillos o ranuradoras) fabricadas y suministradas por el fabricante del sistema ranurado y compatibles con el material de las tuberías y con el grosor de la pared.

Se verificará que los extremos de los tubos están limpios y no presentan hendiduras, salientes ni marcas de rodillo en el tramo desde el extremo al corte para el correcto sellado de la junta.

Se lubricarán las juntas antes de su montaje en los tubos.

Se comprobará que el estilo de la junta y el grado del material elastomérico son los adecuados para el servicio requerido.

Se realizará una verificación del montaje por un representante del fabricante.

Manguitos pasamuros

El paso de tuberías a través de muros y forjados exigirá la colocación previa en la obra de albañilería de manguitos pasamuros o elementos estructurales según se indica en el punto 2.16 Pasos de instalaciones de este pliego.

Pendientes

La instalación de redes de distribución de fluidos caloportadores se hará siempre de forma que se evite la formación de bolsas de aire.

Por esa razón las tuberías, en los tramos horizontales, mantendrán una pendiente mínima de 2 mm/m en sentido ascendente hacia el purgador más cercano, sin perjuicio de la pendiente mínima necesaria debido a la distancia entre soportes indicada en el apartado correspondiente. El valor mínimo de la pendiente se mantendrá en toda circunstancia de utilización de la instalación, tanto en frío como en caliente.

Cuando, debido a las características de la obra, no se pueda conseguir la pendiente mínima, se utilizará en la tubería el diámetro inmediato superior al calculado.

Soportes

En el dimensionado y disposición de los soportes de tuberías se seguirán las prescripciones recogidas en las normas UNE correspondientes al tipo de tubería, la norma UNE 100-152 específica de soportes en tuberías, en la cual se indican las distancias entre soportes y pendientes mínimas requeridas en las tuberías de acero y de cobre para conducción de agua.

Para materiales plásticos son válidos los criterios indicados por el CTN 53 de AENOR.

Igualmente, para el empleo de soportaciones prefabricadas (de tipo HILTI, MUPRO, SIKLA o similar) de acuerdo con la IT 1.3.4.2.1. Se tendrán en cuenta las instrucciones del fabricante para la colocación de los soportes de tuberías teniendo en cuenta el material empleado, su diámetro y la colocación (enterrada, al aire, horizontal o vertical).

El instalador estará obligado a presentar, antes de realizar los montajes, el plano con el replanteo de las soportaciones descritas en el proyecto y de acuerdo con los planos de detalle.

Con el fin de reducir en lo posible la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio, se interpondrá un elemento elástico entre el soporte y la tubería, evitando el contacto directo metal-metal.

Se dispondrán de conexiones flexibles o manguitos elegidos en función de la temperatura y presión de trabajo del fluido con una longitud mínima en función de su diámetro todo ello de acuerdo con la norma UNE 100153.

Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Hasta 65 inclusive	300
De 80 a 100 inclusive	400
De 125 a 250 inclusive	600

De 300 en adelante

900

En las salas de máquinas y áreas sensibles, se elegirán soportes elásticos por medio de muelles y/o gomas con una deflexión igual o mayor que la de los soportes antivibratorios de los equipos a los que estén conectados.

En el caso de fluidos fríos se interpondrá entre tubería y soporte un material aislante que evite la condensación de agua a través de este último.

Los soportes de madera o alambre, serán admisibles únicamente durante el montaje, debiendo ser sustituidos por los adecuados en cuanto sea posible.

Los soportes tendrán forma adecuada para ser anclados a la obra, fábrica, o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor a 8 cm. pero en el caso de que fuese preciso, los soportes irán anclados a la pared por medio de tacos de madera u otro material apropiado.

En los tabiques de placas de tipo pladur, Knauff o similar la soportación de las tuberías empotradas se realizará al igual que para el resto de instalaciones (electricidad, fontanería, conductos, gas, etc.) por medio de sistemas de soporte certificados por el fabricante de los tabiques. Consistirá en placas o carriles soportados directamente a los montantes del tabique o solución equivalente certificada por el fabricante. En ningún caso se admitirá anclaje directo a la placa. Las abrazaderas de las tuberías serán de tipo isofónico y su soportación por medio de varillas MUPRO, HILTI, SIKLA o equivalentes.

Los soportes de las canalizaciones verticales, sujetarán la tubería en todo su contorno y se anclarán a los forjados. Serán desmontables para permitir, después de estar anclados, colocar o quitar la tubería.

Cuando exista peligro de corrosión, de los soportes de tuberías enterradas, éstos y las guías deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

Cada uno de los soportes de tubería incluirá en sus anclajes al perfil principal de sujeción los accesorios necesarios que permitan los movimientos de dilatación, de forma que ésta sea absorbida por los dilatadores y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes, serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Se utilizarán de los siguientes tipos de puntos guía que se adaptarán a las recomendaciones específicas de cada fabricante:

- Estribos con rodillo. -
- Rótulas. -
- Carros de deslizamiento. -

La resistencia de las piezas de cuelgue de las tuberías será al menos la indicada en la siguiente tabla:

Díámetro nominal (mm)	Esfuerzo (N)
hasta 50	1.000
65	1.500
80	2.000
100	3.500
125	5.000
150	7.000
200	11.000
250	18.000
300	24.000
350	28.000
400	40.000
450	45.000
desde 500	55.000

Los elementos empleados en la soportación de las tuberías serán preferentemente galvanizados. Las partes no galvanizadas se protegerán contra la oxidación con dos manos de pintura antioxidante y dos de acabado. Las tuberías o colectores se soportarán debidamente y en ningún caso descansarán sobre equipos o aparatos.

Queda prohibido soldar la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

Dilatadores

Las dilataciones que sufren las tuberías, debido a las variaciones de temperatura del fluido que circula por ellas, se compensarán, siempre que sea posible, mediante cambios de dirección o liras de dilatación.

En otros casos se instalarán dilatadores de tipo axial. Su conexión a la tubería será mediante bridas, admitiéndose la conexión roscada para diámetros nominales hasta 2".

En la colocación de los dilatadores se tendrá en cuenta que los movimientos de la tubería debidos a la dilatación no originen esfuerzos sobre los aparatos y equipos conectados.

En cualquier caso, se tendrá especial cuidado en la correcta soportación de la tubería, colocando adecuadamente los puntos fijos y soportes guías precisos.

En el caso de emplearse puntos fijos prefabricados existentes en el mercado, el instalador aportará la solución del fabricante seleccionado, especificando cada punto fijo y el tipo de soporte guía que se empleará, aportando los datos técnicos y los de diseño validados por técnico competente.

Los dilatadores se calcularán según la norma UNE 100-156.

Para materiales plásticos se empleará lo indicado en los códigos de buena práctica emitido por el CTN 53 de AENOR, la normativa vigente para sistema de canalización de materiales plásticos que se indica, así como las recomendaciones de los fabricantes de cada producto.

Válvulas de seguridad

De acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.2.5., los circuitos cerrados con fluidos calientes dispondrán, además de la válvula de alivio, de una o más válvulas de seguridad. El valor de la presión de tarado, será mayor que la presión máxima de ejercicio en el punto de inhalación y menor que la de prueba y vendrá determinado por la norma específica del producto o, en su defecto, por la reglamentación de equipos y aparatos de presión. Su descarga estará conducida a lugar seguro y será visible.

En caso de generadores de calor, la válvula de seguridad estará dimensionada por el fabricante del generador. Las válvulas de seguridad deben tener un dispositivo de accionamiento manual para pruebas que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de las mismas.

Los dispositivos de seguridad estarán conforme a lo indicado en el apartado 7 de la norma UNE 100155.

Se dispondrá un dispositivo de seguridad que impida la puesta en marcha de la instalación si el sistema no tiene la presión de ejercicio de proyecto o memoria técnica.

Golpe de ariete

Para prevenir los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito, se instalarán elementos amortiguadores en puntos cercanos a los elementos que los provocan, de acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.2.7.

En diámetros mayores que DN 32 se evitará el empleo de válvulas de retención de clapeta.

En diámetros mayores que DN 100 las válvulas de retención se sustituirán, por válvulas motorizadas con tiempo de actuación ajustable que serán controladas directamente por el sistema de control del fabricante de las bombas.

Filtración

Cada circuito hidráulico se protegerá mediante un filtro con una luz de 1 mm, como máximo, y se dimensionará con una velocidad de paso, a filtro limpio, menor o igual que la velocidad del fluido en las tuberías contiguas, de acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.2.8.

Las válvulas automáticas de diámetro nominal mayor que DN 15, contadores y aparatos similares se protegerán con filtros de 0,25 mm de luz, como máximo.

Estos elementos filtrantes se dejarán permanentemente en su sitio.

Tratamientos de agua

En las puestas en marcha se emplearán productos específicos desincrustantes y dispersantes para este fin.

Al fin de prevenir los fenómenos de corrosión e incrustación calcárea en las instalaciones se emplearán los criterios indicados en las normas prEN 12502 y, parte 3, y UNE 112076, así como los indicados por los fabricantes de los equipos y lo indicado en la IT 1.3.4.2.11.

En los circuitos de calor a baja temperatura 30/50°C (suelo radiante, fancoils, inductores, ...) se empleará un tratamiento biocida (no permanente) en la puesta en marcha y en las operaciones periódicas de vaciado y llenado para evitar la aparición de gérmenes nocivos (legionella, etc.).

Cuando se empleen productos anticongelantes en los circuitos (energía solar, recuperación de calor, circuitos a la intemperie, etc.) estos serán no tóxicos.

Unidades terminales

Todas las unidades terminales y los equipos autónomos partidos tendrán válvulas de cierre en la entrada y en la salida del fluido portador, así como un dispositivo, manual o automático, para poder modificar las aportaciones térmicas. Una de las válvulas de las unidades terminales por agua será específicamente destinada para el equilibrado del sistema, de acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.2.12

Accesibilidad

Las tuberías se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad de las mismas y de sus accesorios además de facilitar el montaje del aislamiento térmico en su recorrido salvo cuando vayan empotradas, de acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.4.3.

Relación con otros servicios

En el trazado de las tuberías se tendrán en cuenta, en cuanto a cruces y paralelismos, lo exigido por las reglamentaciones vigentes de otros servicios.

Las distancias mínimas a conducciones de gas serán de 3 cm en paralelo y 1 cm en cruces.

Las tuberías de agua discurrirán por debajo de las instalaciones eléctricas y a una distancia mínima de 3 cm, siempre que no afecten a la temperatura.

No se permite la instalación de tuberías en los siguientes lugares:

- en centros de transformación
- sobre cuadros eléctricos
- en huecos y salas de máquinas de ascensores
- en el interior de chimeneas
- en el interior de conductos de ventilación y climatización

3.2.2 TUBERÍAS DE ACERO

Las normas UNE que son de aplicación son principalmente UNE EN 10255, 10217, 19.050 y 36.864 para tubos soldados y para tubos sin soldadura UNE EN 10216, 19052 y 19062.

Las tuberías de acero galvanizado serán de calidad A según UNE EN 10240 y UNE 112076.

Uniones

En las tuberías de acero negro las uniones se efectuarán por medio de soldadura eléctrica. Además de la lógica estanqueidad, se exigirá la adecuada penetración del material de aporte y un buen aspecto y acabado exterior de las soldaduras.

Para ello se biselarán los tubos en las uniones antes de proceder con el cordón de cierre.

Accesorios

En el tendido de redes de tuberías de acero se emplearán curvas norma 3D o norma 5D en los cambios de dirección, con extremos para soldar o roscados, en función de que la tubería sea negra o galvanizada.

En el caso de tubería de acero negro y hasta el diámetro nominal de 2", los cambios de dirección se harán preferentemente mediante cintrado de los tubos. En los tubos de acero soldado se hará de forma que la soldadura longitudinal coincida con la fibra neutra de la curva. Las curvas así realizadas no presentarán aplastamientos ni deformaciones.

Las derivaciones de la tubería principal deberán formar un ángulo de 45° con ésta. No se permitirán derivaciones en ángulo recto más que en situaciones especiales.

Los cambios de sección en las tuberías se realizarán mediante piezas de reducción normalizadas con extremos para soldar o roscados, dependiendo de que la tubería sea de acero negro o galvanizada. Las reducciones serán excéntricas en tramos horizontales, de forma que la generatriz superior de la tubería sea recta y sin escalones, para evitar la formación de bolsas de aire en las tuberías de agua.

Soportes

Las distancias entre soportes para tubería de acero, serán como mínimo las indicadas en la tabla:

TUBERÍAS DE ACERO		
Distancias entre soportes y pendientes		
Diámetro nominal (mm)	Distancia horizontal (m)	Pendiente (mm/m)
10	1,5	3,2
15	1,7	2,8
20	1,9	2,5
25	2,1	2,2
32	2,4	2,0
40	2,5	1,9
50	2,8	1,7
65	3,1	1,5
80	3,4	1,4
100	3,8	1,3
125	4,1	1,2
150	4,4	1,1

200	4,9	1,0
250	5,3	0,9
300	5,8	0,8
350	6,0	0,8
400	6,4	0,8
450	6,6	0,7
500	6,8	0,7
550	7,1	0,7
600	7,6	0,6

Las grapas y abrazaderas dispondrán de sistemas que permitan un desmontaje fácil de los tubos. Existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocarán éstos al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

3.2.3 TUBERÍAS DE COBRE

Las normas UNE que son de aplicación son principalmente UNE EN 1057 para tuberías de cobre y EN 12451 para accesorios de cobre.

Los tubos y accesorios de cobre estarán certificados (marca AENOR).

Todos los tubos de cobre deberán ir MARCADOS con:

- Número de norma UNE-EN 1057 UNE-EN 12.735 UNE-EN 13.348
- Dimensiones nominales de la sección transversal
- Marca de identificación del fabricante
- Fecha de fabricación: Año y trimestre
- Todos los accesorios de cobre deberán ir MARCADOS con:
- Marca de identificación del fabricante
- Dimensiones nominales
- Marca N de AENOR

El material de aportación estará certificado y marcado de acuerdo con la norma UNE 29453.

Accesorios

En el montaje de redes de tuberías de cobre se emplearán los accesorios normalizados para ello, de acuerdo con la norma UNE EN 1254.

Soportes

Los tubos de cobre, llevarán elementos de soportes, a una distancia no superior a la indicada en la tabla siguiente:

TUBERÍAS DE COBRE		
Distancias entre soportes y pendientes		
Diámetro nominal (mm)	Distancia horizontal (m)	Pendiente (mm/m)
10	1,0	5,0
12	1,1	4,5
15	1,2	4,1
18	1,3	3,7
22	1,4	3,4
28	1,6	3,0
35	1,7	2,8
42	1,9	2,6

54	2,1	2,3
63	2,3	2,1
80	2,6	1,9
100	2,8	1,7

Uniones:

Según sea la aplicación las uniones podrán ser:

- Sistemas de soldadura (dura o blanda)
- Sistemas de unión en frío (press-fitting)

Montaje:

Se tomarán las medidas necesarias para permitir la libre contracción y dilatación de los tubos con los cambios de temperatura y se dispondrán los elementos de dilatación necesarios.

Las tuberías de cobre NO deberán estar en contacto con cementos rápidos que contengan derivados amoniacales, escorias y escombros con residuos orgánicos.

Según el Reglamento de Instalaciones de Gas ITT 02.3.2.2.: se prohíbe la soldadura "blanda" con aleación de estaño-plomo.

Se montarán las tuberías de forma que el peso de los tubos recaiga siempre sobre los soportes y nunca sobre las uniones.

3.2.4 MATERIALES PLÁSTICOS

Las tuberías de materiales plásticos y sus accesorios podrán ser de PVC (policloruro de vinilo), PP (polipropileno), PB (polibutileno), PE (polietileno), PER (polietileno reticulado).

Para estas tuberías son de aplicación las normas UNE EN 1452, UNE EN 15874, UNE EN 15876, UNE EN 12201 y UNE EN 15875

Para el montaje de las tuberías plásticas de PVC, PP, PEX y PB se seguirán los criterios indicados en la UNE EN 15877 o 12731, ISO 15874, 15875, 15876 y UNE ENV 12108, según el material y el campo de aplicación.

Para el montaje de los sistemas de suelo radiante serán de aplicación los criterios indicados en la norma UNE EN 12164.

Para las tuberías multicapas se tomará como referencia lo indicado en las normas UNE EN 21003.

3.2.4.1 TUBERÍAS DE P.V.C.

Las normas de consulta será la norma UNE EN 1452, UNE 53331 y 53389.

Para temperaturas hasta 25°C la presión máxima de trabajo se corresponderá con la presión nominal. Para temperaturas superiores, se tomará como guía las correcciones realizadas en la norma UNE EN 1452.

En aquellas instalaciones en que las tuberías puedan estar expuestas a influencias externas anormales, es aconsejable tomar las debidas precauciones ateniéndose a las recomendaciones del fabricante.

La instalación de tuberías debe ser protegida contra la exposición a la llama y/o al calor radiante que puedan elevar la temperatura de su superficie por encima de 45°C.

Al no ser el PVC conductor de la electricidad, las tuberías de este material no son utilizables como toma de tierra.

A causa de la alta resistencia eléctrica de las tuberías de PVC, se requiere precaución en el uso de las mismas, en los lugares donde la electricidad estática pueda tener una importancia considerable.

Las tuberías de PVC no deberán revestirse con pinturas agresivas al material.

Propiedades hidráulicas

El diámetro exterior del tubo equivaldrá al diámetro interior obtenido, teniendo en cuenta las pérdidas de carga y caudal, más dos veces el espesor de pared de la serie de presión que corresponda debiendo ajustarse por exceso a las medidas nominales establecidas en la norma UNE EN 1452.

Uniones

Para la unión de los tubos de PVC entre sí, se utilizan usualmente, la unión mediante adhesivo, o bien, la unión mediante junta elástica.

Para la unión de las tuberías de PVC definidas en la norma UNE EN 1452 con tubos o accesorios de otro material, se utilizan habitualmente los sistemas de unión roscados o mediante bridas.

Los accesorios y uniones para ser utilizados con tuberías de PVC deben estar diseñados para prestar en la práctica el mismo servicio de funcionamiento a largo plazo que las propias tuberías. En cada caso se deberá

comprobar con las indicaciones del fabricante si la resistencia del accesorio se corresponde con la presión de trabajo de la instalación.

Las uniones con accesorios roscados no deberán realizarse roscando directamente en el tubo de PVC, excepto en el caso de ser un tubo fabricado especialmente para ello.

Flexibilidad

Los tubos de PVC-U únicamente permiten ligeras curvaturas a temperatura ambiente, recogándose en la norma UNE EN 1452 las desviaciones máximas admisibles.

4 AISLAMIENTOS TÉRMICOS

4.1 MATERIALES

Los materiales empleados en el aislamiento térmico de tuberías, conductos, aparatos y equipos responderán a las especificaciones contenidas en las normas UNE 92010, UNE 100-171 y UNE 100-172.

Los equipos y aparatos que se suministren aislados por el fabricante cumplirán la normativa específica que les afecte.

Los materiales aislantes se identifican en base a las siguientes características:

- Conductividad térmica
- Densidad aparente
- Permeabilidad al vapor de agua
- Absorción de agua por unidad de volumen o peso
- Propiedades mecánicas (módulo de elasticidad y resistencias a compresión y flexión)
- Envejecimiento ante la presencia de agentes externos, como humedad, calor y radiaciones (particularmente ultravioleta)
- Coeficiente de dilatación lineal y cúbica
- Comportamiento frente a parásitos, agentes químicos y fuego

Las empresas fabricantes de aislamientos y los aislamientos tendrán los certificados de fabricación correspondientes según el uso y material empleado cumpliendo con las normas de aplicación y estarán acreditadas por AENOR u organismo de certificación equivalente.

4.2 MONTAJE

En la colocación del aislamiento deberán seguirse las indicaciones contenidas en las normas UNE 100-171 y UNE 100-172.

Antes de la colocación del aislamiento deberá haberse quitado de la superficie a aislar toda materia extraña, herrumbre, etc.

El aislamiento se efectuará a base de mantas, filtros, placas, segmentos o coquillas soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que haga un asiento compacto y firme con las piezas aisladas y que se mantenga uniforme el espesor.

Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de éste, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios para que no se deteriore con el transcurso del tiempo.

El recubrimiento o protección del aislamiento se hará de manera que quede firme y duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.

En las tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales y horizontales se sellarán convenientemente y el terminado será impermeable e inalterable a la intemperie, recomendándose los revestimientos metálicos sobre base de emulsión asfáltica o banda bituminosa.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes distanciadores, con objeto de sujetar el revestimiento y protección y conservar un espesor homogéneo del aislamiento, para evitar paso de calor dentro del aislamiento (puentes térmicos), se colocarán remachadas, entre los mencionados distanciadores y la anilla distanciadora correspondiente, plaquitas de amianto o material similar, de espesor adecuado.

Hasta un diámetro de ciento cincuenta milímetros (150mm), el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas, deberá realizarse siempre con coquillas no admitiéndose para este fin, la utilización de lanas a granel o fieltros.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento presentará más de dos juntas longitudinales por sección y capa.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar liso y firme.

Podrán utilizarse protecciones adicionales de aluminio, siendo éstas recomendables en las tuberías situadas a la intemperie y en tramos vistos como salas de UTAS o de máquinas. En estos casos, en los codos y demás elementos de forma, se realizará la protección en segmentos individuales engatillados entre sí.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables, de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar aquellas (dejando espacio para sacar los tornillos) del mismo espesor que el calorifugado de la tubería en que están intercalados, de manera que, al mismo tiempo que proporciona un perfecto aislamiento, sean fácilmente desmontables para la revisión de estas partes, sin deterioro del material aislante. Si es necesario dispondrán de drenaje.

En el caso de equipos y depósitos, los casquetes se sujetarán por medio de abrazaderas de cinta metálica, provista de cierres de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.

Delante de las bridas se instalará el aislamiento por medio de coronas frontales engatilladas y, de tal forma, que puedan sacarse con facilidad los pernos de dichas bridas.

En el caso de accesorios para reducciones, la tubería de mayor diámetro determinará el espesor del material a emplear.

Se evitará en los soportes, el contacto directo entre éstos y la tubería.

El recubrimiento y protección de los equipos deberá quedar liso y firme, pudiendo utilizarse protecciones adicionales de plástico, aluminio, etc., siendo obligatorio su uso para equipos situados a la intemperie.

En este caso, se realizará la protección con segmentos individuales engatillados entre sí.

4.2.1 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

Se dispondrá de un aislamiento térmico en las tuberías cuando contengan fluidos con:

- Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran
- Temperatura mayor de 40°C en locales no calefactados, incluyendo en estos pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos y excluyendo tuberías de torres de refrigeración, de descarga de compresores frigoríficos que no estén al alcance de personas.
- Para el aislamiento de tuberías se utilizarán preferentemente coquillas conformadas en fábrica.

Prevención de la Congelación

- Para evitar la congelación del agua en tuberías expuestas a temperaturas del aire menores que la de cambio de estado se empleará a las siguientes técnicas:
- Empleo de una mezcla de agua con anticongelante
- Circulación del fluido
- Aislamiento de las tuberías calculado de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 12241, apartado 6
- Calentamiento directo del fluido incluso mediante “traceado” de la tubería excepto en los subsistemas solares

Prevención de condensaciones

Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera al paso del vapor con una resistencia total será mayor de 50 MPam²s/g y se considerará válido el cálculo realizado si sigue el procedimiento indicado en el apartado 4.3 de la norma UNE-EN ISO 12241.

Espesores mínimos

En tuberías no sujetas a cambio de estado en las que el fluido portador es agua las pérdidas térmicas globales de las redes de conducción no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

Para ello el espesor mínimo correspondiente se determinará de acuerdo con el procedimiento simplificado.

A continuación se indican en las siguientes tablas los espesores mínimos a emplear en los aislamientos, en función de la temperatura del fluido contenido, y considerando un material con conductividad térmica de 0,040 W/m²K a 10°C,

TUBERÍAS Y ACCESORIOS CON FLUIDOS CALIENTES

Diámetro exterior (mm)	Temperatura del fluido (°C)		
	40 a 60	61 a 100	101 a 180
menor o igual a 35	25	25	30
de 35 a 60	30	30	40
de 60 a 90	30	30	40
de 90 a 140	30	40	50
mayor de 140	35	40	50
Espesor mínimo de aislamiento térmico en mm			

Cuando las tuberías discurran por el exterior, los espesores de la tabla se incrementarán en 10mm como mínimo.

TUBERÍAS Y ACCESORIOS CON FLUIDOS FRÍOS

Diámetro exterior (mm)	Temperatura del fluido (°C)		
	-10 a 0	0 a 10	más de 10
menor o igual a 35	30	20	20
de 35 a 60	40	30	20
de 60 a 90	40	30	30
de 90 a 140	50	40	30
mayor de 140	50	40	30
Espesor mínimo de aislamiento térmico en mm			

Cuando las tuberías discurran por el exterior, los espesores de la tabla se incrementarán en 20mm como mínimo.

Aparatos y depósitos

Para el aislamiento de equipos, aparatos y depósitos los espesores mínimos serán iguales o mayores que los indicados en las tablas anteriores para las tuberías de diámetro exterior mayor de 140mm

Los espesores mínimos del aislamiento de las redes de tuberías que tengan funcionamiento todo el año, como redes de agua caliente sanitaria serán los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5mm

Los espesores mínimos del aislamiento de las redes de tuberías que conduzcan, alternativamente, fluidos calientes y fríos serán los obtenidos para las condiciones de trabajo más exigentes.

Los espesores mínimos del aislamiento de las tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión

Los espesores mínimos del aislamiento de los accesorios de la red (válvulas, filtros, etc.) serán los mismos que los de la tubería en que estén instalados

Los espesores mínimos del aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual a 20mm, longitud menor de 5m (contada a partir de la conexión de red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canales interiores serán de 10mm, evitando en cualquier caso la formación de condensaciones

Cuando se utilicen materiales aislantes de conductividad térmica distinta a $\lambda_{ref}=0,04W/(m^2K)$ a 10°C, se empleará un espesor mínimo equivalente determinado aplicando las siguientes ecuaciones:

Para superficies planas:

$$d = d_{ref} \times \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$$

Para superficies de sección circular:

$$d = \frac{D}{2} \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \times \ln \frac{D + 2 \times d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

Donde:

λ_{ref} : conductividad térmica de referencia, igual a 0,04 W/(m·K) a 10 °C

λ : conductividad térmica del material empleado, en W/(m·K)

d_{ref} : espesor mínimo de referencia, en mm

d : espesor mínimo del material empleado, en mm

D : diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm

\ln : logaritmo neperiano (base 2,7183)

EXP: significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis

Podrá determinarse el espesor mínimo del aislamiento por el procedimiento alternativo garantizando las pérdidas de calor máximas de acuerdo con los criterios indicados en la norma UNE EN ISO 12241 e IT 1.2.4.2.1.3. del RITE.

Cubretuberías

Consistente en elementos cilíndricos de lana de vidrio aglomerado con ligantes sintéticos con estructura concéntrica abiertos por su generatriz. Presentan un recubrimiento de aluminio reforzado y provisto de una lengüeta autoadhesiva que facilita el cierre sobre la tubería.

La temperatura de trabajo es de 120°C como máxima, siendo la temperatura del lado del revestimiento no superior a 80°C.

Su clasificación al fuego será no inflamable (Clase BL – S3,d0)

No será corrosivo frente a los metales.

5 VALVULERÍA

5.1 MATERIALES

Todos los tipos de válvulas, filtros y purgadores para instalación en tuberías deberán estar fabricados en materiales adecuados a la temperatura, presión y características del fluido de que se trate.

El fabricante deberá facilitar el Kv de la válvula con obturador abierto y la hermeticidad con obturador cerrado y presión diferencial máxima.

En el cuerpo llevarán troquelado el diámetro y la presión nominales (DN y PN).

Para fluidos con temperatura igual o inferior a 100°C la presión de trabajo podrá ser, como máximo, la presión nominal. Para temperaturas superiores, la presión máxima de trabajo será inferior a la presión nominal, de acuerdo con la norma UNE EN 1333.

En general, las conexiones con las tuberías serán roscadas para diámetros nominales iguales o menores a 2" y mediante bridas normalizadas en diámetros superiores.

En el caso del vapor, las conexiones roscadas solo se podrán emplear hasta DN 1".

El accionamiento del sistema de apertura y cierre de las válvulas deberá permitir su fácil accionamiento, sin esfuerzo y sin ayuda de elementos auxiliares.

Tendrán marcado CE según directiva de equipos a presión.

5.2 MONTAJE

Las válvulas se montarán en los lugares indicados en los planos y esquemas de la instalación.

Según la función a desempeñar, se utilizarán los siguientes tipos de válvulas:

- Aislamiento: Válvulas de bola o mariposa en agua y de asiento en vapor.
- Regulación manual: Válvulas de equilibrado en agua.
- Purga y vaciado: Válvulas de bola en agua.

Las válvulas se instalarán en lugares accesibles, de forma que sean fácilmente manipulables.

No se instalarán válvulas que puedan aislar válvulas de seguridad de las tuberías o equipos a los que sirven.

El montaje de las válvulas se realizará sin que sea necesario forzar las tuberías y sin que recaigan sobre ellas esfuerzos adicionales.

Será posible el desmontaje de cualquier válvula sin tener que cortar la tubería, para lo que, en el caso de las válvulas roscadas, se instalarán con racor de desmontaje.

La descarga de las válvulas de seguridad se conducirá a lugar seguro y a la vez visible. En redes de vapor, la descarga se conducirá al exterior y se instará un tubo de drenaje de agua junto a la boca de salida de la válvula.

5.2.1 VÁLVULAS DE BOLA

Presión PN-10, conexiones roscadas, para diámetro igual o menor de 2"; cuerpo, bola y eje de latón estampado, asientos, junta y empaquetadura de PTFE, maneta metálica inoxidable con recubrimiento plástico.

Empleo en servicios generales, para cierre, purga y vaciado, con temperaturas hasta 100 °C y 10 bar de presión.

5.2.2 VÁLVULAS DE MARIPOSA

Presión PN-10 montaje entre bridas, para diámetro superior a 2"; cuerpo de hierro fundido, mariposa inoxidable, eje de acero inoxidable, asiento de EPDM, accionamiento por palanca, con sistema de enclavamiento, para diámetro igual o menor de 6", y mediante reductor y volante para diámetro superior.

5.2.3 VÁLVULAS DE EQUILIBRADO

Presión PN-16, conexiones roscadas, para diámetro igual o inferior a 2"; cuerpo e interior en aleación inoxidable, cono de estanqueidad de EPDM.

Presión PN-16, uniones embridadas, para diámetro superior a 2", cuerpo de hierro fundido e interior en aleación inoxidable, cono de estanqueidad de EPDM.

En todos los casos dispondrán de volante de regulación micrométrica con indicación digital de posición y sistema de bloqueo de apertura máxima. Dispondrán, así mismo, de tomas de medición de presión para conexión a un microprocesador y medida directa de caudal.

El fabricante de las válvulas facilitará tablas o ábacos con la correspondencia caudal-presión diferencial-posición de ajuste para cada DN.

Utilización en redes de agua, hasta 100°C y 10 bar.

Las válvulas TA se montarán de acuerdo con las indicaciones del fabricante, en el sentido de flujo del agua (de tomas a volante) para garantizar la máxima precisión de las medidas y con las tomas en posición hacia arriba o hacia un lateral para disminuir la acumulación de suciedad en las mismas.

6 ELEMENTOS DE MEDIDA Y CONTROL

6.1 MATERIALES

En este capítulo se describen los instrumentos de medida más comúnmente empleados en el campo de la climatización, es decir: termómetros y manómetros fundamentalmente.

Los instrumentos de medida se instalarán en los lugares indicados en los esquemas hidráulicos y funcionales del Proyecto.

La medición a distancia por medio de cables conectados a un sistema computerizado situado en un lugar distinto del punto donde se efectúa la medida nunca podrá sustituir los instrumentos de lectura "in situ" y, en cualquier caso, deberá ir acompañada de tomas para la introducción de instrumentos de comprobación.

Cuando así se indique en las Mediciones, los aparatos de medida podrán ir equipados de contactos eléctricos para alarmas u otras funciones.

Todos los materiales que constituyen los instrumentos de medida deberán estar contruidos con materiales resistentes a los agentes corrosivos presentes en el medio a medir y en el ambiente donde se sitúa el instrumento.

Los elementos de control serán los apropiados para las temperaturas y presiones que deberán medir durante el funcionamiento de la instalación.

Con el fin de poder efectuar buenas lecturas, la escala del instrumento deberá ser adecuada a los valores mínimo y máximo que la magnitud puede alcanzar en el fluido. De otra parte, la escala deberá adaptarse a las disponibilidades del mercado.

Todos los aparatos de medida de lectura directa se situarán en lugares accesibles y bien iluminados.

Todos los aparatos de medida deberán suministrarse con verificación o calibrage de sus prestaciones por comparación con otro aparato patrón de mayor sensibilidad que servirá de contraste.

6.1.1 TERMÓMETROS

Los termómetros podrán ser de esfera o de columna, a dilatación de mercurio o bimetálicos. Los termómetros de esfera tendrán un diámetro mínimo de 130mm y los de columna una longitud mínima de escala de 200mm. Serán en todos los casos de inmersión, con vaina de protección, no admitiéndose los denominados de contacto. La longitud de la sonda de detección será tal que penetre al menos 50mm en la tubería, una vez instalado y salvando el espesor de aislamiento que corresponda.

6.2 MONTAJE

Los elementos de regulación y control serán los apropiados para los campos de temperaturas y presiones, etc., en que normalmente va a trabajar la Instalación.

Estarán situados de tal manera que den una indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que su indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se quiere medir o controlar.

Los elementos de regulación y control se montarán en los sitios indicados en los esquemas de la instalación. Todos los elementos de regulación y control deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha, irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

Los manómetros dispondrán de válvula de interrupción en su conexión a la tubería o equipo, mientras que las sondas de detección de temperatura irán dentro de vainas de protección.

El emplazamiento de los elementos de regulación y control será tal que sea fácil la lectura de sus indicaciones y su mantenimiento.

7 SISTEMA DE CONTROL

En cumplimiento con el IT 1.2.4.3. del RITE todas las instalaciones de climatización y calefacción estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

Podrá ser eléctrico, neumático, electrónico o mixto, según se indique en las Mediciones-Presupuesto.

El control de los quirófanos, será del tipo electrónico, con independencia del sistema elegido para el resto de la instalación.

El fabricante de los elementos constitutivos de control elegido deberá tener un eficaz servicio postventa, que asegure con el tiempo el normal funcionamiento de sus equipos.

El enlace de los diferentes aparatos integrantes del control de la instalación (cableado y conexionado de aire comprimido) deberá ser realizado por el fabricante del material o al menos bajo su directa supervisión y responsabilidad, prestándose especial cuidado en el cableado de las unidades de control electrónico, que aseguren una ausencia total de interferencias que modifiquen las señales emitidas.

El sistema adoptado garantizará las condiciones de diseño.

Los termostatos de ambiente, tendrán una sensibilidad no inferior a $\pm 0,5$ °C, y los de conducto de ± 1 °C.

Los higrostatos tendrán una sensibilidad no inferior a $\pm 2,5$ % H.R.

Se montarán interruptores de flujo en las tuberías de entrada de agua enfriada y de condensación en cada una de las unidades enfriadoras.

Todas las válvulas y servomotores de la instalación serán modulares, con desplazamiento proporcional a excepción de las baterías de inductores, que serán todo-nada. Las válvulas de control automático se seleccionarán con un valor Kv tal que la pérdida de carga que se produce en la válvula abierta esté comprendida entre el margen de 0,60 a 1,30 veces la pérdida de carga del elemento o circuitos que se pretende controlar, cuando a través de la serie válvula- elementos o circuito controlado pase el caudal máximo de proyecto. Quedan excluidas de este criterio de diseño las válvulas automáticas que se deban dimensionar en función de la presión diferencial.

No obstante en este documento solo se exponen los mínimos necesarios relativos al sistema de control. **Para una información detallada y precisa del proyecto de control se remite al documento independiente que sienta las bases del proyecto de la gestión técnica centralizada.**

Para el sistema de control se exigirá el certificado EU BAC NET y será conforme a las recomendaciones aplicables de la norma UNE EN 50090, UNE EN 15232 y de la guía técnica BT 51.

Igualmente cumplirá con lo dispuesto en la UNE EN 16001/2010 sobre Sistemas de Gestión Energética.

El Protocolo de comunicación será preferentemente BACNET.

7.1 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y CALEFACCIÓN

En estas instalaciones y en cumplimiento de la IT 1.2.4.3. el control del tipo todo-nada estará limitado a los casos siguientes:

- 1) Para controlar límites de seguridad de temperatura y presión.
- 2) Para controlar la temperatura de ambientes servidos por aparatos unitarios.
- 3) Para regular la velocidad de ventiladores de unidades terminales.
- 4) Para controlar la emisión térmica de generadores en instalaciones individuales
- 5) Para controlar el funcionamiento de la ventilación en salas de máquinas en las que se disponga de ventilación forzada.

El rearme de los elementos de seguridad será manual.

Los sistemas de climatización formados por diferentes subsistemas deberán disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio cada uno de los subsistemas en función del régimen de ocupación, sin afectar al resto de la instalación.

Cada unidad terminal de una instalación de calefacción tendrá un dispositivo manual de interrupción de las aportaciones térmicas. Este dispositivo podrá ser el mismo que se utilice para el equilibrado del sistema, si es de tipo adecuado.

En circuitos de caudal variable y cuando las pérdidas de carga de la red de tuberías tenga mucho peso proporcional respecto de la pérdida de carga de los equipos, se valorará la inclusión de válvulas de regulación automáticas de la presión diferencial en cada equipo (UTAs, intercambiadores,...), en conjunto de ellos (sala de UTAS, etc..) o en tramos generales.

Igualmente, en las unidades terminales se recomienda el empleo de válvulas de control con estabilización de la presión diferencial y regulación para garantizar la autoridad de las válvulas y facilitar el equilibrado del sistema.

El equipamiento mínimo de aparatos de control que deberán tener los diferentes tipos de instalaciones de climatización es el que se indica a continuación.

7.1.1 CONTROL TEMPERATURA CIRCUITO FRÍO

En general, la temperatura del agua refrigerada a la salida de las plantas se mantendrá constante al variar la demanda, salvo en los casos justificados por cálculos e implementados por los algoritmos correspondientes en que aumente el rendimiento al incrementar la temperatura de impulsión y no se disminuyan las prestaciones de confort del sistema de climatización de acuerdo con la I.T. 1.2.4.1.

El salto de temperatura será una función creciente de la potencia del generador o generadores, hasta el límite establecido por el fabricante con el fin de ahorrar potencia de bombeo, salvo excepciones justificadas.

Para cubrir las demandas inferiores al límite inferior de parcialización de una máquina se instalarán depósitos de inercia u otros sistemas equivalentes, durante el tiempo de duración de un día. Estos sistemas se emplearán para limitar la punta de demanda máxima diaria.

La máquina frigorífica enfriada por aire estará dotada de un sistema de control de la presión de condensación, salvo cuando exista la seguridad de que nunca trabajará con temperaturas exteriores menores que el límite que indique el fabricante.

En las máquinas frigoríficas enfriadas por agua o condensador evaporativo, al disminuir la temperatura de bulbo húmedo y/o la carga térmica se hará disminuir el nivel térmico del agua de condensación hasta el valor mínimo recomendado por el fabricante del equipo frigorífico, variando la velocidad de rotación de los ventiladores, por escalones o continuidad o el número de los mismos en funcionamiento.

El circuito de condensación tendrá un sistema de protección contra las heladas como mezcla de agua con anticongelante, circulación del fluido, aislamiento de la tubería según UNE EN ISO 12241 o traceado de la tubería.

7.2 AMORTIGUADOR DE SONIDO

Silenciador de celdillas, con material de absorción acústico de fibra mineral incombustible protegido contra la erosión del aire y la acción de los desinfectantes (tipo “higiénico”) montadas sobre bastidor de chapa de acero galvanizada.

La longitud del silenciador será la necesaria para que la presión acústica, medida en la salida de aire de la unidad, sea inferior a 60 dBA. En todo caso, la presión acústica dentro de los espacios ocupados afectados no superará los valores indicados en la memoria del proyecto y de acuerdo con la normativa aplicable.

Se justificará por cálculo según ISO 7235 y será de 2m de longitud mínima salvo justificación.

Se colocarán para la amortiguación de sonido en secciones de impulsión, retorno en ambos casos e incluso en extracciones.

8 EQUIPOS RED HIDRÁULICA

8.1 DILATADORES

Para compensar las dilataciones, se dispondrán liras, dilatadores lineales o elementos análogos, o se utilizará el amplio margen que se tiene con los cambios de dirección, dando curvas con un radio superior a 5 veces el diámetro de la tubería.

Las liras y curvas de dilatación, serán del mismo material que la tubería. Sus longitudes serán las específicas al hablar de materiales y las distancias entre ellas, serán tales que, las tensiones en las fibras más tensadas no sean superiores a 80 MPa. en cualquier estado térmico de la instalación.

Los dilatadores no obstaculizarán la eliminación del aire y vaciado de la instalación.

Los elementos dilatadores, irán colocados de forma que permitan a las tuberías dilatarse con movimientos en la dirección de su propio eje, sin que se originen esfuerzos transversales. Se colocarán guías junto a los elementos de dilatación.

Los dilatadores se instalarán en la línea de tubería de forma que no soporten peso alguno.

El instalador indicará claramente en los planos de montaje el lugar exacto de colocación de los dilatadores y que el acceso a ellos se encuentre libre de interferencias.

Se dispondrá del número de elementos de dilatación necesarios, para que la posición de los aparatos a que van conectados, no se vea afectada ni estar éstos sometidos a esfuerzos inhibidos como consecuencia de los movimientos de dilatación de las tuberías.

Se diseñarán y calcularán de acuerdo con la UNE 100156 y para las tuberías de plástico se seguirán las recomendaciones del CTN 53 de AENOR.

Los dilatadores conformados con tubería se dispondrán preferentemente en el centro de los tramos a compensar mientras que los dilatadores deslizantes o de fuelle se podrán colocar en cualquier punto preferentemente cerca de uno de los puntos de anclaje.

Los dilatadores se guiarán adecuadamente de forma que únicamente se generen en ellos esfuerzos en sentido axial.

Los dilatadores se colocarán a las siguientes distancias máximas en diámetros nominales de la tubería:

- De un anclaje: dos veces
- Del primer soporte guía: cuatro veces
- Del segundo soporte guía: catorce veces

En función de la temperatura ambiente y del tipo de tubería se dispondrán los dilatadores con pretensión (con fluidos caliente) o precompresión (con fluidos fríos) adecuadas.

Los anclajes resistirán los esfuerzos generados tanto en la fase de explotación de la instalación como en los arranques y pruebas de la misma con un coeficiente de seguridad de 5.

Los dilatadores se montarán siguiendo las instrucciones de los fabricantes y los planos de detalles del proyecto.

Serán conformes a la directiva Europea 97/23/CEE de aparatos a presión o norma que la sustituya, con marcado CE.

8.2 SOPORTES ANTIVIBRATORIOS

Todos los equipos de la instalación que en su normal funcionamiento produzcan vibraciones, deberán aislarse del resto del edificio por medio de soportes que impidan la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio a la vez que limitan el nivel sonoro.

Los soportes antivibratorios podrán ser de caucho fijado a armadura metálica o muelles de acero sobre armadura metálica con piso de caucho.

Cuando estén destinados a montaje en la intemperie, llevarán protección metálica adecuada.

Los soportes, deberán calcularse para una eficiencia de aislamiento de acuerdo con los siguientes valores:

EQUIPOS	ZONAS CRITICAS	ZONAS CRITICAS NO
– Ventiladores centrífugos. (Mayores de 25 CV.)	98 %	90 %
– Bombas centrífugas. (Mayores de 5 CV.)	98 %	90%
– Ventiladores centrífugos. (de 5 a 25 CV.)	98 %	90 %
– Bombas centrífugas. (de 3 a 5 CV.)	96 %	80 %
– Ventiladores centrífugos. (hasta 5 CV.)	96 %	80 %
– Bombas centrífugas. (hasta 3 CV.)	94 %	75 %
– Unidades de Inductores y Cajas Colgadas.	90 %	70 %
– Tubería colgada.	90 %	70 %

Los soportes antivibratorios se seleccionarán para el peso del equipo que actúe sobre los mismos y para una deflexión mayor o igual que la requerida de acuerdo con las tablas del fabricante y según la norma UNE 100153.

En el caso de que la carga no se distribuya homogéneamente sobre los soportes estos se seleccionarán de forma que la deflexión en cada uno sea aproximadamente iguales entre sí para mantener la horizontalidad del equipo.

Igualmente se comprobará que la amplitud máxima del desplazamiento de pico a pico de los equipos en régimen permanente producido por las vibraciones no supera los límites indicados en la norma UNE 100153. De no ser así se procederá a corregir los niveles generados por el equipo por el procedimiento adecuado (equilibrado del rotor, alineación entre motor y máquina, vibraciones en rodamientos, transmisiones por correas, fuerzas electromagnéticas...).

Llevarán marcado CE de producto si procede.

8.3 TUBOS TESTIGO

De acuerdo con la norma UNE 112076, se dispondrán tubos testigo en tramos de tubería del mismo material que el resto de la instalación fácilmente desmontables para su inspección y normalmente con un doble paso alternativo o by pass.

Se instalarán en las partes bajas del circuito como lugar más desfavorable de acumulación de sedimentos y corrosión.

En las partes bajas de los sistemas de ACS se realizará purgados de lodos.

En el caso de presencia de diferentes materiales se colocarán en las transiciones válvulas antiretorno con control de estanquidad y llave de paso anexa para evitar la corrosión.

Las instalaciones de ACS cumplirán la normativa aplicable entre ellas la de instalaciones de agua potable para consumo humano y la de prevención de la legionella.

Los materiales de las tuberías, accesorios y valvulería se elegirán de acuerdo con las características y agresividad del fluido de los circuitos y evitando la aparición de pares galvánicos entre materiales (evitar instalación conjunta de cobre y acero galvanizado en circuitos abiertos).

8.4 PINTURA Y SEÑALIZACIÓN

Todas las bombas, motores y otros equipos instalados, serán pintados en fábrica con pintura esmalte, especial para máquinas y después de su instalación se limpiarán cuidadosamente y se pintarán al aceite.

Se pintarán los interiores de los conductos en las partes posteriores de rejillas con dos capas de pintura negra-mate u otro color que indique la dirección técnica.

Todos los elementos metálicos no galvanizados, aislados o no, que no vengan pintados de fábrica, tubería, accesorios, soportes, depósitos, etc. se protegerán de la oxidación mediante dos manos de pintura antioxidante.

Posteriormente, las partes vistas de estos elementos después del aislamiento, se pintarán con pintura de acabado de color a determinar.

Todos los equipos de la instalación se quedarán debidamente señalizados para su posterior identificación en los planos, y en las instrucciones de funcionamiento. Para ello, se rotularán en lugar visible de ellos el número y denominación correspondiente del aparato de que se trate.

Asimismo, las tuberías se señalizarán de acuerdo con su circuito, líquidos que transportan las diferentes temperaturas de los mismos y la dirección de éstos sea ida o retorno.

9 CENTRAL DE PRODUCCIÓN DE FRIO

9.1 PLANTAS ENFRIADORAS

9.1.1 GENERALIDADES

Podrán ser de compresor alternativo, centrífugo, tornillo, scroll o sin compresor por sistema de absorción (Agua-Bromuro de litio), según se indique en la Memoria y Medición de Proyecto.

Asimismo, en los primeros casos, el montaje motor eléctrico compresor, podrá ser del tipo abierto o hermético, según se detalla en los restantes documentos del Proyecto.

Las unidades serán completas, con evaporador multitubular aislado térmicamente, condensador (por agua o aire), compresor, motor eléctrico, controles de funcionamiento de seguridad, sistema automático de purga de aire (si la presión de trabajo del gas refrigerante utilizado es inferior a la atmósfera), manómetros de alta y baja, panel de mando, control, etc., para un funcionamiento totalmente automático.

Las plantas frigoríficas instaladas, deberán tener una capacidad total no inferior a la indicada en el Proyecto, en las condiciones de funcionamiento, asimismo indicadas. El factor de suciedad elegido para el enfriador y el condensador, será de 0,005.

Para garantizar el funcionamiento estable de las enfriadoras, en caso de que el volumen de agua contenido en la instalación sea inferior al recomendado por el fabricante, se añadirá un depósito amortiguador al sistema, con objeto de alcanzar el volumen necesario. Este depósito debe llevar deflectores para asegurar una mezcla adecuada.

Las unidades tendrán un funcionamiento completamente automático, siendo capaces de arrancar y parar según la temperatura registrada a la salida del agua del enfriador o del agua de retorno. La modulación de la capacidad frigorífica, no será inferior a cuatro etapas (25%, 50%, 75% y 100%) en las plantas alternativas y modulantes desde el 15% hasta el 100% en las centrífugas y de absorción.

Todos los controles necesarios para obtener este funcionamiento deben ser suministrados por el fabricante como dotación normal del equipo.

Se proporcionará la tabla de rendimientos de EER y COP total al variar la demanda desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización en las condiciones previstas de diseño, así como los valores del IPLV y ESEER certificadas por ARI o EUROVENT.

En el caso de que la máquina disponga de etiquetado energético se indicará la clase de eficiencia energética que será de clase A o superior según las Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC).

Se indicará igualmente el nivel de potencia sonora según ISO 3744, ISO 9614 y Eurovent 8/1 y se verificará el nivel de presión sonora emitido cumpliendo con la normativa vigente (ordenanzas locales, decretos regionales y estatales) o disponiéndose los medios de aislamiento acústico necesarios.

Entre otras cumplirán con las siguientes normativas: Fabricación de acuerdo a ISO 9001 e ISO 14001 y a directivas europeas (marca "CE"), Seguridad de maquinaria (89/392/CEE), Baja tensión (73/23/CEE), Compatibilidad electromagnética (89/336/CEE), Directiva de equipos a Presión PED(97/23/CE), Potencia de frío y potencia absorbida a plena carga y a cargas parciales certificadas por ARI (Programa de certificación de enfriadoras de agua de ciclo de compresión de vapor), según norma ARI 550/590-2003 o EECCAC. Tendrán certificación EUROVENT si la enfriadora se encuentra incluida entre el rango de productos certificados por dicho organismo.

Se dispondrán soportes antivibratorios adecuados, preferentemente bancada flotante metálica o de hormigón y muelles o elementos de caucho o neopreno según recomendaciones del fabricante. En cualquier caso se cumplirá con el grado de aislamiento necesario según las características del local, el tipo de forjado y la bancada del equipo de acuerdo con la UNE 100153. En las conexiones con las tuberías se emplearán manguitos antivibratorios de doble onda

Para cubrir una demanda mínima se podrá cubrir bien con el mínimo escalón de los equipos centrales, bien por medio de un sistema de acumulación adecuado para su periodo de duración durante un día o bien mediante un equipo frigorífico específico.

El empleo de bombas de calor con sumidero al aire debería limitarse a zonas con temperatura exterior mínima de diseño superior a 0°C.

Estas plantas, deberán ser construidas de acuerdo a un prototipo homologado por el Ministerio de Industria.

9.1.2 MATERIALES

COMPRESOR

La carcasa del compresor, deberá ser de hierro fundido de grano fino.

Los impulsores, serán de acero de capacidad idónea en los compresores alternativos (Cilindros y Pistones) y de aleaciones no férricas de alta resistencia en los centrífugos (Turbinas).

El sistema de lubricación forzada suministrará aceite a la presión necesaria durante el funcionamiento del compresor y durante los periodos de parada del mismo, por dispositivos adecuados.

EVAPORADOR Y CONDENSADOR

Estarán contruidos por intercambiadores térmicos del tipo multitubular, de uno o dos pasos.

Los tubos, serán contruidos en cobre sin costura con aletas integrales para mejorar el sistema de transmisión.

Las cajas de agua, serán probadas por el fabricante a 20 kgs/cm². El conjunto del circuito del lado refrigerante se probará a 32 kgs/cm².

En cualquier caso, todos los intercambiadores o depósitos del equipo, vendrán timbrados por la Delegación de Industria, según el Vigente Reglamento de Plantas.

El evaporador o enfriador de agua, deberá estar convenientemente aislado térmicamente con algún material aislante de buenas características mecánicas para asegurar su inalterabilidad y del espesor adecuado para evitar condensaciones.

UNIDAD DE PURGA

Se suministrará una unidad de purga con todas aquellas plantas que lo necesiten en su normal funcionamiento, para eliminar todos los gases no condensables en el sistema. Deberá ser de funcionamiento manual o automático. Estará provisto de algún sistema adecuado para devolver al evaporador el refrigerante recuperado en el proceso de purga.

PANEL DE CONTROL

Cada unidad, debe estar provista de un panel de control que contenga como mínimo los siguientes elementos:

- Manómetro indicador de presión en el condensador.
- Manómetro indicador de presión en el evaporador.
- Manómetro indicador de presión en el circuito de aceite de lubricación.
- Manómetro indicador de presión en el tambor de purga.
- Presostato de alta y baja presión de refrigerante.
- Presostato de baja presión de aceite.
- Protección térmica del motor eléctrico.

- Protección eléctrica y arrancador.
- Termómetros indicadores de la temperatura de evaporación y condensación.
- Termostato anti-hielo.

MOTOR ELÉCTRICO

Bobinado para 380/III/50, y en caso de unidades herméticas con barniz protector de los arrollamientos, resistentes a los gases refrigerantes, aceites y mezclas de ambas.

Estarán dotados de arrancadores con auto-transformador, voltaje reducido o de estrella-triángulo y sus tres fases estarán protegidas con relés magneto térmicos de gran sensibilidad.

ACCESORIOS

Las unidades se suministrarán completas, con carga de refrigerante y aceite.

Con la unidad, el Fabricante suministrará los apoyos antivibratorios necesarios, según el lugar de emplazamiento, que podrán ser de caucho o muelles metálicos, según se requiera para evitar la transmisión de vibraciones al edificio.

Se considerará como razón suficiente para la NO RECEPCIÓN de la planta enfriadora, la ausencia de la información técnica adecuada, que permita un normal manejo de la unidad por el personal responsable de su funcionamiento, así como la documentación oficial necesaria para su legalización en la Delegación de Industria del lugar de su instalación.

9.1.3 UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CON COMPRESOR DE TORNILLO

Construida en una sólida estructura de acero terminado en zinc y pintura epoxy con paneles de aluminio. La unidad será probada en fábrica a plena carga en las condiciones de proyecto y será suministrada con toda su carga de refrigerante y aceite. Cada unidad debe incluir los componentes siguientes:

6 circuitos frigoríficos independientes con 1 compresor por cada circuito.

Compresores

El compresor podrá ser mantenido y reparado en obra, de transmisión directa 3.000 r.p.m, de tipo monotornillo con un rotor tornillo principal y dos satélites diametralmente opuestos. Los dos satélites deben crear un ciclo de compresión en oposición que resulte en un equilibrio de fuerzas en el interior del compresor. El rotor tornillo principal tendrá seis ranuras helicoidales y estará construido en aleación de aluminio de alta calidad, los dos satélites opuestos estarán fabricados en material composite impregnado de carbono y contar cada uno con 11 dientes. El compresor semihermético utilizará un economizador interno para mejorar la eficiencia del ciclo y trabajar en un punto más eficaz. La lubricación, sellado y refrigeración del tornillo se realizará mediante una inyección de líquido refrigerante. La parcialización se realizará mediante una pareja de válvulas de corredera situadas en oposición en cada cámara de descarga. El motor será de inducción en jaula de ardilla e irá refrigerado con líquido expansionado para trabajar a menor temperatura. El factor de potencia del motor será de 0,9 o superior.

Evaporadores

2 evaporadores de expansión directa con refrigerante en tubos de cobre ranurados internamente para alta eficacia expandidos mecánicamente en placas de acero al carbono y agua en carcasa. La carcasa, aislada, incluirá un cable calefactor comandado por un termostato, para prevenir contra la congelación hasta -28°C de temperatura ambiente. Cada evaporador tendrá tres circuitos frigoríficos, uno para cada compresor.

Batería condensadora

En tubos de cobre sin junta, dispuestos escalonadamente y expandidos mecánicamente en aletas de aluminio espaciadas con "collares" para mejorar la eficacia aumentando la superficie en conexión con los tubos protegiéndolos de la corrosión. Un circuito subenfriador elimina la posibilidad de encontrar burbujas en el líquido y aumenta la potencia de un 5 a un 7%. La batería se diseña de forma que la velocidad del aire no sea superior a 2,8 m/s.

Ventiladores de Condensador

De tipo helicoidal con palas de polipropileno para mejor nivel sonoro. Descarga de aire vertical y motores con protección IP55 y 6 polos capaces de funcionar con temperaturas desde -40°C a +55°C.

Válvula de Expansión electrónica

Dirigida mediante el control MicroTech con sistema de modulación por impulsos en duración para reaccionar directamente a las variaciones de carga.

Cuadro de control

Resistente a la intemperie y accesible con llave. Incluso los elementos de fuerza y arranque en un compartimento separado del sistema de control. Los elementos de fuerza y arranque irán debidamente protegidos con una cobertura plástica e incluir relés térmicos, fusibles y contactores para cada bobinado de

los motores de compresores y ventiladores de estado sólido para los motores de los compresores, presostatos de alta y de baja, termostato antihielo, interruptor de parada individual por cada compresor, contador de horas en cada compresor y contactor de alarma general.

Regulación

Cada unidad tendrá un controlador MicroTech por microprocesador con una pantalla informativa de 32 caracteres y calendario interno y reloj para programar las funciones de marcha y paro durante todo el año. La unidad permite el arranque externo e incluso la modalidad de un arranque “suave” para provocar reducciones de carga cuando existan picos de consumo. Además, es posible conectar mediante los puertos de comunicaciones RS 232 y RS 485 existentes, todas las unidades del sistema en red y a su vez mediante un Panel Maestro de Protocolo Abierto con un BMS externo de cualquier compañía de control.

Control de alta y baja temperatura

Las unidades incluirán un control automático de la presión de condensación para funcionamiento de serie con temperaturas externas entre +5°C y +40°C. Como opción puede incluirse un control de presión de condensación para funcionamiento con temperaturas externas de hasta -18°C.

9.1.4 MONTAJE

Las salas de máquinas de generadores de frío cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente:

- RITE IT 1.3.4.1.2. salas de máquinas
- Reglamento de instalaciones frigoríficas vigente (RSF)
- UNE EN 378 parte III capítulos 4,5,6,7, y 8.
- UNE EN 13779 apartado 13 Anexo A
- CTE DB SI-1
- Ordenanzas locales y normativa regional

El montaje, la instalación y el servicio serán autorizados por la autoridad competente.

Características de salas de máquinas:

Además de las condiciones indicadas en la DB SI del CTE y la normativa aplicable anterior las salas de máquinas cumplirán las siguientes prescripciones:

- No se practicará el acceso normal a la sala de máquinas a través de una abertura en el suelo o techo.
- Las puertas tendrán permeabilidad no mayor a $1l/(s \cdot m^2)$ bajo una presión diferencial de 100 Pa, salvo cuando estén en contacto directo con el exterior.
- Las dimensiones de la puerta de acceso serán las suficientes para permitir un movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas.
- Las puertas estarán provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas desde el exterior.
- En el exterior de la puerta se colocará un cartel con la inscripción: “Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio”.
- No se permitirá ninguna toma de ventilación que se comunique con otros locales cerrados
- Los elementos de cerramiento de la sala no permitirán filtraciones de humedad
- La sala dispondrá de un eficaz sistema de desagüe por gravedad o, en caso necesario, por bombeo.
- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso. Este interruptor no podrá cortar la alimentación al sistema de ventilación de la sala.

- El interruptor del sistema de ventilación forzada de la sala, si existe, también se situará en las proximidades de la puerta principal de acceso.
- El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquina será suficiente para realizar los trabajos de conducción, inspección, como mínimo, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5.
- No podrá ser utilizado para otros fines, ni podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación.
- Los motores y sus transmisiones estarán suficientemente protegidos contra incidentes fortuitos del personal.
- Entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas se dejarán los pasos y accesos libres para permitir el movimiento de equipos, o partes de ellos, desde la sala al exterior y viceversa.
- En el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes
 - Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido.
 - El nombre, la dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
 - La dirección y número de teléfono de servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
 - Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
 - Plano con esquema de principio de la instalación.

Dimensiones de la sala de máquinas

La distancia entre los equipos y los cerramientos no será inferior a 80cm, y en la parte frontal se deberá dejar una longitud al menos igual a la del equipo, para poder efectuar las operaciones de limpieza de los tubos intercambiadores de calor. En esta zona la altura mínima será la del haz de tubos con un mínimo de 1m. La altura mínima libre en la sala de máquinas sobre los equipos será de 1 metro. La altura mínima de la sala será de 2.5m.

Ventilación de sala de máquinas:

Como mínimo se asegurará un caudal de ventilación de 4 renovaciones/hora.

Se asegurará igualmente una ventilación de emergencia en caso de fuga de refrigerante de:

$$V = 0,014 \text{ m}^2/3$$

con:

V : caudal de aire en m³/s

m : masa de refrigerante en la sala de máquinas, en kg

que será inferior a 15 renovaciones / hora.

En caso de emplearse ventilación natural la superficie total mínima libre será:

$$A = 0.14 \text{ m}^2$$

Con A: superficie mínima de apertura en m²

10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ASOCIADA

10.1 GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas, que aquí se contemplan, un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

10.1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

10.1.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser de acuerdo con la ITC-BT-03 del REBT, estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Memoria, Memoria de Cálculo, Planos y Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc.), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjás, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc., que conlleven esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

10.1.3 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Cuadros secundarios de Baja Tensión. Así mismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

10.1.4 MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES

El podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

10.1.5 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricos. Para este uso, podrán

utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

10.1.6 PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores magnetotérmicos mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los interruptores diferenciales, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del taraje de relés, de conformidad a los valores deseables para la correcta protección de los circuitos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.

- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos en Clase A por separación de circuitos, serán inspeccionadas y controladas conforme al REBT.

10.1.7 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Código Técnico de la Edificación (2006).
- c) Normas de Régimen Interno y Recomendaciones de las Empresas Suministradoras de Energía Eléctrica.
- d) R.D. 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- e) Además, se tendrán presentes todas las Normas, Ordenanzas y Reglamentos de obligado cumplimiento, relacionados en otros documentos de este Proyecto.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, de la Comunidad y del Ayuntamiento.

10.1.8 DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES

Una vez realizadas las pruebas del apartado 1.6 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación. Esta documentación dispondrá de:

- 1) Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos y esquemas definitivos de la Instalación.
- 2) Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
- 3) Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.6.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma Andaluza.

10.2 CUADROS DE BAJA TENSIÓN

10.2.1 GENERALIDADES

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 415/240 V y frecuencia 50/60Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros no son objeto de este documento y proyecto, los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 628x562x135 mm. y máximas de 1.200x562x145 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aun cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente. Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedarán al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles que lo obstaculice.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará, para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos desarrollados para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., además de las normas UNE, CEI, NF-C y VDE aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo porta planos, porta etiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas.

10.2.2 COMPONENTES

10.2.2.1 ENVOLVENTES

Serán aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios, según se especifique en Mediciones.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección mínimo será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. En caso de instalaciones en el exterior tendrán IP 65. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

En general, serán metálicos, contruidos en chapa de acero de 2 mm. de espesor como mínimo y estarán pintados en el color que estipule en su día la Dirección Técnica.

Las dimensiones serán variables según los casos, si bien cuando esté justificado el uso de paneles apoyados en el suelo, sería recomendable que la longitud de cada panel no fuese inferior a 70 cms. ni superior a 90 cms. y la altura no fuese inferior a 1,80 m. ni superior a 2,20 m., en este caso, en la parte inferior y superior de los paneles existirán zócalos de 10 cms.

Los chasis estarán convenientemente puestos a tierra y las puertas se conectarán al sistema "T.T." mediante trencilla de cobre electrolítico.

Como norma general para todos los Cuadros Secundarios, las dimensiones de la carpintería de todos ellos será tal que permita la siguiente distribución de la aparamenta dentro del cuadro:

- La fila superior estará ocupada únicamente por el interruptor general y el Repartidor Modular.
- Cada peine con el magnetotérmico + Dispositivo Diferencial Adaptable (DDA) y sus magnetotérmicos de salida, ocuparán una fila por sí solos, dejando al final de la misma huecos de reserva para ampliaciones.

Los interruptores generales de corte en carga serán para montaje sobre carril DIN y de las características indicadas en planos y presupuesto. Los contactores tendrán selector de posición integrado de 3 posiciones integrado (STOP-AUTO-MANUAL) según esquemas unificares del proyecto.

El diseño de la colocación del aparellaje, permitirá el libre acceso a cualquier elemento para su reposición o limpieza.

Las puertas quedarán destinadas exclusivamente a aparatos de medida pulsadores, mandos y pilotos de señalización.

Los aparatos de medida se situarán siempre en la parte superior de las puertas y a la altura adecuada para que permita la lectura sin dificultad.

Los interruptores, bases cortacircuitos, contactores y otros, se colocarán sobre placas de montaje o bastidores metálicos, rígidamente anclados al armazón del cuadro.

10.2.2.2 APARAMENTA

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que exista aguas abajo.

Para el sistema de instalación TT, las protecciones, contra contactos indirectos, se realizarán con dispositivos diferenciales para todos los circuitos de la instalación. Para la definición de las intensidades de desconexión se aplicarán las intensidades nominales según se indica en la Memoria de Cálculo y los tiempos de corte serán, asimismo, las definidas de acuerdo con las tensiones de contacto asignadas máximas aceptables, de tal manera que se asegure una SELECTIVIDAD TOTAL para el caso de la puesta a tierra de una fase y para el caso de acumulación de fugas admisibles en receptores. La tensión de contacto límite será de 50 ó 24 V. Todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24.

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD TOTAL al cortocircuito, conjugando poderes de corte y solicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la aparatenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones. (Protección total a los cortocircuitos)

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado, no siendo admitidos estos elementos diferenciales puros para corte en cuadros donde la intensidad de cortocircuito sea mayor de 5 KA.

Cada cuadro dispondrá de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del CGBT. Todos los interruptores del CGBT y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

Interruptores automáticos

Los destinados a cuadros prefabricados de caras serán interruptores de caja moldeada magnetotérmicos.

En el resto de los cuadros, podrán ser indistintamente en caja moldeada o con ruptura al aire.

La capacidad de ruptura será en cada caso la indicada de acuerdo con la intensidad de cortocircuito previsible.

Los mecanismos de accionamiento obligarán a la conexión desconexión brusca.

Todos los circuitos de baja tensión de la instalación, irán protegidos con protección diferencial mediante interruptores automáticos de dicho tipo.

La intensidad de defecto, podrá considerarse en principio de 300 MA si bien debiera cumplirse, conforme fija el reglamento electrotécnico de B.T. vigente, que la resistente a tierra de las masas en locales sea:

$$R \leq \frac{50}{I}; I \text{ es la intensidad de defecto del funcionamiento del diferencial.}$$

De no cumplirse con esta resistencia, se procederá una vez efectuada la medición de resistencia al cambio de los diferenciales por lo de intensidad de defecto 30 MA.

Serán de apertura en carga y podrán cerrar contra cortocircuitos

El mecanismo de conexión, será brusco. Los contactos serán plateados, irán en cámaras cerradas con doble apertura por palo.

Los calibres a utilizar serán:

32 A, 63 A, 160 A, 250 A, 400 A, 630 A, 1.000 A.

Hasta 10 A. los interruptores podrán ser del tipo paquete.

Las placas embellecedoras de los accionamientos, llevarán impresos los símbolos indicativos de conectado o desconectado. El embarque entre el mando y el eje de rotación de los contactos no permitirá error en la maniobra.

Contactores, inversores, guardamotors y arrancadores

El sistema de corte será por doble contacto en cámara de extinción.

La tensión de conexión de la bobina, será de 220 V. y estará protegida por un cortocircuito-fusibles independiente.

Los relés térmicos, se regularán de acuerdo con las potencias de los motores que pretenden proteger, en el valor de intensidad nominal, serán del tipo denominado "RELES TÉRMICOS DIFERENCIALES".

Cuando se trate de arrancadores estrella-triángulo, todo el conjunto irá montado sobre una placa metálica donde se incluya temporizador de la conmutación.

No se considera como bien instalados aquellos contactores u otros, que en funcionamiento provoquen ruidos sensibles por vibraciones.

Bases cortacircuitos

La capacidad de las bases será:

20 A, 40 A, 80 A, 100 A, 160 A, 250 A, 400 A, 630 A, 1.000 A.

Los cartuchos se usarán en general GT, excepto en protección de motores que serán clase A.M.

En las bases tripolares, se exigirá el uso de pantallas aislante entre las fases.

10.2.2.3 EMBARRADOS Y CABLEADOS

Los embarrados, serán de cobre electrolítico e irán soportados rígidamente unidos a bastidores metálicos.

Los embarrados se calcularán de un lado para que no sobrepasen las dimensiones de corriente establecidas en el artículo 18 del reglamento de centrales generadoras de energía eléctrica vigente, y de otro lado para que soporten sin deformación irrecuperable los esfuerzos electrodinámicos provocados por la intensidad de cortocircuito de choque previsible.

El cableado interior del cuadro, se llevará por el interior de bandejas ranuradas de material aislante y tapa fácilmente desmontable.

Tanto los embarrados si los hubiese como el cableado, se realizará identificando con colores las tres fases, el neutro y el cable o barra de puesta a tierra, los colores respectivos que se utilizarán serán negro, marrón, azul, amarillo-verde.

Todos los cables de entrada y salida del cuadro, se conectarán a regleteros de bornas dispuestas a tal fin y en ningún caso directamente a los aparatos de protección de maniobra.

Todos los conductores que constituyen el cableado interior del cuadro se numerarán en los dos extremos antes de su montaje en la bandeja.

La numeración en cada extremo se corresponderá al número de bornas y número de aparato correspondiente a dicha numeración, que constará en el plano de esquema unifilar que debe acompañar el instalador para aprobación previa del cuadro.

Se indicará el tipo de cableado que se va a utilizar, para la interconexión de los elementos contenidos en los cuadros secundarios. El Instalador deberá especificar esta cuestión mediante los planos de detalle.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 3500 kg/cm² para el cobre de dureza 110 Vickers y 3000 kg/cm² para el de dureza 100 Vickers. Como cálculo reducido para el cobre de 100 Vickers, podrán utilizarse las siguientes expresiones:

a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 3000 \text{ donde:}$$

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 3000, \text{ donde:}$$

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
---	--

I_{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100$ Hz), se ha de elegir una distancia

entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias $\left(\frac{f}{50}\right)$ sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en BT del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV (AS) provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo (AS), con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege y de cortocircuito presente en el cuadro.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados, que las indicadas en este apartado, ni conexiones con cables de secciones insuficientes para soportar las solicitaciones térmicas debidas a las intensidades de cortocircuito a que estén sometidos cada cuadro, según la tabla de cálculo de este Proyecto.

10.2.2.4 ELEMENTOS ACCESORIOS

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas
- Rótulos
- Etiqueteros
- Señalizaciones

- Herrajes y fijaciones
- Bornas
- Retoques de pintura

En general, todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

10.3 CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

10.3.1 GENERALIDADES

Los cables que este apartado comprende, se refieren a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde.

Todos los cables deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrónicos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las solicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio, no den ocasión a tensiones inferiores a $0,95 \times V$ voltios para circuitos de alumbrado, y de $0,93 \times V$ voltios para los de fuerza en el punto de alimentación de receptores, siendo V la tensión de transformadores a potencia nominal. Cuando la acometida sea en Baja Tensión, las caídas de tensión no darán ocasión a tensiones inferiores a $0,97 \times V$ voltios para circuitos de alumbrado, y a $0,95 \times V$ voltios para los de fuerza, siendo V la tensión de servicio. Estas caídas de tensión deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 80° C y 50 Hz.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T.

En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5 mm².

10.3.2 TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN

10.3.2.1 CABLES 450/750 V

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21031, 20427, 20432-1-3, 21172, 21174 y 21147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras. El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado de Canalizaciones. Referente a los canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales). Los cables podrán ser rígidos (H07Z1-U y H07Z1-R) o flexibles (H07Z1-K). Cuando se utilicen cables flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en el R.E.B.T.

De conformidad con la UNE 21145, el valor máximo de la temperatura alcanzada por el conductor de un cable durante un cortocircuito de duración no superior a 5 s, en contacto con un aislamiento PVC, será de 160 C; por lo tanto la fórmula de calentamiento adiabático aplicable a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será: $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$.

10.3.2.2 CABLES R Z1-0,6/1 KV PARA INSTALACIÓN AL AIRE

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21123, 21147, 21432, 21145, 21174, 21172 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CGD y CS. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en apartados anteriores (bandejas) de Canalizaciones.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones se queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en el R.E.B.T.

De conformidad con la UNE 21145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

10.4 CANALIZACIONES

10.4.1 GENERALIDADES

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V.

Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas
- Bandejas en material de PVC rígido
- Canales metálicos

- Canales en material PVC rígido
- Tubos metálicos
- Tubos en material PVC curvable en caliente
- Tubos en material PVC flexible
- Tubos especiales

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de los canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Los canales metálicos pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural semejante al de las bandejas.

Los canales en PVC serán todos para montaje mural.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta el R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro de tubo se regirá por la siguiente tabla:

Conductor mm2																	
Tubo Mm	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
11	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	7	5	3	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/23	10	7	6	4	3	2	-	3	3	2	-	2	1	-	-	-	-

Conductor mm2																	
Tubo mm	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
29	18	14	10	8	6	4	3	6	5	4	3	3	2	1	-	-	-
36	27	20	16	12	9	6	4	8	7	6	5	4	3	2	1	1	-
48	36	30	20	16	12	9	6	10	9	8	7	5	4	3	2	1	1

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm2 como máximo.

10.4.2 MATERIALES

10.4.2.1 BANDEJAS:

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada tres metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 37- 501-88 y 37-508-88) o en acero inoxidable, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc., (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a +60°C, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40 C.

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60x200	2,7	1,810	22,5
60x300	3,2	2,770	33,7
60x400	3,7	3,700	45,6
100x300	3,7	3,690	57,3
100x400	4,2	4,880	77,2
100x500	4,7	6,350	96,6
100x600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

10.4.2.2 CANALES:

Quedarán identificados por ser cerrados de sección rectangular. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuos o ventilados.

Todos los canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellos cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellos que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estos se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Los canales eléctricos para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado 1,5 mm de espesor. Estos canales serán de 200x35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Los canales metálicos para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estos canales cabe diferenciar a los destinados a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc.) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellos los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Los canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40 C:

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50x75	2,2	1,180	6,7
60x100	2,5	1,190	10,8
60x150	2,7	2,310	16,6
60x200	2,7	2,840	22,5
60x300	3,2	4,270	33,7
60x400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinados, quedando condicionados a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc.

10.4.2.3 TUBOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC lisos reforzados.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruados en fleje laminado en frío, recocido en calidad ST-35, soldado según normas DIN 1.629 y medidas según DIN 49.020, grado de protección de 7 a 9 según UNE 20.234. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indique otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS									
Diámetro referencia	9	11	13	16	21	29	36	42	48
Diámetro exterior	15,2	18,6	20,4	22,5	28,3	37	47	54	59,3
Espesor pared	1	1,1	1,2	1,3	1,35	1,35	1,5	1,5	2

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES

Diámetro referencia	9	11	13	16	21	39	36	42	48
Diámetro exterior	15	18	20	22	28	38	48	55	60
Espesor pared	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinado en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 36 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los tubos de PVC rígido serán fabricados a partir de resinas de cloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, grado de protección 7, según UNE 20.324. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Diámetro referencia	9	11	13	16	21	39	36	48
Diámetro exterior	15,2	18,6	20,4	22,5	28,3	37	47	59,3
Espesor pared	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	3,5

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinado en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo cadmiadas o cincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 1.00 mm para el tubo de acero y de 800 mm para el de PVC. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes o después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes o después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos lisos reforzados en PVC, no propagadores de la llama, según UNE 20.432, dimensiones conforme a UNE 20.333 hoja 10 y clasificados 405/225662 según UNE 20.334, serán curvables en frío con manipulador y en caliente con muelle. Podrán ser abocardados o roscados para instalación oculta por falsos techos.

Los tubos corrugados en PVC, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 20.333 hoja 7 y su grado de protección IPXX3 según UNE 20.324.

Los tubos corrugados reforzados en PVC, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores hoja 8 y grado de protección IPXX7.

La fijación de los tubos lisos y corrugados se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijación no será superior a 1,5 m.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos corrugados reforzados en PVC canalización enterrada, serán para urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores y su grado de protección será IPXX7, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Diámetro referencia	50	65	80	100	125
Diámetro exterior	50	65,5	81	101	125
Espesor pared	4	4	6	6	8

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.

- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas será independiente de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

10.5 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

10.5.1 GENERALIDADES

Las características de las instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en BT de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en BT de vacío de los transformadores.

10.5.2 CUADROS CSS

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobrecorrientes, sobretensiones, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CSS, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

10.5.3 INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta. Así como los receptores de otros Servicios (Aire acondicionado, etc.).

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc.), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conectarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará en el mismo tubo los conductores de circuitos y los de protección (amarillo-verdes) que tendrán los mismos aislamientos y compartirán las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección también compartirá canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser 2,5 mm².

La instalación de conductores en las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones previamente montadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. Podrá instalarse un bloque de alimentación de afeitadoras especial e interruptores de tirador. Deberá estar montada una red equipotencial en los cuartos de baños conectando todas las tuberías metálicas de la red de fontanería.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

10.5.4 DISTRIBUCIÓN PARA TOMAS DE CORRIENTE

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por el número del circuito que en cuestión, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos y de protección será de 2,5 mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

10.6 REDES DE TIERRAS

10.6.1 GENERALIDADES

El objeto de puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto **U_f** generará una corriente **I_f** de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la **U_f** pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto **U_b**, que a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de paso **I_m**. Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: **U_b < 65V** e **I_m < 50 mA**, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) **R_m = 65/0.05 = 1.300** ohmios.

El R.E.B.T. toma como límite **U_b < 50V** (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a **I_m = 50/1.300 = 38,5 mA**; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto **U_f**, de lugar a una corriente **I_f** suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,2 s.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto **U_b** superior a 50 V en una pieza conductiva, no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea húmedo, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto **I_f** sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear será en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2500 V, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo en presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con el del R.E.B.T.

10.7 MOTORES

10.7.1 GENERALIDADES

Los motores tendrán certificado de conformidad CE.

La eficiencia de los motores eléctricos será conforme con lo indicado en la IT 1.2.4.6. recomendándose el empleo de motores de alta eficiencia de clase EFF1 según CEMEP.

En sistemas de caudal variable en aire y en agua se sobredimensionarán los motores de accionamiento (para mejorar la refrigeración a bajas r.p.m.) y se especificará protección interna en bobinados mediante termistores y aislamiento de bobinados clase F.

Los variadores de frecuencia empleados tendrán filtros (reactancias de línea o compensadores de armónicos) para evitar en lo posible la inyección de armónicos en la red de alimentación los límites de distorsión serán: 3% en tensión y 32% en intensidad que serán especificados como medidos en el cable de alimentación del variador. Cumpliendo normas UNE 61000-3-12 e IEC 61.800-3

Los variadores limitarán la velocidad del motor al máximo permitido por el límite del consumo del motor.

Se emplearán variadores de buena calidad como ALTIVAR 61 de Telemecanique u otros de calidad industrial. En los cuadros eléctricos de protección, donde haya variadores de frecuencia, se emplearán diferenciales superinmunizados (tipo SI) y se separarán los circuitos y protecciones suficientemente para que el disparo de un diferencial afecte a los menores equipos posible o de diferentes sistemas.

En los grupos de frío, se especificarán limitadores de potencia eléctrica que regulen automáticamente la capacidad máxima del equipo, para no sobrepasar el límite adoptado.

10.7.2 DISPOSITIVOS DE ARRANQUE DE LOS MOTORES Y MATERIAL ELÉCTRICO

El Contratista de la Electricidad, suministrará e instalará todos los interruptores, arrancadores y dispositivos eléctricos precisos para el funcionamiento normal de la instalación específica en este Proyecto.

Todos los motores bobinarán para 380 V., 3 fases, 50 ciclos, según se especifica en los documentos del Proyecto.

Arrancadores:

- Para los motores de 1/4 CV. o menos, tendrán un interruptor protegido térmicamente con una luz piloto Neón.
- De 1/3 CV. a 3/4 CV. tendrán un arrancador magnético de motor con cerramiento normal "I" y una bobina de protección.
- De 1 CV. a 5,5 CV. en adelante, arrancador magnético tipo estrella-triángulo de transmisión cerrada con un cerramiento norma "I" y bobina de protección.

Los arrancadores, se suministrarán por lo menos con dos juegos de contactos normalmente abiertos para interconexión de controles.

Los motores serán de fabricación "WESTINGHOUSE", "GENERAL ELECTRIC", "SIEMENS" o similar.

Los interruptores y arrancadores, serán de los fabricantes "WESTINGHOUSE", "ISODEL", "SIEMENS" o similar.

Las tuberías para canalización eléctrica serán de acero, esmaltadas o galvanizadas en las salas de máquinas.

Las uniones entre tubos se harán mediante manguitos roscados, debiendo quedar a tope los extremos de los tubos a unir y sin rebaba alguna.

Las conexiones a motores, se harán mediante un tramo a tubería de la adecuada longitud.

Las cajas, serán metálicas del tipo "BJC" o similar, no se admitirán derivaciones en "T" sin caja de registro.

Las conexiones de tuberías en cajas, se harán mediante tuercas adecuadas, utilizándose al final de la rosca boquillas protectoras.

El diámetro de los tubos y tamaño de cajas, será de acuerdo con los cables que pasen por ellos.

Los cables serán con aislamiento de plástico, con tensión de prueba no menor a 3.000 v y para tensión de servicio de 500 v para todas las instalaciones hasta 380 v

La sección de conductores alimentadores de motores, será de acuerdo con los Reglamentos Vigentes.

La sección y características de los cables de control, serán de acuerdo con las normas de los fabricantes de los controles.

10.8 PINTURA Y SEÑALIZACIÓN

Todas las bombas, motores y otros equipos instalados, serán pintados en fábrica con pintura esmalte, especial para máquinas y después de su instalación se limpiarán cuidadosamente y se pintarán al aceite.

Todos los equipos de la instalación se quedarán debidamente señalizados para su posterior identificación en los planos, y en las instrucciones de funcionamiento. Para ello, se rotularán en lugar visible de ellos el número y denominación correspondiente del aparato de que se trate.

11 ESPECIFICACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA

Complementariamente a lo indicado en el manual de uso y mantenimiento anexo al proyecto se indican a continuación especificaciones de mantenimiento de los equipos principales.

11.1 GRUPOS FRIGORÍFICOS

Dado que estos equipos van a tener un funcionamiento a lo largo de todo el año, no se debe cortar la alimentación eléctrica, ya que ésta es necesaria para mantener la temperatura del aceite.

TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA
* Comprobar el nivel de aceite del cárter. En caso de bajo nivel avisar al fabricante	* cada día
* Tomar periódicamente las presiones de trabajo de aceite y refrigerante, para detectar cualquier variación	* cada día
* Tomar nota de las temperaturas de entrada y salida de agua	* cada día
* Tomar nota de los amperajes absorbidos para detectar cualquier variación	* cada día
* Comprobar aparatos de regulación, presostatos, termostatos, etc.	* cada 15 días
* Desmontar las tapas de evaporadores y condensadores para limpieza interior de los tubos	* cada 6 meses