

Julio de 2025

Proyecto de Sustitución de dos Torres de Refrigeración en el Hospital Universitario La Princesa de Madrid.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

CONTENIDO

1. CAMPO DE APLICACIÓN	3
2. ALCANCE DE LA INSTALACIÓN	4
3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES	5
3.1 GENERALIDADES	5
3.2 DEFINICIÓN DE LAS OBRAS	5
3.3 NORMAS GENERALES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	5
3.3.1. Replanteos.....	6
3.3.2. Programa de trabajos.....	6
3.3.3. Obras defectuosas o mal ejecutadas	6
3.3.4. Documentación final de la obra	7
3.3.5. Normas de ejecución	7
4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	8
4.1 GENERALIDADES	8
4.2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES	10
4.2.1. Estructuras metálicas.....	10
4.2.2. Instalación de Climatización	19
4.2.3. Instalación Eléctrica	24
5. LIBRO DE ÓRDENES.....	32
6. PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE LA OBRA	33
6.1 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LA TUBERÍA FRIGORÍFICA.....	33
6.2 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	33
6.2.1. Equipos.....	33
6.2.2. Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua	33
6.2.3. Ajuste y equilibrado.....	34
6.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	34
6.4 INSTALACIÓN DE VOZ Y DATOS.....	34
6.5 CONTROL DE INSTALACIONES	34

7. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN.....	35
7.1 INSTRUCCIONES DE USO	35
7.2 OPERACIONES PARA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	35
7.3 DOCUMENTACIÓN.....	35
8. ENSAYOS Y RECEPCIÓN.....	36
9. RECEPCIONES DE OBRA.....	37

1. CAMPO DE APLICACIÓN

El Pliego de Prescripciones Técnicas que se desarrolla en este proyecto tiene por objeto la regulación de la ejecución de las obras e instalaciones del “Proyecto de Sustitución de dos Torres de Refrigeración en el Hospital Universitario La Princesa de Madrid.”. Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra el cual deberá hacer constar que las conoce por escrito y que se compromete a ejecutar la obra, con estricta sujeción a las mismas, en la propuesta que formule y que sirva de base para la adjudicación.

El Pliego de Condiciones concretará su campo de aplicación en los puntos siguientes:

- Características técnicas de la instalación.
- Condiciones de seguridad de la instalación.
- Condiciones de funcionamiento de la instalación
- Condiciones de mantenimiento de la instalación.
- Condiciones técnicas de los equipos que componen la instalación para conseguir un uso racional de la energía, principalmente por medio de un adecuado rendimiento.
- Protección del medio ambiente.

2. ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

Los trabajos a desarrollar son los necesarios para la ejecución del proyecto de Sustitución de dos Torres de Refrigeración en una de las cubiertas del Hospital Universitario La Princesa de Madrid, entre los que se incluyen:

- Izado y Montaje de las nuevas Torres de Refrigeración.
- Izado y Montaje de nuevos colectores de impulsión y retorno para las nuevas torres de refrigeración
- Montaje de nuevos cuadros eléctricos y de control.
- Tirada de nuevo cableado eléctrico y de comunicaciones.
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.

3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES

3.1 GENERALIDADES

1. Los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares se establecen para la regulación de los trabajos de suministro y colocación de las unidades de obra afectadas a la instalación.
2. Si entre el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que, por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Órdenes.
3. Si entre el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares existiese contradicción será la Dirección Facultativa, quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Órdenes.
4. Será responsabilidad del contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores, si ésta no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa, y por tanto estará obligada a asumir las consecuencias, que se deriven de las órdenes que deba tomar la Dirección Facultativa, para corregir la situación creada.

3.2 DEFINICIÓN DE LAS OBRAS

1. Las obras e instalaciones del proyecto, quedan definidas en los documentos: Memoria, Cálculos justificativos, Pliegos de condiciones, Presupuesto y Planos, referidos a tales obras.
2. Las interpretaciones técnicas del proyecto y sus anexos, corresponden únicamente a la Dirección Facultativa, a la que el Contratista debe obedecer en todo momento. Cuando se juzgue conveniente las interpretaciones se comunicarán por escrito al Contratista, quedando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba por escrito, tanto de los encargados de la vigilancia delegados como de la Dirección Facultativa.

3.3 NORMAS GENERALES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Salvo que en el resto de los documentos contractuales (Contrato, Pliego de Cláusulas Administrativas, etc.) se establezca expresamente lo contrario:

1. El Contratista deberá gestionar a su costa todas las condiciones técnicas y administrativas necesarias para la ejecución de las obras y entrega de la misma a la Propiedad en condiciones de legalidad y uso inmediato.

2. Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de ejecución de muestras tanto a petición de la Dirección Facultativa como por iniciativa del Contratista, los de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, así como los de la retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

3.3.1. Replanteos

1. Durante el curso de las obras se ejecutarán todos los replanteos parciales que se estimen precisos. El suministro, gasto del material y de personal que ocasionen los replanteos corresponden siempre al Contratista que está obligado a proceder en estas operaciones, obedeciendo las instrucciones de la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán continuar los trabajos.

3.3.2. Programa de trabajos

1. El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa en el plazo máximo de una semana, a contar desde la firma del Contrato, un programa de trabajo método GANTT en el que se especifiquen los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras compatibles con los meses fijados y plazo total de ejecución por parte del Contratista.
2. A la formalización del Contrato se diligenciará el Libro de Órdenes, para su conservación en la oficina de obra, donde estará a disposición de la Dirección Facultativa.
3. El Director de la Obra y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación del Proyecto etc. así como de las órdenes que necesiten dar al Contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.
4. También estará dicho libro, con carácter extraordinario, a disposición de cualquier autoridad que debidamente designada para ello tuviera que ejecutar algún trámite e inspección en relación con la obra.

3.3.3. Obras defectuosas o mal ejecutadas

1. Cuando por cualquier causa, alguna de las unidades de obra, bien debido a los materiales que la componen, bien debido a la ejecución de la misma, no cumpliera las condiciones establecidas en los Pliegos de Condiciones del presente Proyecto, el Director de las obras determinará si se rechaza o acepta la unidad de obra defectuosa.

3.3.4. Documentación final de la obra

1. El Contratista está obligado a la actualización global del documento de Proyecto según se desarrolle la obra a fin de entregar a la propiedad en la fecha de la recepción provisional de las obras de cada uno de los expedientes de legalización de las instalaciones, certificados de pruebas, ajustes de los equipos, homologaciones, listado de materiales fundamentales, con registro de procedencia de fabricación, , catálogos técnicos de detalle, puesta en marcha, cuadrantes de mantenimiento preventivo, vidas medias de los equipos, índices de averías, listado de repuestos y manuales de formación al personal, conducción y mantenimiento.
2. Estos documentos deberán contar con la aprobación y la conformidad de la Dirección Facultativa para entrega a la propiedad.

3.3.5. Normas de ejecución

- **Planos de Taller.** El instalador preparará y someterá a aprobación planos de taller completos y detallados de la disposición general del equipo y accesorios suministrados en virtud de estas especificaciones y en las condiciones generales.

Los planos de taller relacionados con el equipo, indicarán la correspondiente lista o relación de equipo y su identificación, según aparece indicada en los planos o en estas especificaciones.

La aprobación de planos de taller no implica la aprobación de cambios en planos de oferta y especificaciones que no hayan sido claramente incorporados y definidos en los planos de taller presentados para aprobación.

Cualquier modificación de los planos o especificaciones requiere planos de taller. Serán presentados a la Dirección de las Obras, planos detallados, especificando el equipo con todos sus anclajes y conexiones requeridas, tanto para su instalación mecánica como eléctrica. Los planos de conexiones eléctricas se harán a escala amplia y utilizarán la simbología normalizada en los esquemas eléctricos.

Se someterán a aprobación los planos de taller de soportes metálicos, propuestos para instalar tuberías y conducciones eléctricas. Se incluirán detalles de fijación a las estructuras del edificio.

- **Accesibilidad** El instalador preverá las limitaciones o particularidades que pueden afectar a la instalación del equipo descrito en la sección de especificaciones. Tanto el equipo, como los aparatos, tales como motores, cuadros eléctricos, etc., serán instalados de manera que queden accesibles y listos para su funcionamiento, mantenimiento y conservación posterior.
- **Maquinaria y Medios Auxiliares** El instalador queda obligado a aportar a la obra el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sean precisos para la buena ejecución de aquellas en los plazos parciales y totales que se convengan.

El equipo quedará adscrito a la obra y no podrá retirarse sin el consentimiento de la Dirección de Obra.

4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

4.1 GENERALIDADES

1. El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de Instalaciones tiene por objeto la regulación y control de los materiales y de las unidades de obra intervinientes.
2. Si entre las condiciones de aplicación existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Órdenes.
3. Si entre las condiciones de aplicación existiesen contradicciones será la Dirección Facultativa quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Órdenes.

Será responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores, si esta no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que se deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

4. Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista serán nuevos, normalizados en lo posible y de marcas de reconocida calidad y garantía.
5. La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento, en el que sea definible una calidad, será el indicado en el Proyecto, si el contratista propusiese uno de calidad similar, deberá ser aprobado por escrito, por la Dirección Facultativa y anotado en el Libro de Órdenes.
6. Por lo tanto todo elemento especificado o no, deberá ser aprobado, explícitamente por la Dirección Facultativa. Si el Contratista lo ejecutase sin esta aprobación de la Dirección Facultativa, ésta se reserva el derecho de aceptación, en el caso de no aceptación, será retirado sin ningún coste o perjuicio, dado que ellos serán responsabilidad única exclusiva del Contratista. En cualquiera de los casos, se dejará constancia de la incidencia en el Libro de Órdenes de la Dirección de Obra.
7. Dichos materiales y equipos llevarán rótulos fijos con las características principales y marca del fabricante.
8. Todos los trabajos serán realizados por personal de conocimientos adecuados de su especialidad, siguiendo las técnicas más modernas en cuanto a la fabricación de equipos de alta calidad e instalaciones.
9. El Contratista deberá garantizar a la Dirección Facultativa el libre acceso a todas las áreas de los talleres donde se fabriquen los componentes del suministro para inspeccionar los materiales, construcción y pruebas. Esta facilidad de inspección no releva al Contratista de su responsabilidad en el cumplimiento de las obligaciones de control, debiendo facilitar a la Dirección Facultativa los certificados de inspección de los ensayos en taller o los certificados de homologación de los equipos de serie normalizados.
10. El hecho de que la Dirección Facultativa haya testificado las pruebas o no haya rechazado cualquier parte del equipo o instalación, no eximirá al Contratista de la

responsabilidad de suministrar los equipos de acuerdo con este Pliego de Condiciones y los requisitos del Contrato.

11. Todos los equipos se transportarán adecuada y cuidadosamente embalados. Los embalajes serán aptos para resistir los golpes que puedan originarse en las operaciones de carga, transporte, descarga y manipulación. Las piezas que puedan sufrir corrosión se protegerán adecuadamente, antes de su embalaje, con grasa u otro producto adecuado. Todas las superficies pulidas y mecanizadas se revestirán con un producto anticorrosivo. Se prestará especial atención al embalaje de instrumentos, equipos de precisión, motores eléctricos, etc., por los daños que puedan producirles el no mantenerlos en una atmósfera libre de polvo y humedad.
12. Para la implantación y disposición de los equipos, véanse los planos correspondientes. Estos planos no intentan definir el equipo a ser suministrado, sino que son únicamente ilustrativos para mostrar la disposición general del mismo. El Contratista realizará el transporte, la descarga, el montaje y la instalación de acuerdo con las instrucciones escritas del Fabricante. El Contratista será responsable de los alineamientos, ajustes, inspección, ensayos en obra y en general de todo aquello relacionado con la calidad de la instalación.
13. El Contratista se responsabilizará de suministrar, instalar y ensayar cualquier equipo, material, trabajo o servicio que sea necesario para el buen funcionamiento de las instalaciones, se indique o no explícitamente en el presente Pliego, de tal modo que, una vez realizadas las operaciones de montaje y pruebas, queden todos los equipos e instalaciones en condiciones definitivas de entrar en funcionamiento normal de servicio.
14. Cualquier limitación, exclusión, insuficiente o fallo técnico a que dé lugar el incumplimiento de lo especificado en el párrafo anterior, será motivo de la total responsabilidad del Contratista.
15. Además del suministro y montaje de los distintos equipos y aparatos, el Contratista deberá suministrar en su caso las herramientas especiales necesarias para entretenimiento y conservación, así como todos los elementos y utillajes especiales para el desmontaje de las piezas o conjuntos que así lo requieran durante la explotación.
16. Los aparatos, materiales y equipos que se instalen, se protegerán durante el período de construcción con el fin de evitar los daños que les pudiera ocasionar el agua, basura, sustancias químicas o de cualquier otra clase. Los extremos abiertos de los tubos se limpiarán por completo antes de su instalación, en todos los tramos de tubería, accesorios, llaves, etc. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de eliminar cualquier material que, por un inadecuado acopio, juzgase defectuoso.

Sólo se admitirán modificaciones por los siguientes conceptos:

- a) Mejoras en calidad, cantidad o montaje de los diferentes elementos, siempre que no afecten al presupuesto o en todo caso disminuya de la posición correspondiente, no debiendo nunca repercutir el cambio en otros materiales.

- b) Variaciones en la arquitectura del edificio, siendo la variación de instalaciones definida por la Dirección Facultativa. Estas posibles variaciones, deberán realizarse por escrito acompañadas por la causa, material eliminado, material nuevo, modificación al presupuesto con las certificaciones de precios correspondientes a fechas de entrega, no pudiéndose efectuar ningún cambio si el anterior documento no ha sido aprobado por la Propiedad y Dirección Facultativa y reflejado en el Libro de Órdenes.
- 17. El Contratista deberá cumplir cuanto se determina en la vigente Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, siendo responsable de cuantos accidentes, daños y perjuicios se produzcan por su negligencia en este aspecto.
- 18. El Contratista preparará y someterá a aprobación planos de taller completos y detallados de la disposición general del equipo y accesorios suministrados en virtud de estas especificaciones y en las Condiciones Generales.
- 19. La aprobación de los planos de taller no implica la aprobación de cambios en planos de oferta y especificaciones que no hayan sido claramente incorporados y definidos en los planos de taller presentados para la aprobación.

4.2 CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

Todos los materiales y equipos serán normalizados de alta calidad, y de último diseño, del fabricante cualificado.

Todos los materiales y equipos serán nuevos y vendrán provistos de su correspondiente certificado de calidad, para las características y condiciones de utilización.

El manejo de la instalación y pruebas de todos los materiales y equipos se efectuarán en estricto acuerdo con las normas legales y recomendaciones dadas por el fabricante.

Los materiales y equipos defectuosos o que resulten averiados en el curso de las pruebas, serán sustituidos o reparados de forma satisfactoria para la Dirección de Obra.

4.2.1. Estructuras metálicas

a. Acero laminado para estructuras metálicas

a.i. Descripción de la unidad

Se define como perfiles y chapas de acero laminados en caliente a los elementos o conjuntos de elementos que forman parte resistente y sustentante de una construcción, formados con perfiles normalizados de acero, utilizados directamente o formando piezas compuestas.

No será aplicable el presente Pliego a las armaduras activas o pasivas de las estructuras de hormigón armado y pretensado.

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas, se clasifican en función de:

- Geometría.

- Tipo y grado de acero.
- Estados de desoxidación admisibles.

Se consideran los siguientes tipos de perfiles:

- Perfiles de acero laminado en caliente, de las series, IPE, HEA, de acero S275JR.

Se contemplan los siguientes tipos de colocación:

- Colocación con tornillos.
- Colocación con soldadura.
- Colocación sobre obras de fábrica o de hormigón, apoyados o empotrados.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo.
- Replanteo y marcado de los ejes.
- Colocación y fijación provisional de la pieza.
- Aplomado y nivelación definitivos.
- Ejecución de las uniones, en su caso.
- Comprobación final del aplomado y de los niveles.

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos del Proyecto, no permitiéndose al Contratista modificaciones de las mismas sin previa autorización por escrito de la Dirección de Obra.

Todos los productos laminados deberán tener una superficie técnicamente lisa de laminación y estarán libres de toda imperfección, picaduras, inclusión de escoria, costras de laminación, etc., que puedan dañar la resistencia, durabilidad y apariencia.

a.ii. Materiales

Identificación de los materiales

La calidad del acero empleado en chapas y perfiles se define en el apartado 4.2 del DB SE-A “Seguridad Estructural – Acero” del CTE. Las características de los aceros se resumen en la tabla 4.1 “Características mecánicas mínimas de los aceros”. No se harán modificaciones sin autorización de la Dirección de Obra, aunque supongan un incremento de las características mecánicas.

Tipo de acero	Espesor nominal t (mm)			
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)
	≤16 mm	16 mm < t ≤ 40 mm	40 mm < t ≤ 63 mm	3 mm ≤ t ≤ 100 mm
S-275 JR	275	265	255	410
S-275 JO				

Las siguientes características son comunes a todos los aceros:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| - Módulo de elasticidad | $E_a = 210.000 \text{ N/mm}^2$ |
| - Módulo de elasticidad transversal | $G_a = 81.000 \text{ N/mm}^2$ |
| - Coeficiente de Poisson | $\nu = 0,3$ |
| - Coeficiente de dilatación térmica | $\alpha = 12 \times 10^{-6} [^\circ\text{C}]^{-1}$ |
| - Densidad | $\rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$ |

Además, los aceros deberán cumplir los siguientes requisitos, al objeto de garantizar una ductilidad suficiente:

- | | |
|--|---|
| - Resistencia a tracción/Límite elástico mínimo | $f_u/f_y \geq 1,10$ |
| - Deformación remanente concentrada de rotura medida sobre una base de longitud
$L_o = 5,65 \sqrt{A_0}$ | $\epsilon_u \geq 0,15$ |
| - Deformación bajo carga máxima | $\epsilon_{MAX} \geq 15 \cdot \epsilon_y$ |
| - Deformación correspondiente al límite elástico | $\epsilon_y = 0,002 + f_y/E$ |

Características especiales

El pliego de condiciones debe especificar:

- Restricciones especiales sobre discontinuidades o reparación de defectos superficiales.
- Ensayos para identificar imperfecciones o defectos internos, laminaciones o fisuras en zonas a soldar de materiales.
- Todo requisito para material con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie.

Manipulación y almacenamiento

El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante y no usarse si ha superado la vida útil el almacén especificado. Antes de su utilización debe comprobarse si sigue cumpliendo con los requisitos establecidos si por algún motivo ha sufrido un deterioro importante.

Los componentes estructurales deben manipularse y almacenarse evitando que se produzcan deformaciones permanentes ni se produzcan daños superficiales.

El almacenamiento apilando componentes estructurales sobre el terreno se debe realizar evitando cualquier acumulación de agua, y sin que exista contacto directo con el mismo.

Condiciones de suministro y conservación

Los productos especificados deben suministrarse con inspección y ensayos, específicos (sobre los productos suministrados) o no específicos (no necesariamente sobre los productos suministrados), que garanticen su conformidad con el pedido y con la norma. El comprador debe

especificar al fabricante el tipo de documento de inspección requerido conforme a las normas UNE. Los productos deben marcarse de manera legible utilizando métodos tales como la pintura, el troquelado, el marcado con láser, el código de barras o mediante etiquetas adhesivas permanentes o etiquetas fijas con los siguientes datos: el tipo, la calidad y, si fuera aplicable, la condición de suministro mediante su designación abreviada (N, conformado de normalización; M, conformado termomecánico); el tipo de marcado puede especificarse en el momento de efectuar el pedido.

Para todos los productos se verificarán las siguientes condiciones técnicas generales de suministro, según UNE EN 10021:

- Si se suministran a través de un transformador o intermediario, se deberá remitir al comprador, sin ningún cambio, la documentación del fabricante como se indica en UNE EN 10204, acompañada de los medios oportunos para identificar el producto, de forma que se pueda establecer la trazabilidad entre la documentación y los productos; si el transformador o intermediario ha modificado en cualquier forma las condiciones o las dimensiones del producto, debe facilitar un documento adicional de conformidad con las nuevas condiciones.
- Al hacer el pedido, el comprador deberá establecer qué tipo de documento solicita, si es que requiere alguno y, en consecuencia, indicar el tipo de inspección: específica o no específica en base a una inspección no específica, el comprador puede solicitar al fabricante que le facilite una testificación de conformidad con el pedido o una testificación de inspección; si se solicita una testificación de inspección, deberá indicar las características del producto cuyos resultados de los ensayos deben recogerse en este tipo de documento, en el caso de que los detalles no estén recogidos en la norma del producto.

A la entrega de cada suministro se aportará un albarán, con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de suministro.
- Identificación del vehículo que transporta.
- Número de partidas que componen el suministro, identificando para cada partida al fabricante y su contenido (peso, número de perfiles o chapas, tipo de producto y tipo y grado de acero).

Control de recepción

Se verificará que los materiales incluyen etiquetado del marcado CE y la declaración CE de conformidad correspondiente firmada por el contratista y en su caso Marca N de AENOR correspondiente firmado por el contratista.

En los materiales cubiertos por marcas, sellos o certificaciones de conformidad reconocidos por las Administraciones Públicas competentes, este control puede limitarse a un certificado expedido por el fabricante que establezca de forma inequívoca la traza que permita relacionar cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

Colocación con tornillos

Se utilizarán tornillos normalizados con características mecánicas de acuerdo con la UNE EN ISO 898 1.

Los tornillos avellanados, tornillos calibrados, pernos articulados y los tornillos hexagonales de inyección se utilizarán siguiendo las instrucciones de su fabricante y cumplirán los requisitos adicionales que les sean de aplicación.

La situación de los tornillos en la unión será tal que reduzca la posibilidad de corrosión y pandeo local de las chapas, y facilite el montaje y las inspecciones.

El diámetro nominal mínimo de los tornillos será de 12 mm. La rosca puede estar incluida en el plano de corte, excepto en el caso de que los tornillos se utilicen como calibrados. Después del apriete, la espiga del tornillo debe sobresalir de la rosca de la tuerca.

Entre la superficie de apoyo de la tuerca y la parte no roscada de la espiga habrá, como mínimo:

- En tornillos pretensados: 4 filetes completos más la salida de la rosca.
- En tornillos sin pretensar: 1 filete completo más la salida de la rosca.

Las superficies de las cabezas de tornillos y tuercas estarán perfectamente planas y limpias.

En los tornillos colocados en posición vertical, la tuerca estará situada por debajo de la cabeza del tornillo.

En los agujeros redondos normales y con tornillos sin pretensar no es necesario utilizar arandelas. Si se utilizan, irán bajo la cabeza de los tornillos, serán achaflanadas y el chaflán estará situado hacia la cabeza del tornillo.

En los tornillos pretensados, las arandelas serán planas endurecidas e irán colocadas de la siguiente forma:

- Tornillos 10.9: debajo de la cabeza del tornillo y de la tuerca.
- Tornillos 8.8: debajo del elemento que gira.

Colocación con soldadura

El material de aportación utilizado será apropiado a los materiales a soldar y al procedimiento de soldadura. Las características mecánicas del material de aportación serán superiores a las del material base. En aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, la resistencia a la corrosión del material de aportación será equivalente a la del material base.

Se elegirán los consumibles con una composición química y unas características mecánicas adaptadas a las características del material de base que se vaya a soldar.

Los materiales de aportación deberán estar garantizados con el correspondiente certificado del fabricante, que indique la composición química y las características mecánicas del metal depositado. Según el procedimiento de soldeo que se emplee, los consumibles serán:

- En soldadura manual al arco, con electrodos revestidos con bajo contenido en hidrógeno, los consumibles estarán de acuerdo con las especificaciones de la Sociedad Americana de Soldadura AWS 5.1 y AWS 5.5.
- En soldadura automática con arco sumergido, los consumibles estarán de acuerdo con las especificaciones AWS 5.17 y AWS 5.23.
- En soldadura semiautomática con protección gaseosa tipo MIG, TIG, MAG o similar, los consumibles estarán de acuerdo con las especificaciones AWS 5.18 y AWS 5.28.
- En caso de que la especificación AWS D1.1 no contemple alguno de los tipos de acero que se suelden, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión, que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra antes de su uso. Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a 120. La determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito de electrodos revestidos se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 22401. La determinación de la humedad total de los electrodos revestidos se ajustará a la norma UNE 14211.

En cualquier caso, el material de aportación tendrá características resistentes (incluso resiliencia) superiores a las del metal base.

Control ultrasónico

Para el control ultrasónico se seguirá la norma UNE-EN 10160 para chapas de espesor igual o superior a 6 mm (método de reflexión). Serán admisibles únicamente las clasificadas como de grado A.

Condiciones de inspección:

Los perfiles laminados serán objeto de inspección técnica de acuerdo con la norma UNE EN 10021. La toma de muestras, la unidad de inspección, el número de ensayos y su realización, y los criterios de conformidad y rechazo se ajustarán a lo especificado a tal fin en la norma UNE EN 10025-1.

Marcado

Los perfiles estructurales llevarán grabados en el alma o en un lugar idóneo del perfil, el nombre del fabricante y el tipo y grado de acero.

Las chapas y pletinas estarán identificadas mediante un código de colores adecuados, o por cualquier procedimiento que permita distinguir el número de colada y el nombre del fabricante.

La pieza estará colocada en la posición indicada en Proyecto, con las modificaciones aprobadas por la Dirección de Obra.

La pieza estará correctamente aplomada y nivelada. Cuando la pieza sea compuesta, la disposición de los diferentes elementos de la pieza, sus dimensiones, tipo de acero y perfiles, se corresponderán con las indicaciones de la documentación del Proyecto.

Cada componente de la estructura llevará una marca de identificación que debe ser visible después del montaje. Esta marca no estará hecha con entalladura cincelada. La marca de identificación indicará la orientación de montaje del componente estructural cuando no se deduzca claramente de su forma.

Los elementos de fijación, y las chapas, placas pequeñas y accesorios de montaje irán embalados e identificados adecuadamente.

El elemento no se enderezará una vez colocado definitivamente. No se permite rellenar con soldadura los agujeros que han sido practicados en la estructura para disponer tornillos provisionales de montaje.

Tolerancias de ejecución:

- En obras de edificación: Límites establecidos en los apartados 11.1 y 11.2 del DB SE-A del CTE.
- En obras de ingeniería civil: Límites establecidos en los artículos 620.3.2. y 640.12 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3.

Pilares embebidos

Si la base del pilar ha de quedar embebida en el hormigón no es necesario que se pinte; es suficiente con que esté limpia de polvo, aceite, grasa y cascarilla de laminación.

El espacio entre la placa de asiento del pilar y los cimientos se rellenará con lechada de cemento, lechadas especiales u hormigón fino. Antes del enlechado, el espacio situado bajo la placa de asiento de acero estará limpio de líquidos, hielo, residuos y de cualquier material contaminante. La cantidad de lechada utilizada será suficiente para que este espacio quede completamente lleno. Según el espesor a rellenar las lechadas serán de los siguientes tipos:

- Espesores nominales inferiores a 25 mm: mezcla de cemento Portland y agua.
- Espesores nominales entre 25 y 50 mm: mortero fluido de cemento Portland de dosificación no inferior a 1:1.
- Espesores nominales superiores a 50 mm: mortero seco de cemento Portland de dosificación no inferior a 1:2 u hormigón fino.

Las lechadas especiales serán de baja retracción y se utilizarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

a.iii. Normativa de aplicación

Obras de edificación

- *Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Documentos Básicos DB SE “Seguridad estructural”, DB SE-AE “Acciones en la edificación”, DB SE-A “Aceros” y DB SI “Seguridad en caso de incendios”) (B.O.E. de 25 de enero de 2008).*
- *Instrucción de Acero Estructural (EAE). Ministerio de la Presidencia (Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo).*

- *Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).*
- *UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.*
- *UNE-EN 1090-2:2011+A1:2011. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.*

Obras de ingeniería civil

- *Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75) y todas sus modificaciones posteriores.*

a.iv. Criterios de aceptación y rechazo

Se rechazará todo aquello que no cumpla con los criterios fijados en el control de ejecución y ensayos y según especifique el Director de Obra.

Los criterios de aceptación y rechazo serán:

- **Composición química y características tecnológicas:** Cada unidad de inspección será controlada mediante un ensayo de cada una de las características, según se especifica en la norma UNE-EN-10025 o en la norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN-10164). Si los resultados de todos los ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si el resultado, para alguna de las características, no es satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo de esa característica sobre cuatro (4) nuevas probetas de la unidad de inspección correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la unidad de inspección.
- **Tolerancias dimensionales, de forma y de masa:** Cada unidad de inspección será controlada mediante ensayos sobre un producto muestra. Si los resultados de todos los ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si el resultado, para alguna de las características, no es satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo de esa característica sobre cuatro (4) nuevos productos muestra de la unidad de inspección correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la unidad de inspección.
- **Características mecánicas:** Cada unidad de inspección será controlada mediante ensayos sobre dos (2) juegos de probetas, que se tomarán, según se especifica en la norma UNE EN-10025 o en la norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN-10164). Si los resultados de ambos ensayos son

satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si los dos resultados fuesen no satisfactorios, la unidad de inspección será rechazada, y si solamente uno de ellos resulta no satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo completo de todas las características mecánicas sobre dieciséis (16) juegos de probetas de la unidad de inspección correspondiente. El resultado se considerará satisfactorio si la media aritmética de los resultados obtenidos supera el valor mínimo garantizado y todos los resultados superen el noventa y cinco por ciento (95%) de dicho valor. En caso contrario la unidad de inspección será rechazada. En el caso de Rm además de lo citado anteriormente, la media aritmética será inferior al valor máximo garantizado y todos los resultados serán inferiores al 105 por 100 de dicho valor.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, podrá fijar otros criterios de aceptación y rechazo.

Tolerancias de ejecución:

- En obras de edificación: Límites establecidos en los apartados 11.1 y 11.2 del DB-SE A del CTE.
- En obras de ingeniería civil: Límites establecidos en el artículo 640.12 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3.

Los productos laminados se ajustarán, en lo que se refiere a dimensiones y tolerancias, a las normas:

- Perfiles: UNE 36521, UNE 36522, UNE 36524, UNE 36525, UNE 36526, UNE-EN 10034, UNE-EN 10056-1, UNE-EN 10056-2, UNE-EN 10055, UNE-EN 10060 y UNE-EN 10279,
- Chapas: UNE 36559.

En los tornillos pretensados, las arandelas serán planas endurecidas e irán colocadas de la siguiente forma:

- Tornillos 10.9: debajo de la cabeza del tornillo y de la tuerca.
- Tornillos 8.8: debajo del elemento que gira.

Tolerancias de ejecución:

- Holgura máxima entre superficies adyacentes:
 - o Si se utilizan tornillos no pretensados: 2 mm
 - o Si se utilizan tornillos pretensados: 1 mm

- Diámetro de los agujeros:
 - o En obras de edificación: Límites establecidos en el apartado 11.1 del DB SE-A.
 - o En obras de ingeniería civil: Límites establecidos en los apartados 640.5.1.3 y 640.5.1.4 del PG-3.
- Posición de los agujeros:
 - o En obras de edificación: Límites establecidos en el apartado 11.1 del DB SE-A.

En obras de ingeniería civil: Límites establecidos en el apartado 640.5.1.1 del PG 3.

4.2.2. Instalación de Climatización

a. Tubería de acero al carbono

a.i. Descripción de la unidad

Tubería de acero al carbono para transporte de agua potable, condensados o vapor de servicios de climatización, diámetro nominal 50 mm ($\approx 60,3$ mm OD), espesor de pared 4,6 mm (Schedule 40/SDR 11).

a.ii. Materiales

Tubo de acero al carbono **sin costura (tipo S)** o **soldado longitudinal (ERW)** según **UNE EN 10255** (serie media / ligera) o **UNE EN 10217-1**, equivalente a **ASTM A53/B** o **A106/B**, con límite elástico ≈ 195 MPa y resistencia a tracción 320–520 MPa. Diámetro nominal: DN 50 ($\approx 60,3$ mm); espesor de pared: 4,6 mm (Schedule 40 o SDR). Acabados interiores: epoxi **FBE ≥ 250 μ m**, o **galvanizado por inmersión en caliente** conforme a **ASTM A90/B6** si se requiere agua potable certificada. Acabado exterior: pintura poliuretano o galvanizado resistente a UV.

a.iii. Normativa de aplicación

- **CTE DB-HS Salubridad**, especialmente HS 4 – suministro de agua.
- **UNE EN 10255** (tubería no aleada apta para soldar y roscar); **UNE EN 10217-1** para tubería sin costura o soldada para servicios a presión.
- Normas **ASTM A53 Grado B** (tubería soldada o sin costura) y **ASTM A106 Grado B** (para agua caliente o vapor).

a.iv. Criterio de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo previo del material la no presentación de la documentación relacionada o la no catalogación de la misma como suficiente, así como el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones reflejadas en el apartado anterior.

Será, asimismo, condición de rechazo, la insuficiente identificación del material a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado, o la existencia de un porcentaje superior al 5% de elementos que presenten roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de defecto o deterioro detectado en la inspección visual señalada.

Con porcentajes de defectos inferiores se aprobará el lote, rechazándose, sin embargo, aquellos elementos en que se haya detectado algún defecto.

b. Válvula de mariposa bridas

b.i. Descripción de la unidad

Válvula de mariposa por bridas para corte y suministro de agua.

b.ii. Materiales

Válvulas de mariposa de eje centrado o equivalente aprobado por Dirección Facultativa, Bidas con actuador eléctrico o equivalente aprobado por Dirección Facultativa multivuelas con reductor 1/4 vuelta DN350 PN10, o equivalente aprobado por Dirección Facultativa, Presión máx. trabajo 10 bar, Instalación entre bridas EN 1092-2 PN10, Norma distancia entre caras EN 558 Serie 20 (K1), Material cuerpo Fundición dúctil EN-GJS-400-15, Recubrimiento cuerpo Epoxi 250 µm RAL 5015 (azul), Material disco Acero inoxidable CF8M Material anillo EPDM (reemplazable), Material del eje Acero inoxidable AISI 420 (1.4021), Material tornillería Acero - cincado, Disco y eje de válvula con conexión de enchufe poligonal, sin pasadores u otros elementos de conexión, lo que supone una protección total del disco, sin exposición a la corrosión. Eje asegurado contra expulsión por medio de un circlip. Anillo asegurado contra el desplazamiento por geometría perfilada y con refuerzo alrededor del eje para evitar la entrada de agua. Norma de pruebas EN 12266-1/EN1074.

b.iii. Normativa de aplicación

CTE DB-HS SALUBRIDAD

b.iv. Criterio de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo previo del material la no presentación de la documentación relacionada o la no catalogación de la misma como suficiente, así como el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones reflejadas en el apartado anterior.

Será asimismo, condición de rechazo, la insuficiente identificación del material a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado, o la existencia de un porcentaje superior al 5% de elementos que presenten roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de defecto o deterioro detectado en la inspección visual señalada.

Con porcentajes de defectos inferiores se aprobará el lote, rechazándose, sin embargo, aquellos elementos en que se haya detectado algún defecto.

c. Manómetro

c.i. Descripción de la unidad

Manómetro para la medida de presión relativa.

c.ii. Materiales

Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a red de distribución de agua.

c.iii. Criterio de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo previo del material la no presentación de la documentación relacionada o la no catalogación de la misma como suficiente, así como el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones reflejadas en el apartado anterior.

Será asimismo, condición de rechazo, la insuficiente identificación del material a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado, o la existencia de un porcentaje superior al 5% de elementos que presenten roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de defecto o deterioro detectado en la inspección visual señalada.

Con porcentajes de defectos inferiores se aprobará el lote, rechazándose, sin embargo, aquellos elementos en que se haya detectado algún defecto.

d. Termómetro bimetálico

d.i. Descripción de la unidad

Termómetro compuesto de dos tiras metálicas de diferente aleación, una con alto coeficiente de dilatación y otra con uno bajo, para la medida de temperatura basándose en los principios de contracción y expansión.

d.ii. Materiales

Termómetro bimetálico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120°C. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a red de distribución de agua.

d.iii. Criterio de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo previo del material la no presentación de la documentación relacionada o la no catalogación de la misma como suficiente, así como el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones reflejadas en el apartado anterior.

Será asimismo, condición de rechazo, la insuficiente identificación del material a su llegada a obra, la no correspondencia exacta con el previamente aprobado, o la existencia de un porcentaje superior al 5% de elementos que presenten roturas, daños, abolladuras o cualquier tipo de defecto o deterioro detectado en la inspección visual señalada.

Con porcentajes de defectos inferiores se aprobará el lote, rechazándose, sin embargo, aquellos elementos en que se haya detectado algún defecto.

e. Torres de Refrigeración

e.i. Condiciones de diseño

El diseño de las torres de refrigeración debe de cumplir las siguientes condiciones de diseño:

	Diseño
Caudal de agua en circulación	173,91 l/s
Temperatura de entrada de agua a la torre	35 °C
Temperatura de salida de agua de la torre	30°C
Temperatura de diseño de bulbo húmedo	23 °C
Cantidad de calor a disipar	3640,00 kW

Pérdidas por evaporación+arrastre	1,46 l/s
Pérdidas por purgas (RC=3)	0,73 l/s

e.ii. Características Técnicas y Constructivas por Unidad

Las características de cada unidad son las siguientes:

- **Envolvente Exterior:** Formada por piezas moldeadas en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio (PRFV), fijadas a una robusta estructura de acero galvanizado en caliente con tornillería de acero inoxidable.
- **Acabado:** Exterior con Gel-Coat equivalente aprobado por D.F., inalterable a la intemperie, e interior con Top-Coat impermeabilizante o equivalente aprobado por D.F.
- **Bandeja de Recogida de Agua:** Construida íntegramente en PRFV en una sola pieza moldeada, sin empalmes atornillados, garantizando estanqueidad absoluta. La bandeja tiene pendiente hacia el desagüe para facilitar las limpiezas periódicas.
- **Rejas de Entrada de Aire:** Compuestas por láminas de PVC de 3 mm de espesor, engarzadas para permitir la entrada de aire e impedir salpicaduras al exterior.
- **Relleno de Intercambio:** Tipo laminar, fabricado con láminas de PVC moldeadas al vacío y encoladas, formando canales cruzados para aumentar la turbulencia de aire y agua y favorecer el efecto evaporador. El material PVC es autoextinguible y resistente a la corrosión o ataque biológico.
 - Temperatura Límite del Relleno: 55°C. (Para temperaturas superiores, se requiere relleno especial bajo demanda).
- **Sección de Ventilación:** Moldeada en PRFV, con ventilador de tipo axial en aspiración. El ventilador está fabricado en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, inalterable a la intemperie y a los ataques químicos. Es una pieza única con un núcleo y palas de perfil aerodinámico especial para bajo nivel de ruido y altas prestaciones a baja velocidad.
 - Los ventiladores están separados por diafragmas que permiten el funcionamiento parcial.
 - Cada sección del ventilador tiene una puerta de inspección y acceso a los separadores de gotas.
 - El ventilador está acoplado directamente al eje de un motorreductor, eliminando riesgos y mantenimiento de la transmisión.
 - Rejas de protección de los ventiladores de acero galvanizado en caliente.
- **Datos del Ventilador:**
 - Número de Ventiladores: 3
 - Diámetro: 1700 mm

-
- Caudal de Aire: 69.90 m³/s
 - Potencia Absoluta por Ventilador: 6.5 kW
 - Número de Celdas: 3
 - Régimen de Funcionamiento: 100%
 - Nivel de Presión Sonora a 15 m: 52 dB(A)
 - Nivel de Potencia Sonora: 87 dB(A)
 - **Motorreductor:** Compuesto por motor eléctrico trifásico tipo Q (IC418) con protección IPW55 (EN-60034-5) , resistencia calefactora para evitar condensaciones y reductor coaxial de cárter monobloc para una alineación exacta de los ejes, mayor vida útil y menor ruido.
 - Componentes de desgaste (ruedas dentadas, rodamientos y ejes) giran en baño de aceite.
 - Piñones de acero de alta aleación con dentado templado por cementación.
 - Caja de bornes externalizada.
 - Vaciado, reposición y control visual del aceite externos para facilitar el mantenimiento.
 - **Datos del Motor:**
 - Número y Potencia de Motores: 3×7.5 kW
 - Número de Polos del Motor: 8
 - Voltaje: 400 V
 - Clase de Aislamiento: F
 - Frecuencia: 50 Hz
 - Eficiencia Energética (IEC 60034-2-1:2007): IE3
 - Resistencia Calefactora Monofásica: 220 V
 - Potencia Resistencia Calefactora: 50 W
 - **Sistema de Distribución de Agua:** Colector principal en acero galvanizado por inmersión en zinc fundido post-construcción, con brazos laterales en tubo de PVC (PP para altas temperaturas).
 - **Boquillas Rociadoras:** Tipo centrífugo, de goma, con orificio de salida de diámetro mínimo 15 mm.
 - **Datos del Sistema de Agua:**
 - Volumen de Agua en la Bandeja: 4675 l
 - Límite de Presión Válvula de Flotador: 1 a 5 bar
 - Número de Boquillas Rociadoras: 210
 - Tipo de Boquilla: 20C

- Consumo de Agua por Evaporación + Arrastre: 1.46 l/s
- Consumo de Agua por Purga (RC=3): 0.73 l/s
- Presión Colector Entrada: 31.5 kPa
- **Separador de Gotas:** Láminas de PVC estampadas al vacío con un perfil especial que fuerza al aire a cuatro cambios de sentido, con una capacidad de retención superior al 0.001% del agua en recirculación.

Conexiones:

- 1. Entrada Agua: DN 150 PN 10
- 2. Salida Agua: DN 200 PN 10
- 3. Reposición: 2" roscada
- 4. Rebozadero: 3" roscada
- 5. Desagüe: 2" roscada
- 6. Válvula de Purga: 1 1/4" roscada
- 7. Caja Conexiones Eléctricas Motor

4.2.3. Instalación Eléctrica

a. Conductores

a.i. Descripción de la unidad

Conductor unipolar de cobre aislados RZ1-K (AS) de diferentes secciones, para una tensión nominal de 0.6/1 kV y clase Cca-s1b,d1,a1, para canalización en bandeja. Incluido tendido, instalación, conexionado y etiquetado; según REBT, ITC-BT-28.

a.ii. Materiales

Especificación de control de calidad

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de

utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

Resistencia al fuego

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE) y el Reglamento Delegado UE 2016/364, que establece las clases posibles de reacción al fuego de los cables eléctricos.

Cables RZ1-K(AS) 0,6/1 KV

Los cables utilizados serán conductores serán de cobre tipo RZ1-K(AS) 0,6/1 KV no propagador de la llama UNE EN 50265-2-1, no propagación del incendio UNE EN 50266-2-4, libre de halógenos UNE EN 50267-2-1, reducida emisión de gases tóxicos NES, baja emisión de humos opacos UNE EN 50268 y nula emisión de gases corrosivos UNE EN 50267-2-3. Deberá cumplir con el reglamento CPR, de obligado cumplimiento y con clase de reacción al fuego: Cca-s1b, d1, a1.

Se verificará que las condiciones de montaje y ejecución de la unidad, se realiza de acuerdo con las especificaciones concretas recogidas en el apartado anterior. Para cada una de las unidades se confeccionará una ficha de control que deberá recoger los puntos de inspección de cada una de las características recogidas.

a.iii. Criterios de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de las indicaciones recogidas en las especificaciones de la unidad.

b. Cuadros de protección

b.i. Especificación de la unidad

El cuadro de mando y protección es un conjunto de pequeños mecanismos de funcionamiento automático que mejoran la protección y seguridad de la instalación.

b.ii. Materiales

Especificación de control de calidad

Los Cuadros de Mando y Protección de Baja Tensión estarán formados por los módulos necesarios para el suministro de cada uno de los servicios de los que consta la instalación.

El cableado estará perfectamente ordenado e identificado según el código de colores normalizado. Todos los circuitos que salgan del cuadro estarán perfectamente identificados, identificando los circuitos con la misma referencia que la indicada en planos y en su defecto numerados de manera correlativa.

Interiormente todo el cableado estará cubierto con obturadores especiales y etiqueteros visibles que permitan la rotulación indicativa de la función de cada mecanismo y su código según el esquema eléctrico.

En el frontis y/o zona interior se fijarán placas de aluminio serigrafiados con el esquema de principio y significado de los selectores, pilotos y demás elementos de control.

Se dispondrá de un bolsillo portaplanos en el que se dejará una copia del esquema eléctrico implantado.

Los armarios se dimensionarán de tal forma que quede un espacio de reserva mínimo del 30% para prevenir posibles ampliaciones.

Todas las partes metálicas de los armarios contruidos con este material quedarán totalmente conectados a la línea de tierra, incluso las puertas.

En dicho cuadro se efectuará un reparto de cargas entre las diversas fases, intentando dejar el sistema lo más equilibrado posible.

Llevarán una placa de montaje o pletinas de soporte para la sujeción del carril normalizado en el que han de ir instalados los mecanismos.

Los cables de entrada y salida estarán conectados a bornes especiales en función del tamaño de los mismos, efectuándose la entrada al mismo preferentemente por la parte inferior del armario. Tanto la entrada como las salidas de cables están indicadas en los planos correspondientes.

El cuadro será enteramente metálico, formado por bastidores contruidos sobre armazón en forma de U con un espesor de 1,5 mm. y una altura de 2050 mm. Estos bastidores estarán unidos por tornillos y sus laterales, fondo, techo y puerta forrados de chapa electrozincada de espesor 1 mm. con revestimiento de pintura termoendurecida a base de poliéster polimerizado y pintura epoxi con secado al horno.

El cuadro podrá ser ampliable mediante módulos de igual o diferente ancho.

La parte delantera llevará una puerta transparente con bisagras, cerradura con llave y 3 pasadores o puntos de fijación.

El armario tendrá un índice de protección de IP-55 o superior.

Las pletinas de cobre serán de espesor 5 mm., con un ancho y altura variable en función de la intensidad.

Todos los accesorios de plástico serán de material autoextinguible a 960° C según normas CEI 695.2.1. y clase VO (UL94).

El cuadro tendrá las siguientes características:

- V asignada empleo: 420 V
- V asignada aislamiento: 1000 V
- Corriente asignada de empleo: 4000 A
- Corriente asignada de cresta admisible: 187 kA
- Corriente asignada de corta duración admisible: 85 kA ef./1 s.
- Frecuencia: 50/60 Hz

El cuadro estará conforme a las normas UNE-EN 60439.1, CEI 439.1, NF EN 60439 y C 15-100.

Todos los materiales serán de primera calidad, habiendo realizado sobre ellos los ensayos tipo. La envolvente derivará de ensayos de tipo y podrá ser suministrada despiezada a condición de que se indique un método de construcción para cumplir con las especificaciones de los ensayos.

Con los cuadros se deberán suministrar los certificados de los ensayos según Norma UNE EN60439.1.

Conexión de potencia

Las barras y los conductores deberán ser dimensionados para soportar las solicitaciones térmicas y dinámicas correspondientes a los valores de la corriente nominal y para valores de la corriente de cortocircuito.

Las barras deberán estar fijadas a la estructura mediante soportes aislantes. Estos soportes serán dimensionados y calculados de modo tal que soporten los esfuerzos electrodinámicos debidos a las corrientes de cortocircuito.

Por otra parte los soportes estarán preparados para recibir hasta 3 barras por fase, de espesor 5 mm. y deberán ser fijados a la estructura del cuadro con disposición para eventuales modificaciones futuras.

Las derivaciones serán realizadas en cable o en fleje de cobre flexible, con aislamiento no inferior a 1 kV.

Los conductores serán dimensionados para la corriente nominal de cada interruptor.

Para corriente nominal superior a 160 A el conexionado será en cada caso realizado con fleje flexible.

Los interruptores estarán normalmente alimentados por la parte superior, salvo diversas exigencias de instalación; en tal caso podrán estar previstas diversas soluciones.

Las barras deberán estar identificadas con señales autoadhesivas según la fase, así como los cables que serán equipados con anillos terminales de colores (neutro en azul).

Se verificará que las condiciones de montaje y ejecución de la unidad, se realiza de acuerdo con las especificaciones concretas recogidas en el apartado anterior. Para cada una de las unidades se confeccionará una ficha de control que deberá recoger los puntos de inspección de cada una de las características recogidas.

b.iii. Criterios de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de las indicaciones recogidas en las especificaciones de la unidad.

c. Interruptores automáticos

c.i. Especificación de la unidad

Un interruptor automático es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando ocurren fallos de aislación en un equipo o instalación eléctrica.

c.ii. Materiales

Especificaciones de control de calidad

Serán de carril DIN hasta 80 A, y caja moldeada para intensidades nominales igual o superior a 100 A.

De caja moldeada

Todos los interruptores serán de corte plenamente aparente.

Las partes en tensión, aparte de las bornas, deberán estar totalmente aisladas de los compartimentos para auxiliares.

Los interruptores de intensidad igual o superior a 400 A tendrán una unidad de control electrónica, selectiva, con las funciones 50/51 (magnética y térmica).

Los interruptores de 250 A, 160 A y 100 A. tendrán unos relés electromecánicos para las funciones 50/51 (magnética y térmica), así como un dispositivo para el disparo reflejo, independientemente de los relés, que actuará en casos de cortocircuitos elevados.

Las intensidades de cortocircuito de los interruptores serán las siguientes:

Para el de calibre >630 A	35 KA
Para el de calibre 400 A	35 KA
Para el de calibre 250 A	35 KA
Para el de calibre 160 A	35 KA
Para el de calibre 100 A	25 KA

De carril DIN

Todos los interruptores serán de corte plenamente aparente.

Deberán disponer de unos relés electromecánicos para las funciones 50/51 (magnética y térmica).

Las intensidades de cortocircuito de los interruptores serán tales que por su propio valor, o por el valor reforzado de los interruptores aguas arriba, manteniendo la selectividad, sean iguales o superiores a la existente en los embarrados del cuadro.

Deberá poderse adaptar en sus paredes laterales los siguientes auxiliares: contacto auxiliar conmutado, contacto de señalización de defecto, bobina de apertura a emisión; bobina de apertura a mínima tensión y bloqueo de protección diferencial.

Bloque de protección diferencial

Para la protección diferencial de los circuitos, se instalará un compuesto de interruptor automático más diferencial (Vigi).

Será tal que el corte, en caso de defecto, se ejecute siempre por el interruptor automático al que está asociado.

El sistema no deberá depender de ninguna alimentación auxiliar.

Dispondrán de una indicación óptica de disparo por defecto, que se diferencie de la apertura por maniobra voluntaria y estará equipado con un contacto auxiliar conmutado.

Deberá estar protegido contra disparos intempestivos debido a las sobretensiones transitorias (rayos, maniobras de la red).

Se verificará que las condiciones de montaje y ejecución de la unidad, se realiza de acuerdo con las especificaciones concretas recogidas en el apartado anterior. Para cada una de las unidades se confeccionará una ficha de control que deberá recoger los puntos de inspección de cada una de las características recogidas.

c.iii. Criterios de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de las indicaciones recogidas en las especificaciones de la unidad.

d. Canalizaciones

d.i. Especificación de la unidad

Las canalizaciones eléctricas o simplemente tubos en instalaciones eléctricas, son los elementos que se encargan de contener los conductores eléctricos.

d.ii. Materiales

Tubo de PVC reforzado

Canalización de tubo rígido de PVC enchufable, en color negro, de diámetro 32 mm; fabricado conforme a UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-2-1 y UNE-EN 60423, con resistencia a compresión de 320 N, y no propagador de la llama, con instalación en superficie sobre paramentos mediante soportes de tipo abrazadera separados cada 50 cm como máximo.

Especificaciones de control de calidad

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- *UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.*
- *UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.*
- *UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.*
- *UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.*

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas de superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	5	Muy Fuerte
Resistencia al impacto	5	Muy Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	3	- 15 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	90 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólido	5	Contra el polvo

Característica	Código	Grado
Resistencia a la penetración del agua	2	Gotas de agua verticalmente
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligero

Conductores aislados en bandeja

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Se verificará que las condiciones de montaje y ejecución de la unidad, se realiza de acuerdo con las especificaciones concretas recogidas en el apartado anterior. Para cada una de las unidades se confeccionará una ficha de control que deberá recoger los puntos de inspección de cada una de las características recogidas.

d.iii. Criterios de aceptación y rechazo

Será motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de las indicaciones recogidas en las especificaciones de la unidad.

5. LIBRO DE ÓRDENES

El instalador tendrá siempre en la oficina de la obra y a disposición de la Dirección Facultativa, un libro de órdenes, con sus hojas foliadas por duplicado, en el que se redactarán las que crea oportunas dar al instalador de cualquier tipo.

En el libro de órdenes se anotarán todos los controles, acuerdos y modificaciones establecidas entre las partes que intervienen en la ejecución del proyecto.

6. PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE LA OBRA

Antes de la puesta en marcha de la instalación se realizarán una serie de pruebas que nos permitan comprobar las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad exigidas.

La empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para realizar las pruebas parciales y finales de la instalación.

Todas las pruebas se realizarán en presencia del director de obras de la instalación, quien dará su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

A lo largo de la ejecución de la instalación se deberán hacer pruebas parciales y controles de recepción de todos los elementos que indique el director de obras.

6.1 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LA TUBERÍA FRIGORÍFICA

6.2 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

6.2.1. Equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Se ajustarán las temperaturas de funcionamiento del agua de las plantas enfriadoras y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas

6.2.2. Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 14.336, para tuberías metálicas o a UNE-ENV 12.108 para tuberías plásticas.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.

a. Limpieza de las redes de tuberías

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo se realizará la limpieza interna de las tuberías realizando un jugado con agua.

b. Prueba de estanquidad y resistencia mecánica

Se realizará una prueba preliminar de estanquidad a baja presión de forma que se compruebe la continuidad de la red y evitar los posibles daños de la prueba mecánica. La prueba de resistencia mecánica en los circuitos de refrigeración se realizará a una presión 1,5 veces a la presión máxima de servicio con un mínimo de 6 bares.

c. Pruebas de libre dilatación

Una vez se hayan realizado las pruebas anteriores y comprobado los elementos de seguridad se llevará el sistema hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, una vez anulados los aparatos de regulación automática. Al pararse la instalación se verificará que no se han producido deformaciones en ningún elemento o tramo de la instalación.

6.2.3. Ajuste y equilibrado

La empresa instaladora presentará un informe final en el que se adjunten las fichas técnicas de todos los equipos y aparatos que forman parte de la misma. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Entre ellos se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Caudal nominal y presión del circuito.
- Comprobación de que la bomba está trabajando dentro de su curva característica.
- Comprobación de la eficiencia energética del generador.
- Comprobación de los elementos de control y regulación.
- Comprobación de las temperaturas y saltos térmicos del circuito.
- Comprobación de que los consumos energéticos se hayan dentro de la previsión.
- Comprobación del funcionamiento y consumo energético de los motores eléctricos.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

6.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Medida de caída de tensión en circuitos
- Medida de resistencia de aislamiento de conductores
- Medida de tensiones a la entrada de todos los cuadros de la instalación
- Comprobación del equilibrado de fases de forma aleatoria
- Funcionamiento de interruptores diferenciales
- Funcionamiento de interruptores magnetotérmicos
- Funcionamiento de puntos de luz
- Funcionamiento de bases de enchufe

6.4 INSTALACIÓN DE VOZ Y DATOS

- Certificación del cableado estructurado

6.5 CONTROL DE INSTALACIONES

- Verificación de correcto funcionamiento de elementos: PLC, Monitor, Periféricos, etc.
- Verificación de funcionamiento de software: operatividad, cortafuegos, ausencia de virus, etc.
- Verificación comunicaciones con los diferentes elementos/actuadores.
- Verificación de correcto funcionamiento de material de campo.
- Verificación del correcto funcionamiento de la instalación en conjunto.

7. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN

7.1 INSTRUCCIONES DE USO

Al terminar la instalación, el instalador entregará al titular de la misma o al director de obra un “Manual de Instrucciones” detallado de la instalación, que se ubicará en el interior de la sala de máquinas a disposición del encargado de la instalación.

Este documento deberá tener el siguiente contenido:

- Características, marcas, modelos y dimensiones de todos los elementos que componen la instalación.
- Instrucciones del manejo y maniobra de la instalación y de sus seguridades.
- Instrucciones sobre las operaciones de conservación de los elementos más importantes de la instalación.
- Instrucciones sobre las operaciones mínimas de mantenimiento del conjunto de la instalación.
- Frecuencia y forma de limpieza de las unidades exteriores e interiores.
- Frecuencia y forma de limpieza y engrase de las partes móviles de la instalación.

7.2 OPERACIONES PARA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La puesta en marcha de la instalación la realizará el instalador autorizado, en presencia del titular de la instalación y del director de obra.

7.3 DOCUMENTACIÓN

Cuando se haya finalizado la ejecución de la instalación proyectada, realizadas las pruebas y verificaciones reglamentarias, se aportará en el Organismo Territorial Competente la siguiente documentación:

- Proyecto técnico de la instalación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.
- Certificado de Dirección y terminación de obra, visado por el Colegio Profesional correspondiente.
- Documentación identificativa del titular.
- Acta de recepción provisional de la instalación.
- Contrato de mantenimiento.
- Documento de autorización para tramitar y recibir notificaciones.

8. ENSAYOS Y RECEPCIÓN.

Se realizará el acta de recepción provisional según modelo tipo aprobado por la Delegación del Ministerio de Industria y Energía firmadas por empresa instaladora, instalador autorizado, propiedad y director de la obras.

9. RECEPCIONES DE OBRA.

La recepción de la obra se realiza a la firma del documento anterior.

Madrid, Julio 2025

Por INCOSA
El Autor del Proyecto




Fdo.: D. Francisco González Pérez
Ingeniero Técnico Industrial
Col. Nº: 11.870