



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE UN CENTRO
EDUCATIVO**



Pliego de condiciones

Autor: Carlos López Garrido
Director: Josep Pardina Ribes
Convocatoria: Mayo 2017

Índice

1.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	6
1.1.	Ámbito de aplicación	6
1.2.	Certificados de homologación de empresas y personal	6
1.3.	Calidad de los materiales.....	6
1.3.1.	Bandejas portacables eléctricos y sus soportes	6
1.3.2.	Canales para instalaciones.....	7
1.3.3.	Tubos de protección	7
1.3.4.	Conductores eléctricos	9
1.3.5.	Cajas de empalme y derivación	10
1.3.6.	Aparatos de mando y maniobra	10
1.3.7.	Aparatos de protección	10
1.3.8.	Cuadros eléctricos.....	11
1.3.9.	Interruptores, conmutadores y contactores eléctricos	11
1.3.10.	Equipos de alumbrado	12
1.3.11.	Batería de condensadores	12
1.3.12.	Ensayos sobre los materiales y equipos	13
1.4.	Normas para la ejecución de las instalaciones	13
1.4.1.	Canalizaciones.....	13
1.4.2.	Volúmenes de prohibición.....	14
1.4.3.	Resistencia de aislamiento.....	14
1.4.4.	Puesta a tierra	14
1.5.	Pruebas reglamentarias.....	15
1.6.	Mantenimiento y seguridad	16
1.7.	Documentación.....	16
1.8.	Medición y abono	17
1.8.1.	Conductos de bandeja	17
1.8.2.	Conductos de tubo.....	17
1.8.3.	Aparenta eléctrica.....	17
1.8.4.	Cuadros eléctricos de baja tensión.....	17
1.8.5.	Circuitos de fuerza y alumbrado.....	17
2.	INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS	18
2.1.	Red de tuberías.....	18
2.2.	Soportes.....	19
2.3.	Válvulas	20

2.4.	Grupo de presión	20
2.5.	Detectores ópticos de humos.....	20
2.6.	Detectores termovelocimétricos.....	21
2.7.	Pulsadores de alarma.....	22
2.8.	Cableado eléctrico	22
2.9.	Canalizaciones eléctricas	22
2.10.	Equipos contra incendios.....	23
2.11.	Instalación de tuberías de hierro o acero.....	23
2.12.	Inspección, limpieza, pruebas y protocolo de recepción.....	25
2.12.1.	Inspección.....	25
2.12.2.	Limpieza.....	25
2.13.	Pruebas.....	25
2.13.1.	Pruebas hidráulicas.....	25
2.13.2.	Pruebas operacionales	26
2.13.3.	Pruebas Periódicas	27
2.14.	Puesta en marcha y aceptación de la instalación.....	27
3.	INSTALACIÓN DEL AGUA FRÍA SANITARIA	28
3.1.	Ejecución	28
3.2.	Ejecución de las redes de tuberías	28
3.2.1.	Condiciones generales.....	28
3.3.	Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores.....	32
3.4.	Puesta en servicio. Pruebas y ensayos de las instalaciones.....	33
3.5.	Productos de construcción	34
3.5.1.	Condiciones generales de los materiales.....	34
3.6.	Condiciones particulares de las conducciones.....	35
3.7.	Incompatibilidades.....	36
3.8.	Mantenimiento y conservación.....	38
4.	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	40
4.1.	Materiales	40
4.2.	Puesta en obra	40
4.3.	Control, criterios de aceptación y verificaciones en el edificio terminado.....	41
4.4.	Criterios de medición y valoración	42
4.5.	Condiciones de conservación y mantenimiento	42

1. Instalación eléctrica

1.1. Ámbito de aplicación

El objeto de este pliego es establecer las condiciones y garantías que cumplirán los locales, materiales, equipos e instalaciones destinados al control, maniobra transformación y distribución de la energía eléctrica con tensiones nominales inferiores a 1000 V en corriente alterna.

1.2. Certificados de homologación de empresas y personal

Las empresas instaladoras deberán estar en posesión del “Documento de Calificación empresarial” (DCE) debidamente renovado, otorgado por la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, Orden del 2 de Octubre de 1979 (BOE del 5 de Noviembre de 1979).

El personal responsable al cargo de la dirección de ejecución de las instalaciones deberá estar en posesión del título de grado superior, medio o en su defecto, del de instalador autorizado, con el alcance que a cada título le sea aplicable según normativa vigente ITC-MIBT-040.

La instalación cumplirá con todos los artículos e Instrucciones Técnicas Complementarias contenidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que le sean aplicables.

1.3. Calidad de los materiales

1.3.1. Bandejas portacables eléctricos y sus soportes

Las bandejas serán perforadas para facilitar la aireación de los conductores y podrán ser con o sin cubierta, siendo del primer tipo en las zonas polvorientas para evitar la acumulación de polvo sobre los conductores.

Será tales que las líneas proyectadas ocuparán aproximadamente el 70% de la capacidad de la bandeja y el ala de la bandeja será como mínimo de 30 milímetros. En cualquier caso se respetarán las especificaciones del proyecto salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

El fabricante las mismas suministrará las piezas de unión, tornillería, soportes, cubiertas, bisagras, piezas curvas, piezas para derivaciones y demás accesorios, no admitiéndose manipulaciones del material para que desempeñe un fin distinto al original

Las bandejas serán de acero y contarán con uno de los siguientes tratamientos anticorrosión:

- Cincado electrolítico blanco, entre 8 y 12 micras según UNE 37-552-73
- Cincado electrolítico bicromatado entre 12 y 15 micras, según UNE 37-552-73
- Galvanizado en continuo de 20 micras.
- Galvanizado en caliente superior a 70 micras según UNE 37-508-88

1.3.2. Canales para instalaciones

Los canales utilizados serán cerrados con tapa lisa, permitirán un 40% de ampliaciones.

El fabricante los canales suministrará los codos, derivaciones, curvas, cubrejuntas, etc., no admitiéndose manipulaciones del material para que desempeñe un fin distinto al original.

Los canales serán de PVC y cumplirán las siguientes especificaciones:

- Reacción ante el fuego clave M1 según UNE 23727 y no provocador de incendios según UNE 20432
- Rigidez dieléctrica superior a 200 kV/cm²
- Coeficiente de dilatación inferior a 0´1 mm/°C·m

1.3.3. Tubos de protección

Los tubos de canalización utilizados serán aislantes, del tipo flexible o rígido según su destino.

Bajo un mismo tubo solo habrá conductores de un mismo circuito, salvo que todos estén aislados para la misma tensión máxima de servicio, todos los circuitos partan de un mismo cuadro de mando y protección o cada circuito está protegido individualmente frente a sobrecorrientes.

El diámetro de los tubos se define en las tablas I, II, III, IV y V de la instrucción MIE BT 019 del reglamento electrotécnico de baja tensión. Dicho tubo deberá tener una sección interior superior al triple de la sección de los conductores si hay 5 o más conductores.

Los tubos se fijarán a las paredes, pilares o techos mediante bridas, protegidas frente a la corrosión y sólidamente sujetas, separadas un máximo de 0´8 m. para tubo rígido y de 0´6 m. para tubo flexible. Además se dispondrán abrazaderas en la proximidad de cajas o aparatos así como antes y después de los cambios de dirección.

Deberán soportar sin deformación 60°C los tubos de PVC y 70°C los metálicos con forro de papel impregnado.

Las superficies interna y externa de los conductos estarán exentas de rebabas, asperezas y defectos semejantes.

Los conductos, cuando se curven o se aplasten o se sometan a choques o a temperaturas extremas, no deberán deteriorarse de forma que se dificulte la introducción de los cables por tracción.

Se prohíbe el uso de cualquier elemento plástico o de cualquier otro material que pueda ser propagador de incendio, exigiéndose certificados y pruebas en este aspecto.

Las especificaciones de los tubos de PVC serán las siguientes:

- Reacción ante el fuego clase M1 según UNE 23727 y no provocador de incendios según UNE 20432
- Resistente a ambientes húmedos salinos o químicamente agresivos, no precisando mantenimiento
- De pared gruesa, resistente al impacto y al punzonamiento.

Las características de los tubos según UNE-20-333-87 se indican en las siguientes tablas, no admitiéndose ningún conducto no normalizado.

Tabla 1.1. Tubo rígido de PVC

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro interior (mm)
15,2	±0,2	12,0
18,6	±0,2	15,5
20,4	±0,2	17,3
22,5	±0,2	19,3
28,3	±0,2	24,6
37,0	±0,3	32,6
47,0	±0,3	41,6
59,3	±0,3	53,7

Tabla 1.2. Tubo flexible de PVC

Diámetro exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro interior (mm)
13,0	+0 ; -0,4	10,0
15,5	+0 ; -0,4	12,0
19,0	+0 ; -0,4	15,0
21,0	+0 ; -0,4	17,0
22,3	+0 ; -0,5	18,3
29,0	+0 ; -0,5	23,8
37,3	+0 ; -0,8	31,3
47,7	+0 ; -0,8	40,2
61,0	+0 ; -1,0	54,0

1.3.4. Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos de baja tensión serán de cobre electrolítico puro con aislamiento de doble capa de PVC o polietileno reticulado, de acuerdo con las indicaciones del proyecto. La tensión nominal de aislamiento será de 1000 V para las acometidas y líneas repartidoras y de 750 V para el resto de la instalación.

La conexión entre conductores se hará cuidadosamente mediante piezas metálicas resistentes a la corrosión que garanticen un contacto eléctrico eficaz, pudiéndose utilizar bornas de conexión o regletas, nunca con un simple retorcimiento o arrollamiento entre ambos conductores.

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los activos. Discurrirán por las mismas canalizaciones que los conductores activos.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

AZUL - Conductor neutro

AMARILLO VERDE - Conductor de tierra y protección

MARRON, NEGRO Y GRIS - Fases (S, R, T)

1.3.5. Cajas de empalme y derivación

Estarán construidas para soportar instalaciones eléctricas de una tensión mínima de 380 V.

Serán de material aislante (PVC) y tendrán un grado de protección IP55 según UNE 2034. Las dimensiones de las mismas serán las necesarias para alojar todos los conductores que deban contener. Su profundidad será, al menos, 1'5 veces el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm.

La fijación de las mismas se realizará mediante tornillos o cables de acero.

Presentarán una adecuada resistencia dieléctrica y no se ablandarán ni se quemarán con el calor.

1.3.6. Aparatos de mando y maniobra

La función de los contactores es evitar la formación del arco permanente al cortar la corriente máxima del circuito, pudiendo realizar un número de maniobras del orden de 10.000 en las condiciones de trabajo.

Serán del tipo cerrado y las piezas de contacto serán tales que su temperatura no exceda los 65°C. Llevarán marcada su intensidad y tensión nominales.

1.3.7. Aparatos de protección

1.3.7.1. Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegerán contra contactos indirectos, siendo su propósito el de proteger la vida de las personas al evitar las corrientes de derivación a través de estas a tierras. La sensibilidad de los mismos será la indicada en la memoria y presupuesto salvo indicación contraria por parte de la Dirección Facultativa.

1.3.7.2. Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos serán del tipo magnetotérmico y podrán cortar la máxima corriente del circuito. Sus características figuran en la memoria y presupuesto del proyecto. Contarán con accionamiento manual y llevarán marcadas su tensión y corriente nominales.

1.3.7.3. Cortacircuitos fusibles

Los fusibles cortarán la corriente cuando no funcionen los anteriores elementos. Como se describe en la memoria van calibrados con aquellos. Van dispuestos sobre material aislante e incombustible. Serán

recambiables bajo tensión sin peligro alguno y llevarán mercada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Las características de los mismos se ceñirán a lo indicado en la memoria y presupuesto del proyecto, pudiéndose sustituir por otros de diferente denominación siempre que las nuevas características sean aceptadas por parte de la Dirección Facultativa.

1.3.8. Cuadros eléctricos

Se construirán de acuerdo con la norma UNE 20098, para instalación interior, a prueba de polvo, con grado de protección especificado en la memoria y/o presupuesto, de acuerdo con UNE UNE-20324.

Todos los circuitos principales (entradas y salidas) estarán protegidos e independizados por separadores metálicos o aislantes no propagadores de llama.

Estarán completamente montados, cableados y probados siendo su altura máxima de 2.100 milímetros.

Todos los cuadros contarán con identificación realizada en PVC rígido en negro con fondo blanco que se situará mediante adhesivo en el centro de la parte frontal del mismo. De idéntica forma se señalarán las unidades de entrada y salida, relés, pulsadores, lámparas, etc.

Las normativas técnicas aplicables y exigibles para el equipo eléctrico instalado en los cuadros son UNE 20103 para interruptores automáticos de BT y UNE 20109 para la aparamenta de maniobra en BT.

1.3.9. Interruptores, conmutadores y contactores eléctricos

Todos los interruptores, conmutadores y contactores estarán contruidos para soportar una tensión mínima de 380 V en corriente alterna. Todos los aparatos llevarán inscrito en una de sus partes de manera legible la marca de la fábrica así como su tensión y corriente nominal.

Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de su posición de abierto y cerrado.

Los orificios para la entrada de los conductores deberán tener la suficiente amplitud para introducir el conductor con su envolvente de protección.

Las características nominales de los aparatos serán las indicadas en el proyecto o en su defecto las indicadas por la Dirección Facultativa.

1.3.10. Equipos de alumbrado

Los equipos de alumbrado y sus especificaciones se indican en los documentos del proyecto. Los aparatos se suministrarán completos: armaduras, suspensión, lámparas y demás accesorios y un conductor de enlace.

Los portalámparas no presentarán ningún defecto, sus partes estarán bien fijadas y el aparato estará garantizado para el uso de las lámparas, sin sobretensiones perjudiciales para la luminaria.

El equipo será fácilmente desmontable para su limpieza y sustitución, las luminarias de tipo cerrado deberán llevar un cerrojo que no permita el depósito interior de partículas de polvo.

Las lámparas, luminarias y aparellaje necesario serán de una casa acreditada y la dirección se reserva el derecho de realizar ensayos de rendimiento y calidad de los mismos.

5.3.11.-Tomas de corriente y mecanismos

Su diseño, construcción y ensayo cumplirán las normas:

- UNE 20352: Tomas de corriente para usos industriales.
- UNE 20-3224: Grado de protección de la envolvente.

Las clavijas y las cajas de enchufe estarán construidas para una tensión mínima de 380 V. todas las partes de la caja y de la clavija accesibles al contacto normal serán de material aislante y dispondrán de toma de tierra.

1.3.11. Batería de condensadores

La batería de condensadores instalada cumplirá la norma CEI 831. La capacidad de los condensadores estará comprendida entre el 95% y el 110% de la capacidad nominal. La batería de condensadores incluirá una resistencia de descarga integrada en el condensador.

El factor de pérdidas corresponderá a un consumo máximo de 0,4 W por KVAh como valor medio, incluyendo resistencias de descarga.

El equipo instalado contará con un sistema que gestione la conexión automática de los escalones en función del consumo en cada momento.

1.3.12. Ensayos sobre los materiales y equipos

El contratista está obligado a presentar con la debida antelación en el inicio de la unidad de obra, información técnica y certificados de ensayos de las características de todos los materiales, equipos y aparatos para que la dirección Facultativa acepte el tipo más conveniente. En caso de no presentar estos certificados, serán realizados a cargo del contratista.

Una vez hecha la elección, se comprobarán las características aparentes de los mismos, siempre que lleguen a obra con el correspondiente certificado.

1.4. Normas para la ejecución de las instalaciones

1.4.1. Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones tanto las que van bajo tubo como las que van sobre bandeja seguirán las direcciones paralelas y perpendiculares que delimitan el local. Se procurará la facilidad tanto para la introducción como para el retirado de los conductores una vez realizada la instalación de conductores y accesorios.

Cada conductor podrá seccionarse de modo que se garantice la separación de cada circuito del resto de la instalación.

En el tendido de los cables se tendrá especial cuidado en evitar la torsión, doblado, tracción excesiva, presión y curvaturas muy pronunciadas.

El radio mínimo de curvatura será 12 veces el diámetro.

No se admitirán entroncamientos ni derivaciones intermedias motivadas por errores en la medición u otras causas, para ello se utilizarán siempre alojamientos y materiales adecuados al tipo de cable y previamente determinados por la dirección facultativa (cajas de entroncamientos, arquetas, celdas de distribución, etc.)

El recorrido de tubos y bandejas se indicará previamente sobre los muros y se someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa antes de proceder a la sujeción definitiva. Se hará un replanteo racional y coordinado con otras instalaciones de modo que no se produzcan interferencias y se evite en lo posible las obras auxiliares de albañilería.

Los finales de todos los cables contarán con terminales del tipo de presión.

En conductos verticales de largo recorrido, los cables se sujetarán mediante abrazaderas de material aislante, cuya misión será evitar que todo el peso del cable gravite en el pie de la vertical.

Independientemente del código de colores de los conductores se marcarán con etiquetas imperdibles de modo que quede perfectamente señalizado a que circuito pertenece el cable.

Al atravesar muros o paredes se colocará tubo protector además del propio de la instalación.

Todos los empalmes y derivaciones se realizarán en las correspondientes cajas. Todas las regletas de bornes irán selladas en el fondo de la caja sin perforarla, no admitiéndose empalmes por dobladura y posterior encintado.

Las entradas y salidas de cables a cajas de derivación o de otro tipo se harán mediante prensaestopas de alojamiento cónico, no admitiéndose los de alojamiento plano.

1.4.2. Volúmenes de prohibición

En cuartos de baño y aseos se considerarán los siguientes volúmenes de prohibición y protección:

Prohibición: Volumen determinado por los planos verticales y tangentes a bordes de ducha o aseo y los planos horizontales del suelo y a 2'25 m. del fondo del aseo o ducha

Protección: Idéntico al anterior pero los planos verticales situados 1 metro más del de prohibición.

En el volumen de prohibición no habrá interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación.

En el de protección no habrá interruptores ni tomas de corriente a no ser que sean de seguridad.

1.4.3. Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento de la instalación será por lo menos de $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio en voltios, con un valor mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua entre 500 y 1000 V en vacío y como mínimo 250 V con una carga de 100.000 ohmios.

1.4.4. Puesta a tierra

Se dispondrá de una puesta a tierra accesible y señalizada que conectará las masas y dispositivos de corte por corriente y tensión de defecto.

El conductor de neutro estará eficazmente unido a tierra y se comprobará la puesta a tierra para que garantice las especificaciones de proyecto.

Las líneas de enlace con el suelo serán de cobre u otro material con elevado punto de fusión y su sección no será nunca inferior a 16 mm² para las líneas principales del suelo ni a 35 mm² para las líneas de enlace con tierra. El flagelo que forma la puesta a tierra será de cobre con una sección mínima de 50 mm²

Las picas de puesta a tierra serán de acero recubiertas de cobre salvo especificación contraria en otros documentos del proyecto, siendo el diámetro mínimo de 15 mm y la longitud mínima de 1'5 metros.

Para la conexión de los dispositivos de los circuitos de puesta a tierra se dispondrá de bornes y elementos de conexión que garanticen y den seguridad de una unión perfecta, incluso antes los esfuerzos originados por un cortocircuito.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Entre tomas de tierra independientes se mantendrá un aislamiento adecuado para evitar la aparición de tensiones en caso de falta.

El recorrido de los conductores será el más corto posible, sin cambios bruscos de dirección, tendrán protección contra la corrosión.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, prohibiéndose la utilización de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc. Se dispondrá que las conexiones se efectúen con mucho cuidado, mediante piezas de conexión adecuadas, asegurando la superficie de contacto (tornillos, roblones o soldaduras de alto punto de fusión).

1.5. Pruebas reglamentarias

Previamente a la recepción de las instalaciones se realizarán las siguientes mediciones, obteniéndose de ellas un resultado satisfactorio:

- Medición del aislamiento de la instalación
- Medición de la toma de tierra
- Comprobación visual de la instalación
- Comprobación del disparo de los diferenciales
- Comprobación de disparo de los interruptores automáticos.

1.6. Mantenimiento y seguridad

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, aislamiento de la instalación así como las variaciones en la instalación.

Para la limpieza de lámparas, cambio de bombillas y cualquier otra manipulación se desconectará el interruptor automático correspondiente a dicho circuito.

Cada dos años y en la época en que el terreno esté más seco se medirá la resistencia de tierra y se comprobará que no excede el valor fijado. Se comprobará el estado de las picas de tierra y la continuidad de la puesta a tierra.

Cada dos años se comprobará también el estado de las conexiones frente a la corrosión así como la continuidad de las líneas.

1.7. Documentación

El titular de la instalación debe poseer a la recepción de la misma los siguientes documentos:

Copia de la certificación de dirección y terminación de obras con las variaciones que se hubieran producido durante la ejecución.

Proyecto técnico de la instalación, copia del presentado ante la administración.

Copia del boletín de enganche a la red, correctamente tramitado por la administración.

El instalador proporcionará una persona con capacidad técnica y experiencia suficiente que sea aceptada por la dirección facultativa la cual desempeñará el cargo de director de los trabajos a todos los efectos.

La Dirección Facultativa dará las instrucciones a dicho director de los trabajos, el cual puede ser sustituido a petición de la dirección facultativa. Es obligación de la misma impartir las disposiciones técnicas necesarias para la correcta ejecución de las instalaciones incluso de las variaciones imprevistas en el proyecto.

Durante la instalación se llevará un libro de órdenes en el que se anotarán las variaciones sufridas por la instalación con respecto a la proyectada.

1.8. Medición y abono

Las mediciones se realizarán según los planos de planta apoyados por los alzados y detalles a escala que sean necesarios.

Las instalaciones se abonarán de acuerdo con los precios unitarios indicados en el cuadro de precios del Presupuesto del presente proyecto:

1.8.1. Conductos de bandeja

Se abonará por metro lineal de unidad tipo de bandeja colocado, incluyendo accesorios, soportes galvanizados, elementos de fijación, placas de identificación y trenzas flexibles de puesta a tierra.

1.8.2. Conductos de tubo

Se abonará por metro lineal de unidad tipo de tubo incluyendo accesorios, soportes, manguitos, boquillas y elementos de fijación.

1.8.3. Aparenta eléctrica

Se abonará por unidad tipo suministrada, montada, conexionada y probada.

1.8.4. Cuadros eléctricos de baja tensión

Se abonarán por unidad tipo de cuadro colocada, incluyendo bancada metálica, fijación y nivelación.

1.8.5. Circuitos de fuerza y alumbrado

Se abonará por metro lineal de unidad tipo de cable totalmente tendido y conectado en sus extremos, incluyendo fijación e identificación.

2. Instalación contraincendios

2.1. Red de tuberías

Para las tuberías, el material empleado es acero negro, estirado sin soldadura DIN-

2440 ST-35 con extremos y accesorios de similar calidad, soldados, cumpliéndose en todo momento con la norma UNE específica, tanto para la tubería como para los accesorios y para el procedimiento de soldadura, que será por arco, usando los electrodos de diámetro y tipo de recubrimiento conforme a las indicaciones del fabricante, para dicha aplicación.

En los tramos rectos de alimentación en tuberías aéreas, podrá emplearse la junta tipo VICTAULIC o similar.

Las tuberías enterradas serán de fundición dúctil, revestida interiormente de cemento tipo funditubo o similar, con uniones por junta automática flexible. En las curvas y derivaciones, si las hubiere, se calzará el conjunto con hormigón. El resto se asentará sobre tela plástica anticontaminante y relleno de arena. El tubo no se colocará a menos de un metro de profundidad de la cota de pavimento exterior. En todos los casos, las tuberías deberán resistir sin exudaciones ni fugas, una presión eléctrica de 30 Kg/cm².

En cuanto a la red de incendios instalada, la prueba de presión consistirá en someterla a una presión no menor de 15 Kg/cm² durante dos horas. En este tiempo, las fugas admisibles en las uniones y válvulas no sobrepasarán los 5 litros por cada 100 uniones, independientemente del diámetro de las tuberías y regularmente distribuidas entre dichas juntas. La magnitud de la fuga se determinará bombeando de un recipiente calibrado.

La unión de los rociadores a la red será roscada, empleando en la unión preferentemente cinta teflón, con el fin de que sea fácil su reposición.

Todo paso de tubos por forjados y tabiques, llevará una camisa de tubo de plástico que le permitirá la libre circulación. Los tubos no deberán estar nunca en contacto con yesos, oxicluros y escorias.

Los pasos de tuberías por muros cortafuegos, se rellenarán posteriormente con mortero retardador del fuego.

Las tuberías serán cortadas exactamente a las dimensiones establecidas a pie de obra y cada tramo o sección de tubería deberá ser únicamente limpiada en un interior y soplada para eliminar suciedad, virutas, etc.

2.2. Soportes

Los soportes de las tuberías deberán estar como máximo a las distancias indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2.1. Distancia entre soportes.

Diámetro Nominal (pulgadas)	Distancia entre soportes	
	Tramos verticales (m)	Tramos horizontales (m)
1/2 "	2,5	1,80
3/4 "	3,00	2,50
1"	3,00	2,50
1 1/4 "	3,00	2,80
1 1/2 "	3,50	3,00
2"	3,50	3,00
2 1/2 "	4,50	3,00
3"	4,50	3,50
4"	4,50	4,00
5"	4,50	4,00
6"	4,50	4,00

Los tendidos de las tuberías se harán paralelos o en ángulo recto a las alineaciones que sigan los elementos compartimentadores de un edificio y en concordancia con otras instalaciones, sobre las cortas o niveles de estrato que se fijen.

Los anclajes a paredes y forjados serán mediante spit-rock clavado al hormigón y varilla roscada, sobre rail fijado al techo o vigas con un mínimo de dos puntos de fijación.

Los soportes serán del tipo Desa-Flamco o similar, regulables y para una carga de 6", con un coeficiente de seguridad de 3.

Las abrazaderas deberán ser homologadas y en lugar de proteger el cubo con banda de forma, se hará con cinta plástica adherida mediante tres capas.

No se sujetarán las tuberías verticales a tabiques o paredes de ladrillo hueco, sino a elementos macizos o estructurales.

2.3. Válvulas

Las válvulas previstas en proyecto para cierre y paso de flujo, serán del tipo, diámetro y presión nominal (PN) indicadas en las especificaciones de cada partida.

Deberán resistir una presión de prueba del 50% superior a la de trabajo sin que se produzcan goteos durante la prueba.

Ninguna válvula se instalará con su vástago por debajo de la horizontal.

Si la tubería no va empotrada, llevará una brida a no más de 15 cm. de distancia de la válvula para impedir todo movimiento de la tubería.

Las válvulas de cierre, tanto de compuerta como de mariposa, deberán tener indicación visual de su posición y no deberán poder ser cerradas en menos de 5 segundos, para evitar daños a la tubería por golpe de ariete.

2.4. Grupo de presión

Deberá tener como mínimo las características indicadas en las especificaciones y cumplir la regla técnica para los abastecimientos de aguas contra incendios de CEPREVEN R.T.2-ABA.

2.5. Detectores ópticos de humos

El número de detectores puntuales de humo y calor se determina de acuerdo a lo expuesto en la norma UNE 23007/14, en su anexo A.

Los detectores deben emplazarse de tal manera que sus elementos sensibles se encuentren a menos del 5% superior de la altura de la habitación. Debido a la posible existencia de una capa límite fría, los detectores no deben empotrarse en el techo. Los detectores de calor deben situarse directamente bajo el techo.

Para detectores de tipo puntual, se indica que deben distribuirse de tal forma que ningún punto del techo o de la cubierta quede situado a una distancia horizontal de un detector mayor que los valores D_{max} indicados en la tabla A.1.

Si existen gradientes de temperatura desfavorables en la superficie protegida, el penacho de humo ascendente procedente del incendio puede aplastarse y formar una capa antes de llegar al techo. Si la

altura de esta capa es previsible, además de los detectores instalados cerca del techo pueden montarse otros detectores a la altura de estratificación esperada.

En los pasillos estrechos y espacios de techo con una anchura menor de 3 metros, las distancias entre detectores pueden ser como sigue:

- Para detectores de calor, hasta 10m (5m para detección con coincidencias o de los sistemas de extinción);
- Para detectores de humo, hasta 15m (11m para la detección con coincidencias o 7,5m para los sistemas de extinción).

La distancia horizontal entre el detector y la pared o el techo no debe ser mayor que la mitad de las distancias indicadas anteriormente.

El área máxima de vigilancia autorizada no debe ser mayor que los valores añadidos indicados en la tabla A.1.

Tabla 2.2. Distancias máximas y radio de protección de los detectores de humo

Superficie del local en m ²	Tipo de detector	Altura del local en m	Pendiente ≤ 20º		Pendiente >20º	
			Sv (m ²)	D _{max} (m)	Sv (m ²)	D _{max} (m)
SL ≤ 80	UNE-EN54/7	h ≤ 12	80	6,6	80	8,2
SL > 80	UNE-EN54/7	h ≤ 6	60	5,7	90	8,7
		6 < h ≤ 12	80	6,6	110	9,6
SL > 30	UNE-EN54/5, clase A1	h ≤ 7,5	20	3,5	40	6,5
	UNE-EN54/5, clase A2, B, C, D, E, F, G	h ≤ 6	20	3,5	40	6,5
SL ≤ 30	UNE-EN54/5, clase A1	h ≤ 7,5	30	4,4	30	5,7
	UNE-EN54/5, clase A2, B, C, D, E, F, G	h ≤ 6	30	4,4	30	5,7

2.6. Detectores termovelocimétricos

Detectarán subidas bruscas de temperatura del orden de 10 grados por minuto en un tiempo de 5 segundos, cuando la subida es muy lenta y ésta alcanza los 58 grados.

Provistos de red indicador de alarma con memoria, chequeo automático de funcionamiento, estabilizador de tensión y zócalo intercambiable, alimentación 24 V c.c.

2.7. Pulsadores de alarma

Los pulsadores de alarma manual del tipo "ROMPER EL CRISTAL".

No necesitarán el uso de martillo u objeto punzante, rompiéndose el frente con una leve presión del dedo sin peligro, encontrándose para lo cual el cristal recubierto de una lámina protectora.

Estarán contruidos en plástico rojo extingible, con cristal neutro biselado, en fondo negro y dispositivos de prueba mediante llave.

Su instalación será superficial

2.8. Cableado eléctrico

El cableado eléctrico de todas las instalaciones de detección se realizará mediante cables de cobre flexible, de sección mínima de 1 mm, con protección Z1 auto extingible, de baja emisión de humos y libre de halógenos.

2.9. Canalizaciones eléctricas

Se emplearán tubo tipo rígido de PVC auto extingible, libre de halógenos.

La sección mínima de las tuberías será la marcada en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Según el número de conductores de 1 mm², el diámetro de las tuberías será el siguiente:

Tabla 2.3. Diámetro de las tuberías según el número de hilos

Tubo	PG-11	PG-13	PG-16	PG-21	PG-29	PG-36
Hilos	3	7	8	13	25	40

Las conexiones entre tubos se realizarán siempre mediante barras de conexionado dentro de cajas de empalme y duración adecuadas al material del tubo.

2.10. Equipos contra incendios

Los equipos para protección Contra Incendios deberán responder como mínimo a las características de aquellos similares aceptados por la NBE-CPI-96, tanto en lo que se refiere a aparatos portátiles de primer socorro, como a los puestos de agua u otros sistemas.

La composición de cada equipo queda especificada en el capítulo correspondiente de la medición del proyecto.

2.11. Instalación de tuberías de hierro o acero

Todas las tuberías irán instaladas en forma adecuada, de modo que presenten un aspecto limpio, disponiéndose los tramos paralelos o en ángulo recto con los elementos de la estructura del edificio, a fin de proporcionar la máxima altura de paso, salvar las luces y otros trabajos. En general las tuberías suspendidas se instalarán lo más cerca posible de la estructura superior.

Toda la tubería se cortará con exactitud en las dimensiones establecidas en el lugar de la obra y se colocará en su sitio sin combarla ni forzarla. Se instalará de modo que pueda dilatarse y encontrarse libremente sin daño para la misma, ni para los otros trabajos. La tubería de acero y de hierro forjado se cortará con herramientas cortadoras de tubería, y se roscarán con terrajas afiladas y limpias. Todas las tuberías cortadas se escariarán para eliminar las rebabas y para conservar el diámetro total de las mismas. Todos los cambios de diámetro se efectuarán mediante accesorios de reducción y los cambios de dirección por medio de piezas especiales. En las tuberías de pequeño diámetro hasta 3/4" se permite curvas aplicadas para salvar los cruces con otras tuberías siempre que no se utilice una máquina hidráulica de doblar y se eviten deformaciones de presiones o arrugas y no sufra la película de galvanizado.

Todas las bocas de salida de las válvulas de escape, válvulas de seguridad, desagües de depósitos, etc., se conducirán por tuberías de descarga sobre desagües de piso u otros puntos de evacuación aceptables, a no ser que se indique otra cosa en los planos.

Se suministrará e instalarán desagües que consistirán en tuberías de hierro forjado galvanizado de 3/4" y llaves de las mismas dimensiones, en los puntos más bajos de las tuberías principales de retorno en la proximidad de las calderas, depósitos, o en otros lugares necesarios para el completo drenaje de las instalaciones de tuberías y en los puntos indicados en los planos.

Todas las válvulas, equipos, accesorios, aparatos, etc., irán situados de modo que sean fácilmente accesibles para su reparación entre el aislamiento acabado de las tuberías contiguas.

Los acoplamientos para las tuberías roscadas se harán por medio de hilos de cáñamo enrollados en el sentido de las rosca y pintura de minio aplicada solamente en las roscas machos, y se apretarán hasta hacer hermética la unión dejando como máximo dos hilos de roscas al descubierto con pintura de minio.

Los filetes de rosca estarán limpiamente tallados. Antes de su instalación se escariarán todas las roscas. Los acoplamientos embridados estarán perfectamente enfrentados, empaquetados y serán estancos.

En los puntos que sea posible, se tomarán medidas para la dilatación y contracción de las tuberías por medio de cambios en la dirección del tendido de los mismos o dilatadores de valor apropiado a la dilatación.

Todas las tuberías irán firmemente ancladas a techos o paramentos. Los tendidos verticales de tubería irán soportados por abrazaderas o collarines de acero forjado al nivel de cada piso y a intervalos superiores a 3 m. Los tendidos horizontales irán soportados por suspensores del tipo de abrazaderas y varillas rígidamente fijadas a la estructura del edificio.

Todos los anclajes irán provistos de tensores o de otros medios aprobados de ajuste. No se aceptarán los suspensores de cadena, barra taladrada o de alambre.

Cuando se instalen válvulas en tramos verticales de tubería de aspiración de bombas, se dispondrá un soporte adecuado en el codo de conexiones a la boca de toma de la bomba. En ningún caso se empleará las conexiones a bombas u otro equipo como sustentación de cualquier tramo de tubo, accesorios o válvulas.

La separación máxima entre soportes o suspensores en tendidos horizontales, no será superior a lo siguiente:

Tabla 2.4. Separación entre soportes o suspensores.

Tamaño de la tubería (pulgadas)	Separación máxima (m)
Hasta 2"	3,00
1 1/2 "	3,35
3"	3,65
4" en adelante	4,25

Los anclajes de tubería consistirán en collarines de acero pesado con orejetas y pernos para su amordazado y para la fijación de las riostras de anclajes o según se disponga en los planos. No se fijará

ninguna riostra en lugares donde su instalación signifique un detrimento para la construcción del edificio. Antes de su instalación se presentará para aprobación, los detalles de anclajes.

Todas las tuberías instaladas serán protegidas con pintura de base asfáltica, después de haber sido probadas con resultado satisfactorio.

Cuando se determine en proyecto, se pintará las tuberías acabadas, con colores para su identificación.

2.12. Inspección, limpieza, pruebas y protocolo de recepción

2.12.1. Inspección

Los equipos implicados en la instalación quedarán sujetos a inspección y pruebas, tanto durante la fabricación como durante el montaje y puesta a punto "in situ".

Los representantes de la Dirección Facultativa tendrán libre acceso a los talleres del Contratista y de los fabricantes de los equipos, para comprobar la marcha de los trabajos y la calidad de los materiales que intervienen en la fabricación. Sin embargo, esta inspección no eximirá al Contratista de su responsabilidad.

2.12.2. Limpieza

Antes de ser montado e instalado el sistema completo de protección contra incendios, las tuberías deberán lavarse interiormente por descarga de agua.

Todos los instrumentos, equipos y accesorios en línea, estarán protegidos contra la retención de suciedad durante la limpieza del sistema, utilizando bridas ciegas, tapones o carretes provisionales.

Posteriormente a la limpieza, se instalará en cada sección un filtro colador con cestilla y tamiz de acero inoxidable, con malla adecuada para evitar obstrucciones. El filtro llevará una válvula de purga para limpieza.

2.13. Pruebas

2.13.1. Pruebas hidráulicas

Se realizarán pruebas sobre la totalidad de la instalación, global o parcialmente.

El Contratista dispondrá lo necesario para las pruebas y dará aviso con suficiente antelación a la Dirección Facultativa de que las mismas se van a realizar. El Contratista suministrará todo los equipos

y accesorios para las pruebas (equipos de medición de caudales y presiones, elementos de control, etc.).

Para las pruebas hidráulicas y operacionales el Contratista deberá extraer todo el aire de las tuberías antes de comenzar la prueba. Las pruebas hidráulicas se repetirán tantas veces como sea necesario para obtener los resultados esperados. En caso de discrepancia la opinión del representante de la Dirección Facultativa será definitiva.

2.13.2. Pruebas operacionales

Previamente a las pruebas operacionales, el Contratista presentará su protocolo de pruebas en el que se indiquen los caudales y presiones teóricas, incluyendo una columna para rellenar posteriormente a las pruebas, con los resultados reales obtenidos y que será debidamente aprobado por la Dirección Facultativa.

El Contratista dispondrá lo necesario para las pruebas y dará aviso con suficiente antelación a la Dirección Facultativa de que las mismas se van a realizar. El Contratista suministrará todo los equipos y accesorios para las pruebas (equipos de medición de caudales y presiones, elementos de control, etc.).

Se realizarán pruebas con medición real sobre la totalidad de la instalación y/o parcialmente. En estas pruebas se medirá, como mínimo, el caudal y la presión en todas las secciones comandadas por una válvula de diluvio y todas las que considere el representante de la Dirección Facultativa.

Para las pruebas, la Dirección Facultativa suministrará el agua y la electricidad. El Contratista será responsable de dejar limpios el circuito y las zonas afectadas por las pruebas.

El Contratista suministrará los agentes de extinción (polvo químico seco, espumas, gases, etc.).

Una vez montado e instalado el sistema completo de Defensa Contra Incendios, se realizarán, en presencia del representante de la Dirección Facultativa, las oportunas pruebas de funcionamiento en todas las condiciones de servicio, provocando todas las situaciones anormales que originen la puesta en servicio de los sistemas de alarma y extinción.

Todas las pruebas se considerarán incluidas en el precio. Las reparaciones a realizar como consecuencia de defectos aparecidos durante las pruebas o en el montaje, serán por cuenta del Contratista. El alcance del trabajo por rectificación de defectos o errores, quedará a juicio del representante de la Dirección Facultativa.

Las pruebas se efectuarán cuando sea preciso sobre el escenario completo de riesgo, aunque este contenga sistemas pre-existentes y sistemas de nuevo montaje. Por ejemplo, cuando se efectúe la instalación de un tanque o una esfera, se efectuará no solo la prueba del sistema de refrigeración nuevo, sino que debe comprobarse también el funcionamiento de las refrigeraciones de los equipos afectados simultáneamente.

2.13.3. Pruebas Periódicas

Los Departamentos de Seguridad de cada centro serán los responsables de la preparación y definición de protocolos de las pruebas periódicas en función de la legislación vigente (RD 1942/93, RD2276/2004).

2.14. Puesta en marcha y aceptación de la instalación

Una vez finalizadas todas las pruebas y entregada y aprobada toda la documentación, debe emitirse el certificado por un técnico titulado competente que manifieste la adecuación de las instalaciones al proyecto y el cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que correspondan. El certificado deberá ser visado en el Colegio Oficial del titulado.

Este certificado será preparado y visado por el contratista cuando así se solicite en la Requisición correspondiente.

También debe incluirse un certificado de la o las empresas instaladoras autorizadas, firmado por el técnico titulado respectivo, cuando la instalación requiera ser realizada por empresa instaladora autorizada de acuerdo con el RD 1942/93.

La puesta en marcha de las instalaciones efectuadas contará con el Visto Bueno de Operaciones, Mantenimiento y Seguridad.

El cumplimiento de todos los requisitos aquí citados incluyendo pruebas, certificados, entrega de Documentación y el visto bueno de los citados Departamentos son imprescindibles para la Aceptación de la Instalación por el Departamento de Construcción responsable del Proyecto.

3. Instalación del agua fría sanitaria

3.1. Ejecución

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

3.2. Ejecución de las redes de tuberías

3.2.1. Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Protecciones

Protección contra la corrosión

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.

- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con cincado con recubrimiento de cobertura

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.

Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 2.3.

Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 2.3.

Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera anti vapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo.

Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.

Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;
- A la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán anti vibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

Accesorios Grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

3.3. Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores

Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida.

El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si ésta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez

tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.

Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

Contadores individuales aislados

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución.

En cualquier caso este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

3.4. Puesta en servicio. Pruebas y ensayos de las instalaciones

Pruebas de las instalaciones interiores

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

- Para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:1988;
- Para las tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al Método A de la Norma UNE ENV 12 108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

Pruebas particulares de las instalaciones de ACS

En las instalaciones de preparación de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- medición de caudal y temperatura en los puntos de agua;
- obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad;
- comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas;
- medición de temperaturas de la red;
- con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3 °C a la de salida del acumulador.

3.5. Productos de construcción

3.5.1. Condiciones generales de los materiales

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;
- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;
- serán resistentes a la corrosión interior;
- serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
- no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;

- deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

3.6. Condiciones particulares de las conducciones

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996;
- tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996;
- tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997;
- tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995;
- tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000;
- tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004;
- tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003;
- tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004;
- tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004;
- tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave o válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento. Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

3.7. Incompatibilidades

Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ion cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se consideraran agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.

Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la siguiente tabla:

Tabla 6.1

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 – 4.500	2.200 – 4.500
Título alcalimétrico completo (TAC) meq/l	1,6 mínimo	1,6 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4 mínimo	-
CO ₂ libre, mg/l	30 máximo	15 máximo
CO ₂ agresivo, mg/l	5 máximo	-
Calcio (Ca ²⁺), mg/l	32 mínimo	32 mínimo
Sulfatos (SO ₄ ²⁻), mg/l	150 máximo	96 máximo
Cloruros (Cl), mg/l	100 máximo	71 máximo
Sulfatos + Cloruros, meq/l	-	3 máximo

Para los tubos de cobre las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7,0 mínimo
CO ₂ libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Para las tuberías de acero inoxidable las calidades se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el AISI-316.

Incompatibilidad entre materiales

Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu⁺ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

3.8. Mantenimiento y conservación

Interrupción del servicio

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

Nueva puesta en servicio

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;

- una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

Mantenimiento de las instalaciones

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénicosanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, las montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

4. Instalación de saneamiento

4.1. Materiales

- Arquetas.
- Colectores y bajantes de hormigón, plástico, fundición, gres, cobre, etc. En el caso de tuberías de fundición irán acompañadas de la declaración de conformidad con el marcado CE según la norma armonizada UNE-EN 877 declarando expresamente descripción y uso, reacción al fuego, resistencia a la presión interior, al choque, tolerancias dimensionales, estanquidad y durabilidad.
- Desagües y derivaciones hasta bajante de plástico y plomo.
- Botes sifónicos.
- Otros elementos: en algunas ocasiones pueden llevar también columna de ventilación, separador de grasas y fangos o hidrocarburos, pozos de registro, bombas de elevación, sondas de nivel, etc.

4.2. Puesta en obra

La instalación se adaptará a lo dispuesto en la Exigencia "Evacuación de aguas" desarrollada en el Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación, a las normas UNE correspondientes, a las Normas de la empresa suministradora del servicio y a las Ordenanzas Municipales.

Los colectores pueden disponerse enterrados o colgados. Si van enterrados los tramos serán rectos y la pendiente uniforme mínima del 2% con arquetas cada 15 m. en tramos rectos, en el encuentro entre bajante y colector y en cambios de dirección y sección.

Antes de la conexión al alcantarillado se colocará una arqueta general sifónica registrable.

Las arquetas apoyarán sobre losa de hormigón y sus paredes estarán perfectamente enfoscadas y bruñidas o serán de hormigón o materiales plásticos y los encuentros entre paredes se harán en forma de media caña.

En colectores suspendidos la pendiente mínima será del 1,5 % y se colocarán manguitos de dilatación y en cada encuentro o cada 15 m. se colocará un tapón de registro.

Se colocarán manguitos pasatubos para atravesar forjados o muros, evitando que queden uniones de tuberías en su interior. Los cambios de dirección se harán con codos de 45º y se colocarán abrazaderas a una distancia que eviten flechas mayores de 3 mm.

La unión entre desagües y bajantes se hará con la máxima inclinación posible, nunca menor de 45º.

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto que produzcan vibraciones entre las instalaciones y los elementos constructivos.

Las bajantes se instalarán aplomadas, se mantendrán separadas de paramentos y sobrepasarán el elemento más alto del edificio y quedarán distanciadas 4 m. de huecos y ventanas.

En caso de instalar ventilaciones secundarias se cuidará que no puedan ser obstruidas por suciedad o pájaros.

Para bajantes mayores de 10 plantas se dispondrán quiebros intermedios para disminuir el impacto de caída.

Si los colectores son de plástico, la unión se hará por enchufe, o introduciendo un tubo 15 cm en el otro, y en ambos casos se sellará la unión con silicona. La red horizontal y las arquetas serán completamente herméticas.

Las fosas sépticas y los pozos prefabricados contarán con marcado CE según norma armonizada UNE-EN 12566 y apoyarán sobre bases de arena. Antes de poner en funcionamiento la fosa, se llenará de agua para comprobar posibles asentamientos del terreno.

Deben disponerse cierres hidráulicos registrables en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales. Para ello se dispondrán sifones individuales en cada aparato, botes sifónicos, sumideros sifónicos y arquetas sifónicas no colocando en serie cierres hidráulicos. La altura mínima del cierre hidráulico será de 50 mm para usos continuos y 70 mm para discontinuos.

Se instalarán subsistemas de ventilación tanto en las redes de fecales como en las pluviales.

4.3. Control, criterios de aceptación y verificaciones en el edificio terminado

Se identificarán los tubos, se comprobarán los tipos, diámetros y marcados. Los tubos de PVC, llevarán distintivo ANAIP y si lo dispone la Dirección de Obra se harán ensayos según normas UNE de identificación, aspecto, medidas y tolerancias.

Los tubos de hormigón dispondrán de marcado CE según UNE-EN 1916 declarando expresamente uso previsto, resistencia al aplastamiento de los tubos y piezas complementarias, resistencia longitudinal a flexión, estanquidad frente al agua de los tubos, piezas complementarias y juntas, condiciones de durabilidad y de uso apropiadas para el uso previsto, durabilidad de las juntas.

Los pozos dispondrán de marcado CE según UNE-EN 1917 declarando expresamente el uso previsto y descripción, tamaño de la abertura-dimensiones, resistencia mecánica, capacidad para soportar la carga de cualquiera de los pates, estanqueidad frente al agua y durabilidad.

Se comprobará la correcta situación y posición de elementos, sus formas y dimensiones, la calidad de los materiales, la pendiente, la verticalidad, las uniones, los remates de ventilación, las conexiones, el enrase superior de fosas sépticas y pozos de decantación con pavimento, la libre dilatación de los elementos respecto a la estructura del edificio, y en general una correcta ejecución de la instalación de acuerdo con las indicaciones de proyecto.

Se harán pruebas de servicio comprobando la estanquidad de conducciones, bajantes y desagües, así como de fosas sépticas y pozos de decantación. La red horizontal se cargará por partes o en su totalidad con agua a presión de entre 0,3 y 0,6 mbar durante 10 minutos. Se comprobará el 100 % de uniones, entronques y derivaciones. También se puede realizar la prueba con aire o con humo espeso y de fuerte olor. Los pozos y arquetas se someterán a pruebas de llenado.

Se comprobará el correcto funcionamiento de los cierres hidráulicos de manera que no se produzcan pérdidas de agua por el accionamiento de descargas que dejen el cierre por debajo de 25 mm.

Se realizarán pruebas de vaciado abriendo los grifos en el mínimo caudal y comprobando que no se producen acumulaciones en 1 minuto.

4.4. Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración: Se medirá la unidad o longitud terminada y probada.

4.5. Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento.

En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas. No se puede modificar o cambiar el uso de la instalación sin previa consulta de un técnico especialista.

Los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales deberán permanecer siempre con agua, para que no se produzcan malos olores.

Dos veces al año se limpiarán y revisarán: sumideros, botes sifónicos y conductos de ventilación de la instalación y en el caso de existir las arquetas separadoras de grasas.

Una vez al año se revisarán colectores suspendidos, arquetas sumidero, pozos de registro y en su caso, bombas de elevación.

Revisión general de la instalación cada 10 años, realizando limpieza de arquetas a pie de bajante, de paso y sifónicas, pudiendo ser con mayor frecuencia en el caso de detectar olores.