REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO
PARA BAJA TENSIÓN
1.ª EDICIÓN

INCLUYE CD CON GUÍA DE APLICACIÓN Y OTROS CONTENIDOS

Mc Graw Hill Education

Actualización del RD 832/2002, según RD 560/2010
Con Proyectos de instalaciones reales, revisados por PLC-Madrid

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

Mc Graw Hill Education

MADRID - BARCELONA - BOGOTÁ - BUENOS AIRES - CARACAS - GUATEMALA - MÉXICO
NUEVA YORK - PANAMÁ - SAN JUAN - SANTIAGO - SÃO PAULO
AUCKLAND - HAMBURGO - LONDRES - MILÁN - MONTREAL - NUEVA DELHI - PARÍS
SAN FRANCISCO - SIDNEY - SINGAPUR - ST. LOUIS - TOKIO - TORONTO

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.
Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.conlicencia.com) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Derechos reservados © 2013, respecto a la primera edición en español, por:

McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L.
Edificio Valrealty, 1.ª planta
Basauri, 17
28023 Aravaca (Madrid)

ISBN: 978-84-481-8549-7

Obra original: *Reglamento electrotécnico para baja tensión* © 2012,
respecto a la primera edición en español, por McGraw-Hill Interamericana de España, S.L.

ISBN edición original: 978-84-481-8072-0

Autores de los proyectos: José María Redondo, Mariano Domínguez..
Equipo editorial: Silvia Pascual Ballestero, Mercedes Heras Novillo,
Iria Marañón de Goyeneche
Diseño de cubierta: rload.es
Diseño interior: dfrente.es
Composición: dfrente.es

Nota editorial

El Real Decreto 560/2010, en su artículo séptimo, modifica al Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, así como a su articulado e instrucciones técnicas complementarias.

En la presente edición se ha procedido del siguiente modo respecto a dichas modificaciones:

- En el caso de sustituciones, modificaciones, supresiones, o cambios de redacción de artículos completos, o fracciones de artículos, o instrucciones técnicas complementarias se ha procedido a ejecutar los cambios que indica el Real Decreto 560/2010 sobre el texto del Real Decreto 842/2002 o bien sobre el texto de la instrucción técnica correspondiente. Así, el texto de artículos o ITC queda totalmente actualizado.
- Las sustituciones, modificaciones, supresiones, o cambios de redacción afectan a los siguientes artículos del Real Decreto 842/2002:
  - Artículo 22 [modificado].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apartado 1 [modificado].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apartado 2 [modificado].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apartado 3, párrafo último [suprimido].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apartado 4 [modificado].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apartado 5 [modificado].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apartado 6 [suprimido].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apéndice, apartado 1 [modificado].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-03, apéndice apartado 2.2.1 [suprimido].
  - Instrucción Técnica Complementaria BT-04, apartado 5.4 [modificado].
- En el caso de los añadidos que indica el Real Decreto 560/2010 sobre el Real Decreto 842/2002 se exponen los textos íntegros, entre ellos, las nuevas disposiciones primera, segunda, tercera y cuarta.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

McGraw-Hill Education

Real Decreto

REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, supuso un considerable avance en materia de reglas técnicas y estableció un esquema normativo, basado en un reglamento marco y unas instrucciones complementarias, las cuales desarrollaban aspectos específicos, que se reveló altamente eficaz, de modo que otros muchos reglamentos se realizaron con análogo formato.

No obstante, la evolución tanto del caudal técnico como de las condiciones legales ha provocado, al fin y a la postre, también en este reglamento, un alejamiento de las bases con que fue elaborado, por lo cual resulta necesaria su actualización.

La Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, establece el nuevo marco jurídico en el que, obviamente, se desenvuelve la reglamentación sobre seguridad industrial. El apartado 5 de su artículo 12 señala que «los reglamentos de seguridad industrial de ámbito estatal se aprobarán por el Gobierno de la Nación, sin perjuicio de que las Comunidades Autónomas, con competencia legislativa sobre industria, puedan introducir requisitos adicionales sobre las mismas materias cuando se trate de instalaciones radicadas en su territorio».

Por otro lado, el Tratado de Adhesión de España a la Comunidad Económica Europea impuso el cumplimiento de las obligaciones derivadas de su tratado constitutivo y sucesivas modificaciones. El conjunto normativo establecido por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), con origen en los organismos internacionales de normalización electrotécnica, como la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) o el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), pone a disposición de las partes interesadas instrumentos técnicos avalados por una amplia experiencia y consensuados por los sectores directamente implicados, lo que facilita la ejecución homogénea de las instalaciones y los intercambios comerciales.

El reglamento que se aprueba mediante el presente Real Decreto y sus instrucciones técnicas complementarias mantiene el esquema citado y, en la medida de lo posible, el ordenamiento del reglamento anterior, para facilitar la transición.

La mayor novedad del reglamento consiste en la remisión a normas, en la medida que se trate de prescripciones de carácter eminentemente técnico y, especialmente, características de los materiales. Dado que dichas normas proceden en su mayor parte de las normas europeas EN e internacionales CEI, se consigue rápidamente disponer de soluciones técnicas en sintonía con lo aplicado en los países más avanzados y que reflejan un alto grado de consenso en el sector.

Para facilitar su puesta al día, en el texto de las instrucciones únicamente se citan dichas normas por sus números de referencia, sin el año de edición. En una Instrucción a tal propósito se recoge toda la lista de las normas, esta vez con el año de edición, a fin de que cuando aparezcan nuevas versiones se puedan hacer los respectivos cambios en dicha lista, quedando automáticamente actualizadas en el texto dispositivo, sin necesidad de otra intervención. En ese momento también se pueden establecer los plazos para la transición entre las versiones, de tal manera que los fabricantes y distribuidores de material eléctrico puedan dar salida en un tiempo razonable a los productos fabricados de acuerdo con la versión de la norma anulada.

En línea con la reglamentación europea, las prescripciones establecidas por el propio reglamento se considera que alcanzan los objetivos mínimos de seguridad exigibles en cada momento, de acuerdo con el estado de la técnica, pero también se admiten otras ejecuciones cuya equivalencia con dichos niveles de seguridad se demuestre por el diseñador de la instalación.

Por otro lado, a diferencia del anterior, el reglamento que ahora se aprueba permite que se puedan conceder excepciones a sus prescripciones en los casos en que se justifique debidamente su imposibilidad material y se aporten medidas compensatorias, lo que evitará situaciones sin salida.

Se definen de manera mucho más precisa las figuras de los instaladores y empresas autorizadas, teniendo en cuenta las distintas formaciones docentes y experiencias obtenidas en este campo. Se establece una categoría básica, para la realización de las instalaciones eléctricas más comunes, y una categoría especialista, con varias modalidades, atendiendo a las instalaciones que presentan peculiaridades relevantes.

Se introducen nuevos tipos de instalaciones: desde las correspondientes a establecimientos agrícolas y hortícolas hasta las de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas en edificios, de acuerdo con las técnicas más modernas, pasando por un nuevo concepto de instalaciones en piscinas, donde se introducen las tensiones que proporcionan seguridad intrínseca, caravanas y parques de caravanas, entre otras.

Se aumenta el número mínimo de circuitos en viviendas, lo que redundará en un mayor confort de las mismas.

Para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones se requiere en todos los casos la elaboración de una documentación técnica, en forma de proyecto o memoria, según las características de aquéllas, y el registro en la correspondiente Comunidad Autónoma.

Por primera vez en un reglamento de este tipo, se exige la entrega al titular de una instalación de una documentación donde se reflejen sus características fundamentales, trazado, instrucciones y precauciones de uso, etcétera. Carecía de sentido no proceder de esta manera con una instalación de un inmueble, mientras se proporciona sistemáticamente un libro de instrucciones con cualquier aparato eléctrico de escaso valor económico.

Se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya seguridad ofrece particular relevancia, sin obviar que los titulares de las mismas deben mantenerlas en buen estado.

Finalmente, se encarga al centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología la elaboración de una guía, como ayuda a los distintos agentes afectados para la mejor comprensión de las prescripciones reglamentarias.

En la fase de proyecto, la presente disposición ha cumplido el procedimiento de información establecido en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, en aplicación de la Directiva del Consejo 98/34/CEE.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Ciencia y Tecnología, con informe favorable del Ministro de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 2 de agosto de 2002,

DISPONGO:

Artículo único. ***Aprobación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión***

Se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51, que se adjuntan al presente Real Decreto.

Disposición transitoria primera. ***Carnets profesionales***

Los titulares de carnets de instalador autorizado o empresa instaladora autorizada, a la fecha de la publicación del presente Real Decreto, dispondrán de dos años, a partir de la entrada en vigor del adjunto reglamento, para convalidarlos por los correspondientes que se contemplan en la instrucción técnica complementaria ITC-BT-03 del mismo, siempre que no les hubiera sido retirado por sanción, mediante la presentación ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma de una memoria en la que se acredite la respectiva experiencia profesional en las instalaciones eléctricas correspondientes a la categoría o categorías cuya convalidación se solicita, y que cuentan con los medios técnicos y humanos requeridos por la citada ITC-BT-03. A partir de la convalidación, para la renovación de los carnets deberán seguir el procedimiento común fijado en el reglamento.

Disposición transitoria segunda. ***Entidades de formación***

En tanto no se determinen por las Administraciones educativas las titulaciones académicas y profesionales correspondientes a la formación mínima requerida para el ejercicio de la actividad de instalador, esta formación podrá ser acreditada, sin efectos académicos, a través de la correspondiente certificación expedida por una entidad pública o privada que tenga capacidad para desarrollar actividades formativas en esta materia y cuente con la correspondiente autorización administrativa.

Los requisitos de las entidades de formación serán establecidos mediante la correspondiente Orden ministerial.

Disposición transitoria tercera. ***Instalaciones en fase de tramitación en la fecha de entrada en vigor del reglamento***

Se permitirá una prórroga de dos años, a partir de la entrada en vigor del reglamento anexo, para la ejecución de aquellas instalaciones cuya documentación técnica haya sido presentada antes de dicha entrada en vigor ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma y fuera conforme a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, sus instrucciones técnicas complementarias y todas las disposiciones que los desarrollan y modifican.

Disposición derogatoria única. ***Derogación normativa***

A la entrada en vigor del adjunto reglamento, quedará derogado el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, sus instrucciones técnicas complementarias y todas las disposiciones que los desarrollan y modifican.

Disposición final primera. ***Habilitación normativa***

El presente Real Decreto se dicta al amparo del título competencial establecido en la disposición final única de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en concreto, de las competencias que corresponden al Estado conforme al artículo 149.1.1.a y 13.a de la Constitución, relativas a la regulación de las condiciones básicas que garanticen la igualdad de todos los españoles en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales, así como sobre las bases y condiciones de la planificación general de la actividad económica.

Disposición final segunda. ***Habilitación al Ministro de Ciencia y Tecnología***

Se faculta al Ministro de Ciencia y Tecnología para que, en atención al desarrollo tecnológico y a petición de parte interesada, pueda establecer, con carácter general y provisional, prescripciones técnicas, diferentes de las previstas en el reglamento o sus instrucciones técnicas complementarias (ITC), que posibiliten un nivel de seguridad al menos equivalente a las anteriores, en tanto se procede a la modificación de los mismos.

Disposición final tercera. ***Entrada en vigor***

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, adjunto al presente Real Decreto, entrará en vigor, con carácter obligatorio, para todas las instalaciones contempladas en su ámbito de aplicación, al año de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado». No obstante, podrá aplicarse, voluntariamente, desde la fecha de dicha publicación.

Dado en Palma de Mallorca,
a 2 de agosto de 2002.
Juan Carlos R.

El Ministro de Ciencia y Tecnología,
Josep Piqué I Camps

RD 560/2010

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Disposición adicional primera. ***Cobertura de seguro u otra garantía equivalente suscrito en otro Estado***

Cuando la empresa instaladora en baja tensión que se establece o ejerce la actividad en España, ya esté cubierta por un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente o comparable en lo esencial en cuanto a su finalidad y a la cobertura que ofrezca en términos de riesgo asegurado, suma asegurada o límite de la garantía en otro Estado miembro en el que ya esté establecido, se considerará cumplida la exigencia establecida en el apartado 5.8. c) de la ITC-BT-03 aprobada por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Si la equivalencia con los requisitos es sólo parcial, la empresa instaladora en baja tensión deberá ampliar el seguro o garantía equivalente hasta completar las condiciones exigidas. En el caso de seguros u otras garantías suscritas con entidades aseguradoras y entidades de crédito autorizadas en otro Estado miembro, se aceptarán efectos de acreditación los certificados emitidos por éstas.

Disposición adicional segunda. ***Aceptación de documentos de otros Estados miembros a efectos de acreditación del cumplimiento de requisitos***

A los efectos de acreditar el cumplimiento de los requisitos exigidos a las empresas instaladoras, se aceptarán los documentos procedentes de otro Estado miembro de los que se desprenda que se cumplen tales requisitos, en los términos previstos en el artículo 17 de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Disposición adicional tercera. ***Modelo de declaración responsable***

Corresponderá a las Comunidades Autónomas elaborar y mantener disponibles los modelos de declaración responsable. A efectos de facilitar la introducción de datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, el órgano competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio elaborará y mantendrá actualizada una propuesta de modelos de declaración responsable, que deberá incluir los datos que se suministrarán al indicado registro, y que estará disponible en la sede electrónica de dicho Ministerio.

Disposición adicional cuarta. ***Obligaciones en materia de información y reclamaciones***

Las empresas instaladoras en baja tensión deben cumplir las obligaciones de información de los prestadores y las obligaciones en materia de reclamaciones establecidas, respectivamente, en los artículos 22 y 23 de la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Dado en Madrid,
a 7 de mayo 2010.
Juan Carlos R.

El Ministro de Industria, Turismo y Comercio,
Miguel Sebastián Gascón

RD 842/2002

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
Articulado e Instrucciones Técnicas Complementarias

Artículo 1. Objeto

El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

a) Preservar la seguridad de las personas y los bienes.

b) Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

c) Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Artículo 2. Campo de aplicación

1. El presente reglamento se aplicará a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:

a) Corriente alterna: igual o inferior a 1000 voltios.

b) Corriente continua: igual o inferior a 1500 voltios.

2. El presente reglamento se aplicará:

a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.

b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones de importancia, reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.

c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones, si bien los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.

Se entenderá por modificaciones o reparaciones de importancia las que afectan a más del 50 por 100 de la potencia instalada. Igualmente se considerará modificación de importancia la que afecte a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros, aun con reducción de potencia.

3. Asimismo, se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o se produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones, a juicio del órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4. Se excluyen de la aplicación de este reglamento las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, material de tracción, automóviles, navíos, aeronaves, sistemas de comunicación, y los usos militares y demás instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

5. Las prescripciones del presente reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (en adelante ITC) son de carácter general unas, y específico, otras. Las específicas sustituirán, modificarán o complementarán a las generales, según los casos.

6. No se aplicarán las prescripciones generales, sino únicamente prescripciones específicas, que serán objeto de las correspondientes ITC, a las instalaciones o equipos que utilizan «muy baja tensión» (hasta 50 V en corriente alterna y hasta 75 V en corriente continua), por ejemplo las redes informáticas y similares, siempre que su fuente de energía sea autónoma, no se alimenten de redes destinadas a otros suministros, o que tales instalaciones sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión con valores por encima de los fijados para tales pequeñas tensiones.

Artículo 3. Instalación eléctrica

Se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Artículo 4. Clasificación de las tensiones. Frecuencia de las redes

1. A efectos de aplicación de las prescripciones del presente reglamento, las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican, según las tensiones nominales que se les asignen, en la forma siguiente:

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión	$U_n \leq 50$ V	$U_n \leq 75$ V
Tensión usual	$50 < U_n \leq 500$ V	$75 < U_n \leq 750$ V
Tensión especial	$500 < U_n \leq 1\,000$ V	$750 < U_n \leq 1\,500$ V

2. Las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

a) 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.

b) 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de cuatro conductores.

3. Cuando en las instalaciones no pueda utilizarse alguna de las tensiones normalizadas en este reglamento, porque deban conectarse a o derivar de otra instalación con tensión diferente, se condicionará su inscripción a que la nueva instalación pueda ser utilizada en el futuro con la tensión normalizada que pueda preverse.

4. La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.

5. Podrán utilizarse otras tensiones y frecuencias, previa autorización motivada del órgano competente de la Administración Pública, cuando se justifique ante el mismo su necesidad, no se produzcan perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se menoscabe el nivel de seguridad para las personas y los bienes.

Artículo 5. Perturbaciones en las redes

Las instalaciones de baja tensión que pudieran producir perturbaciones sobre las telecomunicaciones, las redes de distribución de energía o los receptores deberán estar dotados de los adecuados dispositivos protectores, según se establece en las disposiciones vigentes relativas a esta materia.

Artículo 6. Equipos y materiales

1. Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal reglamentación se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento. En particular, se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

a) Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.

b) Marca y modelo.

c) Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.

d) Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

2. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas verificarán el cumplimiento de las exigencias técnicas de los materiales y equipos sujetos a este reglamento. La verificación podrá efectuarse por muestreo.

Artículo 7. Coincidencia con otras tensiones

Si en una instalación eléctrica de baja tensión se encuentran integrados circuitos o elementos sometidos a tensiones superiores a los límites definidos en este reglamento, en ausencia de indicación específica en éste, se deberá cumplir con lo establecido en los reglamentos que regulen las instalaciones a dichas tensiones.

Artículo 8. Redes de distribución

1. Las instalaciones de servicio público o privado cuya finalidad sea la distribución de energía eléctrica se definirán:

a) Por los valores de la tensión entre fase o conductor polar y tierra y entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones unidas directamente a tierra.

b) Por el valor de la tensión entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones no unidas directamente a tierra.

2. Las intensidades de la corriente eléctrica admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en las mismas.

Artículo 9. Instalaciones de alumbrado exterior

Se considerarán instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de las vías de circulación o comunicación y las de los espacios comprendidos entre edificaciones que, por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminados, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio público.

Las condiciones que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior serán las correspondientes a su peculiar situación de intemperie y, por el riesgo que supone, el que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles.

Artículo 10. Tipos de suministro

1. A efectos del presente reglamento, los suministros se clasifican en normales y complementarios.

A) Suministros normales son los efectuados a cada abonado por una sola empresa distribuidora por la totalidad de la potencia contratada por el mismo y con un solo punto de entrega de la energía.

B) Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. Estos suministros podrán realizarse por dos empresas diferentes o por la misma empresa, cuando se disponga, en el lugar de utilización de la energía, de medios de transporte y distribución independientes, o por el usuario mediante medios de producción propios. Se considera suministro complementario aquel que, aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Se clasifican en suministro de socorro, suministro de reserva y suministro duplicado:

B.a) Suministro de socorro es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.

B.b) Suministro de reserva es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

B.c) Suministro duplicado es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

2. Las instalaciones previstas para recibir suministros complementarios deberán estar dotadas de los dispositivos necesarios para impedir un acoplamiento entre ambos suministros, salvo lo prescrito en las instrucciones técnicas complementarias. La instalación de esos dispositivos deberá realizarse de acuerdo con la o las empresas suministradoras. De no establecerse ese acuerdo, el órgano competente de la Comunidad Autónoma resolverá lo que proceda en un plazo máximo de 15 días hábiles, contados a partir de la fecha en que le sea formulada la consulta.

3. Además de los señalados en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias, los órganos competentes de las Comunidades Autónomas podrán fijar, en cada caso, los establecimientos industriales o dedicados a cualquier otra actividad que, por sus características y circunstancias singulares, hayan de disponer de suministro de socorro, de reserva o suministro duplicado.

4. Si la empresa suministradora que ha de facilitar el suministro complementario se negara a realizarlo o no hubiera acuerdo con el usuario sobre las condiciones técnico-económicas propuestas, el órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá resolver lo que proceda, en el plazo de quince días hábiles, a partir de la fecha de presentación de la controversia.

Artículo 11. Locales de características especiales

Se establecerán en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones especiales, con base en las condiciones particulares que presentan, en los denominados «locales de características especiales», tales como los locales y emplazamientos mojados o en los que exista atmósfera húmeda, gases o polvos de materias no inflamables o combustibles, temperaturas muy elevadas o muy bajas en relación con las normales, los que se dediquen a la conservación o reparación de automóviles, los que estén afectos a los servicios de producción o distribución de energía eléctrica; en las instalaciones donde se utilicen las denominadas tensiones especiales, las que se realicen con carácter provisional o temporal, las instalaciones para piscinas, otras señaladas específicamente en las ITC y, en general, todas aquellas donde sea necesario mantener instalaciones eléctricas en circunstancias distintas a las que pueden estimarse como de riesgo normal, para la utilización de la energía eléctrica en baja tensión.

Artículo 12. Ordenación de cargas

Se establecerán en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones relativas a la ordenación de las cargas previsibles para cada una de las agrupaciones de consumo de características semejantes, tales como edificios dedicados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas y de talleres para industrias, basadas en la mejor utilización de las instalaciones de distribución de energía eléctrica.

Antes de iniciar las obras, los titulares de edificaciones en proyecto de construcción deberán facilitar a la empresa suministradora toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder adecuar con antelación suficiente el crecimiento de sus redes y las previsiones de cargas en sus centros de transformación.

Artículo 13. Reserva de local

En lo relativo a la reserva de local se seguirán las prescripciones recogidas en la reglamentación por la que se regulen las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Artículo 14. Especificaciones particulares de las empresas suministradoras

Las empresas suministradoras podrán proponer especificaciones sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas generales de alimentación, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en las redes de distribución y las instalaciones de los abonados.

Dichas especificaciones deberán ajustarse, en cualquier caso, a los preceptos del reglamento, y deberán ser aprobadas por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en caso de aplicarse en más de una Comunidad Autónoma, pudiéndose exigir para ello el dictamen de una entidad competente en la materia. Las normas particulares así aprobadas deberán publicarse en el correspondiente Boletín Oficial.

Artículo 15. Acometidas e instalaciones de enlace

1. Se denomina acometida la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

   La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora, que asumirá la inspección y verificación final.

2. Son instalaciones de enlace las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

   Se componen de: caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la ubicación de contadores, derivación individual, caja para interruptor de control de potencia y dispositivos generales de mando y protección.

   Las cajas generales de protección alojan elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

   Línea general de alimentación es la parte de la instalación que enlaza una caja general de protección con las derivaciones individuales que alimenta.

   La derivación individual de un abonado parte de la línea general de alimentación y comprende los aparatos de medida, mando y protección.

3. Las compañías suministradoras facilitarán los valores máximos previsibles de las potencias o corrientes de cortocircuito de sus redes de distribución, con el fin de que el proyectista tenga en cuenta este dato en sus cálculos.

Artículo 16. Instalaciones interiores o receptoras

1. Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

2. En toda instalación interior o receptora que se proyecte y realice se alcanzará el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la misma, y ésta se subdividirá deforma que las perturbaciones originadas por las averías que pudieran producirse en algún punto de ella afecten a una mínima parte de la instalación. Esta subdivisión deberá permitir también la localización de las averías y facilitar el control del aislamiento de la parte de la instalación afectada.

3. Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobre intensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos. Asimismo, y a efectos de seguridad general, se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para proteger de los contactos directos e indirectos.

4. En la utilización de la energía eléctrica para instalaciones receptoras se adoptarán las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como para la de las redes, que resulten proporcionadas a las características y potencia de los aparatos receptores utilizados en las mismas.

5. Además de los preceptos que en virtud del presente y otros reglamentos sean de aplicación a los locales de pública concurrencia, deberán cumplirse medidas y previsiones específicas, en función del riesgo que implica en los mismos un funcionamiento defectuoso de la instalación eléctrica.

Artículo 17. Receptores y puesta a tierra

Sin perjuicio de las disposiciones referentes a los requisitos técnicos de diseño de los materiales eléctricos, según lo estipulado en el artículo 6, la instalación de los receptores, así como el sistema de protección por puesta a tierra, deberán respetar lo dispuesto en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias.

Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones

1. Según lo establecido en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992, de Industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

a) Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine la correspondiente ITC, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.

b) La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra, en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.

c) Asimismo, cuando así se determine en la correspondiente ITC, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial por un organismo de control.

d) A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, la empresa instaladora ejecutora de la instalación emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.

e) El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministro de energía. Las Administraciones competentes deberán facilitar que éstas documentaciones puedan ser presentadas y registradas por procedimientos informáticos o telemáticos.

2. Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.

3. La empresa suministradora no podrá conectar la instalación receptora a la red de distribución si no se le entrega la copia correspondiente del certificado de instalación debidamente diligenciado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4. No obstante lo indicado en el apartado precedente, cuando existan circunstancias objetivas por las cuales sea preciso contar con suministro de energía eléctrica antes de poder culminar la tramitación administrativa de las instalaciones, dichas circunstancias, debidamente justificadas y acompañadas de las garantías para el mantenimiento de la seguridad de las personas y bienes y de la no perturbación de otras instalaciones o equipos, deberán ser expuestas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, la cual podrá autorizar, mediante resolución motivada, el suministro provisional para atender estrictamente aquellas necesidades.

5. En caso de instalaciones temporales (congresos y exposiciones, con distintos stands, ferias ambulantes, festejos, verbenas, etcétera), el órgano competente de la Comunidad podrá admitir que la tramitación de las distintas instalaciones parciales se realice de manera conjunta. De la misma manera, podrá aceptarse que se sustituya la documentación técnica por una declaración, diligenciada la primera vez por la Administración, en el supuesto de instalaciones realizadas sistemáticamente de forma repetitiva.

Artículo 19. Información a los usuarios

Como anexo al certificado de instalación que se entregue al titular de cualquier instalación eléctrica, la empresa instaladora deberá confeccionar unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la misma. Dichas instrucciones incluirán, en cualquier caso, como mínimo, un esquema unifilar de la instalación con las características técnicas fundamentales de los equipos y materiales eléctricos instalados, así como un croquis de su trazado.

Cualquier modificación o ampliación requerirá la elaboración de un complemento a lo anterior, en la medida que sea necesario.

Artículo 20. Mantenimiento de las instalaciones

Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por una empresa instaladora.

Artículo 21. Inspecciones

Sin perjuicio de la facultad que, de acuerdo con lo señalado en el artículo 14 de la Ley 21/1992, de Industria, posee la Administración pública competente para llevar a cabo, por sí misma, las actuaciones de inspección y control que estime necesarias, el cumplimiento de las disposiciones y requisitos de seguridad establecidos por el presente reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, según lo previsto en el artículo 12.3 de dicha Ley, deberá ser comprobado, en su caso, por un organismo de control autorizado en este campo reglamentario.

A tal fin, la correspondiente instrucción técnica complementaria determinará:

a) Las instalaciones y las modificaciones, reparaciones o ampliaciones de instalaciones que deberán ser objeto de inspección inicial, antes de su puesta en servicio.

b) Las instalaciones que deberán ser objeto de inspección periódica.

c) Los criterios para la valoración de las inspecciones, así como las medidas a adoptar como resultado de las mismas.

d) Los plazos de las inspecciones periódicas.

Artículo 22. Empresas instaladoras

1. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por empresas instaladoras en baja tensión, que serán aquellas personas físicas o jurídicas que hayan presentado la declaración responsable de inicio de actividad según se establece en la correspondiente instrucción técnica complementaria. Ello se entiende sin perjuicio del posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados competentes que, en su caso, requieran las citadas instalaciones.

2. De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido a la empresa instaladora, desde el momento de su presentación ante la Administración competente, para el ejercicio de la actividad en todo el territorio español, sin que puedan imponerse requisitos o condiciones adicionales.

Artículo 23. Cumplimiento de las prescripciones

1. Se considerará que las instalaciones realizadas de conformidad con las prescripciones del presente reglamento proporcionan las condiciones de seguridad que, de acuerdo con el estado de la técnica, son exigibles, a fin de preservar a las personas y los bienes, cuando se utilizan de acuerdo a su destino.

2. Las prescripciones establecidas en el presente reglamento tendrán la condición de mínimos obligatorios, en el sentido de lo indicado por el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de Industria.

3. Se considerarán cubiertos tales mínimos:

a) Por aplicación directa de las prescripciones de las correspondientes ITC.

b) Por aplicación de técnicas de seguridad equivalentes, siendo tales las que, sin ocasionar distorsiones en los sistemas de distribución de las compañías suministradoras, proporcionen, al menos, un nivel de seguridad equiparable a la anterior. La aplicación de técnicas de seguridad equivalentes deberá ser justificado debidamente por el diseñador de la instalación, y aprobada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Artículo 24. Excepciones

Sin perjuicio de lo establecido en el apartado 1 del artículo 6, cuando sea materialmente imposible cumplir determinadas prescripciones del presente reglamento, sin que sea factible tampoco acogerse al apartado 3.b) del artículo anterior, el titular de la instalación que se pretenda realizar deberá presentar, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, previamente al procedimiento contemplado en el artículo 18, una solicitud de excepción, exponiendo los motivos de la misma e indicando las medidas de seguridad alternativas que se propongan, las cuales, en ningún caso, podrán rebajar los niveles de protección establecidos en el reglamento.

El citado órgano competente podrá desestimar la solicitud, requerir la modificación de las medidas alternativas o conceder la autorización de excepción, que será siempre expresa, entendiéndose el silencio administrativo como desestimatorio.

Artículo 25. Equivalencia de normativa del Espacio Económico Europeo

Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 6, a los efectos del presente reglamento y para la comercialización de productos provenientes de los Estados miembros de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo, sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, la Administración pública competente deberá aceptar la validez de los certificados y marcas de conformidad a normas y las actas o protocolos de ensayos que son exigibles por las citadas reglamentaciones, emitidos por organismos de evaluación de la conformidad oficialmente reconocidos en dichos Estados, siempre que se reconozca, por la mencionada Administración pública competente, que los citados agentes ofrecen garantías técnicas, profesionales y de independencia e imparcialidad equivalentes a las exigidas por la legislación española y que las disposiciones legales vigentes del Estado con base en las que se evalúa la conformidad comporten un nivel de seguridad equivalente al exigido por las correspondientes disposiciones españolas.

Artículo 26. Normas de referencia

1. Las instrucciones técnicas complementarias podrán establecer la aplicación de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.

Dicha referencia se realizará, por regla general, sin indicar el año de edición de las Normas en cuestión.

En la correspondiente instrucción técnica complementaria se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las instrucciones, identificadas por sus títulos y numeración, la cual incluirá el año de edición.

2. Cuando una o varias normas varíen su año de edición, o se editen modificaciones posteriores a las mismas, deberán ser objeto de actualización en el listado de normas, mediante resolución del centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en la que deberá hacerse constar la fecha a partir de la cual la utilización de la nueva edición de la norma será válida y la fecha a partir de la cual la utilización de la antigua edición de la norma dejará de serlo, a efectos reglamentarios.

A falta de resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en el listado de normas, siempre que la misma no modifique criterios básicos y se limite a actualizar ensayos o incremente la seguridad intrínseca del material correspondiente.

Artículo 27. Accidentes

A efectos estadísticos y con objeto de poder determinar las principales causas, así como disponer las eventuales correcciones en la reglamentación, se debe poseer los correspondientes datos sistematizados de los accidentes más significativos. Para ello, cuando se produzca un accidente que ocasione daños o víctimas, la compañía suministradora deberá redactar un informe que recoja los aspectos esenciales del mismo. En los quince primeros días de cada trimestre, deberán remitir a las Comunidades Autónomas y al centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, copia de todos los informes realizados.

Artículo 28. Infracciones y sanciones

Las infracciones a lo dispuesto en el presente reglamento se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de Industria.

Artículo 29. Guía técnica

El centro directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del presente reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en este reglamento.

Índice de las instrucciones técnicas reglamentarias:

ITC-BT-01	Terminología.
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
ITC-BT-03	Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones.
ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.
ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior.
ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión.
ITC-BT-11	Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.
ITC-BT-12	Instalaciones de enlace. Esquemas.
ITC-BT-13	Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.
ITC-BT-14	Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.
ITC-BT-15	Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.
ITC-BT-16	Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.
ITC-BT-17	Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de potencia.
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra.
ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades.
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.

ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia.
ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales.
ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes
ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.
ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.
ITC-BT-35	Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.
ITC-BT-36	Instalaciones a muy baja tensión.
ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales.
ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención
ITC-BT-39	Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.
ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión
ITC-BT-41	Instalaciones eléctricas de caravanas y parques de caravanas
ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.
ITC-BT-43	Instalación de receptores. Prescripciones generales.
ITC-BT-44	Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
ITC-BT-45	Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.
ITC-BT-46	Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.
ITC-BT-47	Instalación de receptores. Motores.
ITC-BT-48	Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.
ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles.
ITC-BT-50	Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas.
ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Capítulo I

Instrucciones de carácter general

1

Terminología

1. Consideraciones generales

Las definiciones específicas de los términos utilizados en las ITC particulares pueden encontrarse en el texto de dichas ITC.

Para aquellos términos no definidos en la presente instrucción ni en las ITC particulares se aplicará lo dispuesto en la Norma **UNE 21 302.**

Aislamiento de un cable. Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.

Aislamiento principal. Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.

Aislamiento funcional. Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.

Aislamiento reforzado. Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

Aislamiento suplementario. Aislamiento independiente, previsto además del aislamiento principal, a efectos de asegurar la protección contra choque eléctrico en caso de deterioro del aislamiento principal.

Aislante. Substancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.

Alta sensibilidad. Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de esta es igual o inferior a 30 mA.

Amovible. Calificativo que se aplica a todo material instalado de manera que se pueda quitar fácilmente.

Aparato amovible. Puede ser:

- Aparato portátil a mano, cuya utilización, es uso normal, exige la acción constante de la misma.
- Aparato movible, cuya utilización, en uso normal, puede necesitar su desplazamiento.
- Aparato semi-fijo, solo puede ser desplazado cuando está sin tensión.

Aparato de caldeo eléctrico. Aparato que produce calor de forma deliberada por medio de fenómenos eléctricos. Destinado a elevar la temperatura de un determinado medio o fluido.

Aparamenta. Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.

Aparato fijo. Es el que está instalado en forma inamovible.

Bandeja. Material de instalación constituido por un perfil, de paredes perforadas o sin perforar, destinado a soportar cables y abierto en su parte superior.

Base móvil. Base prevista para conectarse a, o a integrase con, cables flexibles y que puede desplazarse fácilmente cuando está conectada al circuito de alimentación.

Borne o barra principal de tierra. Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.

Cable. Conjunto constituido por:

- Uno o varios conductores aislados.
- Su eventual revestimiento individual.
- La eventual protección del conjunto.
- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan.

Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.

Cable blindado con aislamiento mineral. Cable aislado por una materia mineral y que tiene una cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.

Cable con cubierta estanca. Son aquellos cables que disponen de una cubierta interna o externa que proporcionan una protección eficaz contra la penetración de agua.

Cable flexible. Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.

Cable flexible fijado permanentemente. Cable flexible de alimentación a un aparato, unido a éste de manera que solo se pueda desconectar de él con ayuda de un útil.

Cable multiconductor. Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales puede no estar aislado.

Cable unipolar. Cable que tiene un solo conductor aislado.

Cable con neutro concéntrico. Cable con un conductor concéntrico destinado a utilizarse como conductor de neutro.

Canal. Recinto situado bajo el nivel del suelo o piso y cuyas dimensiones no permiten circular por él y que, en caso de ser cerrado, debe permitir el acceso a los cables en toda su longitud.

Canalización amovible. Canalización que puede ser quitada fácilmente.

Canalización eléctrica. Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.

Canalización fija. Canalización instalada en forma inamovible, que no puede ser desplazada.

Canalización movible. Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

Canal moldura. Variedad de canal de paredes llenas, de pequeñas dimensiones, conteniendo uno o varios alojamientos para conductores.

Canal protectora. Material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinado a contener conductores y otros componentes eléctricos y cerrados por una tapa desmontable.

Cebado. Establecimiento de un arco como consecuencia de una perforación de aislamiento.

Cerca eléctrica. Cerca formada por uno o varios conductores, sujetos a pequeños aisladores, montados sobre postes ligeros a una altura apropiada a los animales que se pretende alejar y electrizados de tal forma que las personas o los animales que los toquen no reciban descargas peligrosas.

Circuito. Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparamenta, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentadas por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobreintensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.

Conducto. Envolvente cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.

Conductor de un cable. Parte de un cable que tiene la función específica de conducir corriente.

Conductor aislado. Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.

Conductor equipotencial. Conductor de protección que asegura una conexión equipotencial.

Conductor flexible. Conductor constituido por alambres suficientemente finos y reunidos de forma que puedan utilizarse como un cable flexible.

Conductor mediano (ver Punto mediano).

Conductor de protección (CP o PE). Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta alguna de las siguientes partes:

- Masas.
- Elementos conductores.
- Borne principal de tierra.
- Toma de tierra.
- Punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.

Conductor neutro. Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.

Conductor CPN o PEN. Conductor puesto a tierra que asegura, al mismo tiempo, las funciones de conductor de protección y de conductor neutro.

Conductores activos. Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

Conector. Conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable a un aparato eléctrico. Se compone de dos partes:

- Una toma móvil, que es la parte que forma cuerpo con el conductor de alimentación.
- Una base, que es la parte incorporada o fijada al aparato de utilización.

Conexión equipotencial. Conexión eléctrica que pone al mismo potencial, o a potenciales prácticamente iguales, a las partes conductoras accesibles y elementos conductores.

Contactor con apertura automática. Contactor electromagnético provisto de relés que producen su apertura en condiciones predeterminadas.

Contactor con contactos abiertos en reposo. Aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos. El aparato está previsto, corrientemente, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales.

Contactor con contactos cerrados en reposo. Aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos. El aparato está previsto, corrientemente, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales.

Contactor de sobrecarrera. Interruptor contactor de posición que entra en acción cuando un elemento móvil ha sobrepasado su posición de fin de carrera.

Contacto directo. Contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.

Contacto indirecto. Contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.

Corriente de contacto. Corriente que pasa a través de cuerpo humano o de un animal cuando esta sometido a una tensión eléctrica.

Corriente admisible permanente (de un conductor). Valor máximo de la corriente que circula permanentemente por un conductor, en condiciones específicas, sin que su temperatura de régimen permanente supere un valor especificado.

Corriente convencional de funcionamiento de un dispositivo de protección. Valor especificado que provoca el funcionamiento del dispositivo de protección antes de transcurrir un intervalo de tiempo determinado de una duración especificada llamado tiempo convencional.

Corriente de cortocircuito franco. Sobreintensidad producida por un fallo de impedancia despreciable, entre dos conductores activos que presentan una diferencia de potencial en condiciones normales de servicio.

Corriente de choque. Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.

Corriente de defecto o de falta. Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

Corriente de defecto a tierra. Corriente que en caso de un solo punto de defecto a tierra, se deriva por el citado punto desde el circuito averiado a tierra o partes conectadas a tierra.

Corriente de fuga en una instalación. Corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.

Corriente de puesta a tierra. Corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra. Nota: la corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.

Corriente de sobrecarga de un circuito. Sobreintensidad que se produce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.

Corriente diferencial residual. Suma algebraica de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores activos de un circuito, en un punto de una instalación eléctrica.

Corriente diferencial residual de funcionamiento. Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.

Cortacircuito fusible. Aparato cuyo cometido es el de interrumpir el circuito en el que está intercalado, por fusión de uno de sus elementos, cuando la intensidad que recorre el elemento sobrepasa, durante un tiempo determinado, un cierto valor.

Corte omnipolar. Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

- Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.
- No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.

Cubierta de un cable. Revestimiento tubular continuo y uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.

Choque eléctrico. Efecto fisiopatológico resultante del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano o de un animal.

Dedo de prueba o sonda portátil de ensayo. En un dispositivo de forma similar a un dedo, incluso en sus articulaciones internacionalmente normalizado, y que se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o materias son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados a diferentes aparatos, según su clase, tensión, etcétera.

Detector franco. Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.

Defecto monofásico a tierra. Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

Doble aislamiento. Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario.

Elementos conductores. Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (p.e. armaduras, paneles, carpintería metálica, etc.) canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc. y los aparatos no eléctricos conectados a ellas, si la unión constituye una conexión eléctrica (p.e. radiadores, cocinas, fregaderos metálicos, etc.), suelos y paredes conductores.

Elemento conductor ajeno a la instalación eléctrica. Elemento que no forma parte de la instalación eléctrica y que es susceptible de introducir un potencial, generalmente el de tierra.

Envolvente. Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos.

Factor de diversidad. Inverso del factor de simultaneidad.

Factor de simultaneidad. Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.

Fuente de energía. Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

Fuente de alimentación de energía. Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato reciben energía eléctrica que tiene que transmitir, repartir o utilizar.

Gamanominal de tensiones (ver tensión nominal de un aparato).

Impedancia. Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición solo es aplicable a corrientes sinusoidales.

Impedancia del circuito de defecto. Impedancia total ofrecida al paso de una corriente de defecto.

Instalación eléctrica. Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Instalación eléctrica de edificios. Conjunto de materiales eléctricos asociados a una aplicación determinada cuyas características están coordinadas.

Instalación de puesta a tierra. Conjunto de conexiones y dispositivos necesarios para poner a tierra, individual o colectivamente, un aparato o una instalación.

Instalaciones provisionales. Son aquellas que tienen, en tiempo, una duración limitada a las circunstancias que las motiven:

Pueden ser:

- **De reparación.** Las necesarias para paliar un incidente de explotación.
- **De trabajos.** Las realizadas para permitir cambios o transformaciones de las instalaciones, sin interrumpir la explotación.
- **Semi-permanentes.** Las destinadas a modificaciones de duración limitada, en el marco de actividades habituales de los locales en los que se repitan periódicamente (ferias).
- **De obras.** Son las destinadas a la ejecución de trabajos de construcción de edificios y similares.

Intensidad de defecto. Valor que alcanza una corriente de defecto.

Interruptor automático. Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

Interruptor de control de potencia y magnetotérmico. Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:

- Mando.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.

Interruptor diferencial. Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

Línea general de distribución. Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

Luminaria. Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.

Masa. Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Las masas comprenden normalmente:

- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales son susceptibles de ser puestas en tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección.
- Por tanto, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de Clase II, las armaduras metálicas de los cables y las condiciones metálicas de agua, gas, etcétera.
- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales, lleven o no estas superficies exteriores algún elemento metálico.

Por tanto son masas: las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional, y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.

Por extensión, también puede ser necesario considerar como masas, todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación (p.e. aflojamiento de una conexión, rotura de un conductor, etcétera).

NOTA: una parte conductora que solo puede ser puesta bajo tensión en caso de fallo a través de una masa, no puede considerarse como una masa.

Material de clase 0. Material en el cual la protección contra el choque eléctrico, se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno.

Material de clase I. Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad complementaria en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del cableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.

Material de clase II. Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación. Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado.

Material de clase III. Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa en la alimentación a muy baja tensión y en el cual no se producen tensiones superiores a 50 V en c.a. o a 75 V en c.c.

Material eléctrico. Cualquier material utilizado en la producción, transformación, transporte, distribución o utilización de la energía eléctrica, como máquinas, transformadores, aparamenta, instrumentos de medida, dispositivos de protección, material para canalizaciones, receptores, etcétera.

Material móvil. Material que se desplaza durante su funcionamiento, o que puede ser fácilmente desplazado, permaneciendo conectado al circuito de alimentación.

Material portátil (de mano). Material móvil previsto para ser tenido en la mano en uso normal, incluido el motor si este forma parte del material.

Nivel de aislamiento. Para un aparato determinado, característica definida por una o más tensiones especificadas de su aislamiento.

Nivel de protección (de un dispositivo de proetección contra sobretensiones). Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.

Partes accesibles simultáneamente. Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o, en su caso, por animales domésticos o ganado.

NOTA. Las partes simultáneamente accesibles pueden ser: partes activas, masas, elementos conductores, conductores de protección, tomas de tierra).

Partes activas. Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra contactos indirectos.

Perforación (ruptura eléctrica). Fallo dieléctrico de un aislamiento por defecto de un campo eléctrico elevado o por la degradación físico-química del material aislante.

Persona adiestrada. Persona suficientemente informada o controlada por personas cualificadas que puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

Persona cualificada. Persona que teniendo conocimientos técnicos o experiencia suficiente puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

Poder de cierre. El poder de cierre de un dispositivo, se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.

Poder de corte. El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

Potencia prevista o instalada. Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.

Potencia nominal de un motor. Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

Protección contra choques eléctricos en servicio normal. Prevención de contactos peligrosos, de personas o animales, con las partes activas.

Protección contra choques eléctricos en caso de defecto. Prevención de contactos peligros de personas o de animales con:

- Masas.
- Elementos conductores susceptibles de ser puestos bajo tensión en caso de defecto.

Punto potencial cero. Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

Punto mediano. Es el punto de un sistema de corriente continua o de alterna monofásica, que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema. A veces se conoce también como punto neutro, por semejanza con los sistemas trifásicos. El conductor que tiene su origen en este punto mediano, se denomina conductor mediano, neutro o, en corriente continua, compensador.

Punto neutro. Es el punto de un sistema polifásico que, en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

Reactancia. Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.

Receptor. Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.

Red de distribución. El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

Red posada. Red posada, sobre fachada o muros, es aquella en que los conductores aislados se instalan sin quedar sometidos a esfuerzos mecánicos, a excepción de su propio peso.

Red tensada. Red tensada, sobre apoyos, es aquella en que los conductores se instalan con una tensión mecánica predeterminada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, mediante dispositivos de anclaje y suspensión.

Redes de distribución privadas. Son las destinadas, por un único usuario, a la distribución de energía eléctrica en baja tensión, a locales o emplazamiento de su propiedad o a otros especialmente autorizados por el órgano competente de la Administración. Las redes de distribución privadas pueden tener su origen:

- En centrales de generación propia.
- En redes de distribución pública. En este caso, son aplicables en el punto de entrega de la energía, los preceptos fijados por los reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica, y en las especificaciones particulares de la empresa eléctrica, aprobadas oficialmente, si las hubiera.

Redes de distribución públicas. Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en baja tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados por los reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica.

Las redes de distribución pública pueden ser:

- Pertenecientes a empresas distribuidoras de energía.
- De propiedad particular o colectiva.

Resistencia limitadora. Resistencia que se intercala en un circuito para limitar la corriente circulante.

Resistencia de puesta a tierra. Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

Resistencia global o total de tierra. Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

Sobreintensidad. Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.

Suelo o pared no conductor. Suelo o pared no susceptibles de propagar potenciales.

Se considerará así el suelo (o la pared) que presentan una resistencia igual o superior a 50 000 Ω si la tensión nominal de la instalación es ≤ 500 V y una resistencia igual o superior a 100 000 Ω si es superior a 500 V.

La medida de aislamiento de un suelo se efectúa recubriendo el suelo con una tela húmeda cuadrada de, aproximadamente 270 mm de lado, sobre la que se dispone una placa metálica no oxidada, cuadrada de 250 mm de lado y cargada con una masa (*M*) de, aproximadamente, 75 kg (peso medio de una persona).

Se mide la tensión con la ayuda de un voltímetro de gran resistencia interna (R_i no inferior a 3 000 Ω, sucesivamente:

- Entre un conductor de fase y la placa metálica, (U_2).
- Entre este mismo conductor de fase y una toma de tierra, eléctricamente distinta *T*, de resistencia despreciable con relación a R_i, se mide la tensión U_1.

La resistencia buscada viene dada por la fórmula:

$$R_s = R_i\left(\frac{U_1}{U_2} - 1\right)$$

Se efectúan en un mismo local tres medidas por lo menos, una de las cuales sobre una superficie situada a un metro de un elemento conductor, si existe, en el local considerado.

Ninguna de estas tres medidas debe ser inferior a 50 000 Ω para poder considerar el suelo como no conductor.

Si el punto neutro de la instalación está aislado de tierra, es necesario, para realizar esta medida, poner temporalmente a tierra una de las fases no utilizada para la misma.

Tensión de contacto. Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento.

NOTAS:

- Por convenio este término solo se utiliza en relación con la protección contra contactos indirectos.
- En ciertos casos el valor de la tensión de contacto puede resultar influido notablemente por la impedancia que presenta la persona en contacto con esas partes.

Tensión de defecto. Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.

Tensión nominal o asignada. Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y, para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta.

Tensión nominal de una instalación. Tensión por la que se designa una instalación o una parte de la misma.

Tensión nominal de un aparato. Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se le designa.

- Gama nominal de tensiones: intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar el aparato.

En caso de alimentación trifásica, la tensión nominal se refiere a la tensión entre fases.

Tensión asignada de un cable. Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.

Tensión con relación o con respecto a la tierra. Se entiende como tensión con relación a tierra:

- En instalaciones trifásicas con neutro aislado o no unido directamente a tierra, a la tensión nominal de la instalación.
- En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra, a la tensión simple de la instalación.
- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, sin punto de puesta a tierra, a la tensión nominal.
- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, con punto mediano puesto a tierra, a la mitad de la tensión nominal.

NOTA: se entiende por neutro unido directamente a tierra, la unión a la instalación de toma de tierra, sin interposición de una impedancia limitadora.

Tensión de puesta a tierra (tensión a tierra). Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

Tierra. Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero.

Tierra lejana. Electrodo de tierra conectado a un aparato y situado a una distancia suficiente del mismo para que sea independiente de cualquier otro electrodo de tierra situado cerca del aparato.

Toma de tierra. Electrodo, o conjunto de electrodos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo.

Tubo blindado. Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, y que ofrece una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.

Tubo normal. Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenado, transporte y colocación.

Sistemas de alimentación para servicios de seguridad. El sistema comprende la fuente de alimentación y los circuitos, hasta los bornes de los aparatos de utilización. Sistema de alimentación previsto para mantener el funcionamiento de los aparatos esenciales para la seguridad de las personas.

Ciertas instalaciones pueden incluir, también, en el suministro los equipos de utilización.

Sistema de doble alimentación. Sistema de alimentación previsto para mantener el funcionamiento de la instalación o partes de ésta, en caso de fallo del suministro normal, por razones distintas a las que afectan a la seguridad de las personas.

Temperatura ambiente. Temperatura del aire u otro medio donde el material vaya a ser utilizado.

2

Normas de referencia en el reglamento electrotécnico de baja tensión

Norma UNE	Título
UNE 20062:1993	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia.
UNE 20315:1994	Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20392:1993	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
UNE 20431:1982	Características de los cables eléctricos resistentes al fuego.
UNE 20435-1:1990	Guía para la elección de cables de alta tensión.
UNE 20435-1/1M:1992	Guía para la elección de cables de alta tensión.
UNE 20435-2:1990	Guía para la elección de cables de alta tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.
UNE 20435-2 ERRATUM:1991	Guía para la elección de cables de alta tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.
UNE 20451:1997	Requisitos generales para envolventes de accesorios para instalaciones eléctricas fijas de usos domésticos y análogos.
UNE 20460-1:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 1: Campo de aplicación.
UNE 20460-2:1991	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 2: Definiciones.
UNE 20460-3:1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 3: Determinación de las características generales.
UNE 20460-4-41:1998	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra los choques eléctricos.

Norma UNE	Título
UNE 20460-4-43:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4. Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 43: Protección contra las sobreintensidades.
UNE 20460-4-45: 1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 45: Protección contra las bajadas de tensión.
UNE 20460- 4- 47:1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de medidas de protección para garantizar la seguridad.
UNE 20460-4-473:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de las medidas de protección. Sección 473: Protección contra las sobreintensidades.
UNE 20460-5-52:1996	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 5: Canalizaciones.
UNE 20460-5-52/1M:1999	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones.
UNE 20460-5-54:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de los materiales eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección.
UNE 20460-5-523:1994	Instalaciones eléctricas de edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones. Sección 523: Corrientes admisibles.
UNE 20460-6-61:1994	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 6: Verificación inicial. Capítulo 61: Verificación inicial (previa a la puesta en servicio).
UNE 20460-7-703:1993	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 703: Locales que contienen radiadores para saunas.
UNE 20460-7-704:2001	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 704: Instalaciones en obras.
UNE 20460-7-705:1993	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 705: Instalaciones eléctricas en los establecimientos agrícolas y hortícolas.
UNE 20460- 7-708:1994	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 708: Instalaciones eléctricas en parques de caravanas y en caravanas.
UNE 20481:1990	Instalaciones eléctricas en edificios. Campos de tensiones.
UNE 20572-1:1997	Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales.
UNE 20615:1978	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
UNE 20615/1C:1980	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección. Especificaciones particulares de ensayo.
UNE 20615/2C:1985	Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.
UNE 21012: 1971	Cables de cobre para líneas eléctricas aéreas. Especificación.
UNE 21018:1980	Normalización de conductores desnudos a base de aluminio para líneas eléctricas aéreas.
UNE 21022:1982	Conductores de cables aislados.

Norma UNE	Título
UNE 21022/1M:1993	Conductores de cables aislados.
UNE 21022- 2:1985	Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.
UNE 21022- 2/1M:1991	Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.
UNE 21027- 1:1998	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Prescripciones generales.
UNE 21027- 2:1998	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Métodos de ensayo.
UNE 21027- 3:1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027- 3/1C:1997	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027- 3/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables aislados con silicona resistente al calor.
UNE 21027-4:1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables flexibles.
UNE 21027- 4/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables flexibles.
UNE 21027-6:1996	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 6: Cables para máquinas de soldar.
UNE 21027-6/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Punto 6: Cables para máquinas de soldar.
UNE 21027-7:1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables resistentes al calor, para cableado interno, para temperaturas en el conductor hasta 110 °C.
UNE 21027- 7/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables resistentes al calor, para cableado interno, para temperaturas en el conductor hasta 110 °C.
UNE 21027-8: 1995	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 8: Cables con cubierta de policloropreno o el elastómero sintético equivalente para guirnaldas luminosas.
UNE 21027-8/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 8: Cables con cubierta de policloropreno o elastómetro sintético equivalente para guirnaldas luminosas.
UNE 21027-9:1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta para instalación fija, con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-9/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta para instalación fija, con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-10:1995	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables flexibles con aislamiento de EPR y cubierta de poliuretano.

Norma UNE	Título
UNE 21027-10/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables flexibles con aislamiento de EPR y cubierta de poliuretano.
UNE 21027-11:1995	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables con aislamiento y cubierta de EVA.
UNE 21027-11/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables con aislamiento de EVA.
UNE 21027-12:1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles con aislamiento de EPR resistente al calor.
UNE 21027-12/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles con aislamiento de EPR resistente al calor.
UNE 21027-13:1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables flexibles con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-13/1M:2000	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables flexibles con aislamiento y cubierta de compuesto reticulado con baja emisión de humos y gases corrosivos.
UNE 21027-14:1996	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 14: Cables para aplicaciones que requieren una alta flexibilidad.
UNE 21027-14/1M:1999	Cables aislados con goma de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 14: Cables para aplicaciones que requieran una alta flexibilidad.
UNE 21027-15:1999	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 15: Cables multiconductores con aislamiento y cubierta de silicona resistente al calor.
UNE 21027-16:2000	Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 16: Cables con cubierta de policloropreno o elastómero sintético equivalente, resistente al agua.
UNE 21030:1996	Conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución y acometidas.
UNE 21031- 1: 1998	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE 21031- 2:1998	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 2: Métodos de ensayo.
UNE 21031-3:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-3/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 3: Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-4:1992	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 4: Cables con cubierta para instalaciones fijas.
UNE 21031-5:1994	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.
UNE 21031- 5 /1C:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 5: Cables flexibles. Cables de más de 5 conductores con cubierta normal de policloruro de vinilo.

Norma UNE	Título
UNE 21031-5/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Cables flexibles.
UNE 21031-5/2M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 5: Cables flexibles.
UNE 21031- 7:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables sin cubierta para cableado interno para una temperatura del conductor 90 °C.
UNE 21031- 7/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 7: Cables sin cubierta para cableado interno para una temperatura del conductor 90 °C.
UNE 21031- 8:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Cables sin cubierta para guirnaldas luminosas.
UNE 21031-9:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables para instalaciones fijas a baja temperatura.
UNE 21031-9/1M:2000	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta para instalación a baja temperatura.
UNE 21031-10:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 10: Cables extensibles.
UNE 21031-11:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables para luminarias.
UNE 21031-11/1M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables para luminarias.
UNE 21031-12: 1995	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles resistentes al calor.
UNE 21031-12/1M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 12: Cables flexibles resistentes al calor.
UNE 21031-13:1996	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.
UNE 21031-13/1M:2001	Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.
UNE 21123-1:1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-2:1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123-3:1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 3: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de policloruro de vinilo.
UNE 21123- 4:1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
UNE 21123-5:1999	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina.

Norma UNE	Título
UNE 21144-1-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100 %) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100 %) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foulcault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21150:1986	Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno- propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.
UNE 21155- 1:1994	Cables calefactores de tensión nominal 300/500 V para calefacción de locales y prevención de formación de hielo.
UNE 21157-1:1996	Cables con aislamiento mineral de tensión nominal no superior a 750 V. Parte 1: Cables.
UNE 21166: 1989	Cables para alimentación de bombas sumergidas.
UNE 21302-461:1990	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461: Cables eléctricos.
UNE 21302-461/1M:1995	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461: Cables eléctricos.
UNE 21302-461/2M:1999	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 461: Cables eléctricos.
UNE 21302-601:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 601: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades.
UNE 21302-601/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 601: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades.
UNE 21302-602:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 602: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Producción.
UNE 21302-603:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 603: Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes.
UNE 21302-603/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 603: Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes.
UNE 21302-604 :1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 604: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación.
UNE 21302-604/1M:2000	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 604: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación.
UNE 21302-605:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 605: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Subestaciones.

Norma UNE	Título
UNE 21302-826 :1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826: Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-826/1M:1991	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826: Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-826/2M:1998	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826: Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-826/3M:2001	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 826: Instalaciones eléctricas en edificios.
UNE 21302-841 :1990	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 841: Electrotermia industrial.
UNE 21302-845 :1995	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 845: Iluminación
UNE 36582:1986	Perfiles tubulares de acero, de pared gruesa, galvanizados, para blindaje de conducciones eléctricas (tubo «conduit»).
UNE 211002: 2000	Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE-EN 50015:1998	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Inmersión en aceite «o».
UNE-EN 50018:1996	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Envolvente antideflagrante «d».
UNE-EN 50020:1997	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad intrínseca «i».
UNE-EN 50020 CORRIGENDUM:1999	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Seguridad intrínseca «i».
UNE-EN 50039:1996	Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca «i».
UNE-EN 50065- 1 :1994	Transmisiones de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50065- 1/A1:1994	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Parte 1: Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50065- 1/A2:1997	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50065- 1/A3:1997	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.
UNE-EN 50085- 1:1997	Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50085-1/A1:1999	Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086- 1 :1995	Sistemas de tubo para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.

Norma UNE	Título
UNE-EN 50086- 1 ERRATUM:1996	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086- 1 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50086- 2- 1:1997	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086-2-1 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086- 2-1/A11:1999	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086-2-1/A11 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos.
UNE-EN 50086- 2- 2:1997	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables.
UNE-EN 50086- 2- 2 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables.
UNE-EN 50086- 2-2/A11:1999	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables.
UNE-EN 50086- 2- 2/A11 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables.
UNE-EN 50086- 2- 3:1997	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2-3/A11:1999	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3/A11 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 3/A11 ERRATUM:2000	Sistemas de tubos para instalaciones eléctricas. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.
UNE-EN 50086- 2- 4:1995	Sistemas de tubo para instalaciones eléctricas. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50086- 2- 4 CORRIGENDUM:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50086- 2-4/A1:2001	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por los envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50107:1999	Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1KV pero sin exceder 10KV.

Norma UNE	Título
UNE-EN 50200:2000	Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.
UNE-EN 50266-1:2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 1: Equipo de ensayo.
UNE-EN 50266-2-1:2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-1: Procedimientos. Categoría A F/R.
UNE-EN 50266-2-2:2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-2: Procedimientos. Categoría A.
UNE-EN 50266-2-3:2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-3: Procedimientos. Categoría B.
UNE-EN 50266-2-4:2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-4: Procedimientos. Categoría C.
UNE-EN 50266-2-5:2001	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Parte 2-5: Procedimientos. Categoría D.
UNE-EN 50267-1:1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Equipo.
UNE-EN 50267-2-1:1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
UNE-EN 50267-2-3:1999	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Determinación del grado de acidez de los gases de los cables a partir de la medida de la media ponderada del PH y de la conductividad.
UNE-EN 50268-1:2000	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo.
UNE-EN 50268-2:2000	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Procedimiento.
UNE-EN 50281-1-2:1999	Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-2: Aparatos eléctricos protegidos con envolventes. Selección, instalación y mantenimiento.
UNE-EN 50281-1-2 CORRIGENDUM: 2000	Aparatos eléctricos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 1-2: Aparatos eléctricos protegidos con envolventes. Selección, instalación y mantenimiento.
UNE-EN 60061- 2:1996	Casquillos y portalámparas, junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061-2/A1:1997	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.

Norma UNE	Título
UNE-EN 60061- 2/A18:1999	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A19:2000	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A20:2000	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A2:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A3:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A4:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A5:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A6:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60061- 2/A7:1998	Casquillos y portalámparas junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas.
UNE-EN 60079-10:1997	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos.
UNE-EN 60079-14:1998	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 14: Instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (a excepción de las minas).
UNE-EN 60079-17:1998	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (con excepción de las minas).
UNE-EN 60309- 1:2001	Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 60309- 2:2001	Tomas de corriente para usos industriales. Parte 2: Requisitos de intercambiabilidad dimensional para los accesorios de espigas y alvéolos.
UNE-EN 60335- 2-41:1997	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para bombas eléctricas para líquidos con temperatura que no exceda de 35 °C.
UNE-EN 60335- 2-60:1999	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para bañeras de hidromasaje y aparatos análogos.
UNE-EN 60335- 2-76:2001	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para los electrificadores de cercas.
UNE-EN 60423:1999	Tubos de protección de conductores. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios.

Norma UNE	Título
UNE-EN 60439- 1:2001	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Requisitos para los conjuntos de serie y los conjuntos derivados de serie.
UNE-EN 60439- 2:2001	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 2: Requisitos particulares para las canalizaciones prefabricadas.
UNE-EN 60439- 3:1994	Conjuntos de aparamenta para baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización.
UNE-EN 60439- 3/A1:1997	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta de baja tensión destinados a estar instalados en lugares accesibles al personal no cualificado durante su utilización.
UNE-EN 60439- 4 :1994	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO).
UNE-EN 60439- 4/A1:1997	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO).
UNE-EN 60439- 4/A2:2000	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para obras (CO).
UNE-EN 60598- 2- 3:1997	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60598- 2- 3/ A1:1997	Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60598- 2- 3/ A2:2001	Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.
UNE-EN 60598- 2-18:1997	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 18: Luminarias para piscinas y análogos.
UNE-EN 60598- 2-22:1999	Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 22: Luminarias para alumbrados de emergencia.
UNE-EN 60669- 1:1996	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60669- 1 ERRATUM:2000	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60669- 1/A2:1998	Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Prescripciones generales.
UNE-EN 60695- 2- 1/0:1997	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/Hoja 0: Métodos de ensayo al hilo incandescente. Generalidades.
UNE-EN 60695- 2- 1/1:1997	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/Hoja 1: Ensayo al hilo incandescente en productos acabados y guía.

Norma UNE	Título
UNE-EN 60695-2- ½:1996	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/Hoja 2: Ensayo de inflamabilidad al hilo incandescente en materiales.
UNE-EN 60695-2- 1/3:1996	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2: Métodos de ensayo. Sección 1/Hoja 3: Ensayo de ignición al hilo incandescente en materiales.
UNE-EN 60695-11-10:2000	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W.
UNE-EN 60742:1996	Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad. Requisitos.
UNE-EN 60831- 1:1998	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 1: Generalidades. Características de funcionamiento, ensayos y valores nominales. Prescripciones de seguridad. Guía de instalación y explotación.
UNE-EN 60831- 2:1998	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 2: Ensayos de envejecimiento, autorregeneración y destrucción.
UNE-EN 60947- 2:1998	Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
UNE-EN 60947- 2/A1:1999	Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
UNE-EN 60998- 2-1:1996	Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 2-1: Reglas particulares para dispositivos de conexión independientes con elementos de apriete con tornillo.
UNE-EN 61558-2-4:1999	Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-4: Requisitos particulares para los transformadores de separación de circuitos para uso general.
UNE-EN 61558-2-4: ERRATUM 2001	Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-4: Requisitos particulares para los transformadores de separación de circuitos para uso general.
UNE-EN 61558-2-5:1999	Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-5: Requisitos particulares para los transformadores y unidades de alimentación para máquinas de afeitar.
UNE-HD 603 (serie)	Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV.
EN 61196- 2 :1995	Cables para frecuencias radioeléctricas. Parte 2: Cables semirrígidos y coaxiales con aislamiento de politetrafluoretileno (PTFE). Especificación intermedia.
EN 61196-3:1999	Cables para frecuencias radioeléctricas. Parte 3: Especificación intermedia para cables coaxiales para redes locales.
EN 61196- 3- 2:1998	Cables para radiofrecuencia. Parte 3-2: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos sólidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s.

Norma UNE	Título
EN 61196- 3- 3:1998	Cables para radiofrecuencia. Parte 3-3: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos expandidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s.
CEI 60079-19:1993	Material eléctrico para atmósferas explosivas de gas. Parte 19: Reparación y revisión del material empleado de atmósferas explosivas (excluidas las minas o la fabricación de explosivos).
CEI 60189-2:1981	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.
CEI 60189-2/A1:1989	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.
CEI 60189-2/A2:1996	Cables e hilos para bajas frecuencias con aislamiento y cubierta de PVC. Cables con formación en pares, tríos, cuadretes y quintetes para instalaciones interiores.

3

Instaladores autorizados en baja tensión

Índice

1. Objeto 52

2. Empresa instaladora e instalador en baja tensión 52

3. Clasificación de las empresas instaladoras en baja tensión 52
   - 3.1 Categoría básica (IBTB) 52
   - 3.2 Categoría especialista (IBTE) 52

4. Instalador en baja tensión 53

5. Habilitación de empresas instaladoras de baja tensión 53

7. Obligaciones de las empresas instaladoras en baja tensión 55

Apéndice: medios mínimos, técnicos y humanos, requeridos para las empresas instaladoras en baja tensión 56
   - 1 Medios humanos 56
   - 2 Medios técnicos 56

1. Objeto

La presente Instrucción Técnica Complementaria tiene por objeto desarrollar las previsiones del artículo 22 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, estableciendo las condiciones y requisitos que deben observarse para la certificación de la competencia y para la habilitación como empresa instaladora en el ámbito de aplicación de dicho reglamento.

2. Empresa instaladora e instalador en baja tensión

2.1 Empresa instaladora en baja tensión es la persona física o jurídica que realiza, mantiene o repara las instalaciones eléctricas en el ámbito del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, habiendo presentado la correspondiente declaración responsable de inicio de actividad según lo prescrito en esta Instrucción Técnica Complementaria.

2.2 Instalador en baja tensión es la persona física que tiene conocimientos para desempeñar alguna de las actividades correspondientes a las categorías indicadas en el apartado 3 de esta Instrucción Técnica Complementaria cumpliendo lo establecido en el apartado 4 de esta Instrucción Técnica Complementaria BT-03.

3. Clasificación de las empresas instaladoras en baja tensión

Las empresas instaladoras en baja tensión se clasifican en las siguientes categorías:

3.1 Categoría básica (IBTB)

Los instaladores de esta categoría podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones eléctricas para baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras y, en general, todas las comprendidas en el ámbito del presente Reglamento electrotécnico para baja tensión, que no se reserven a la categoría especialista (IBTE).

3.2 Categoría especialista (IBTE)

Los instaladores y empresas instaladoras de la categoría especialista podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones de la categoría básica y, además, las correspondientes a:

- Sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- Sistemas de control distribuido.
- Sistemas de supervisión, control y adquisición de datos.
- Control de procesos.
- Líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía.
- Locales con riesgo de incendio o explosión.
- Quirófanos y salas de intervención.
- Lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares.
- Instalaciones generadoras de baja tensión.

Cuando estén contenidas en el ámbito del presente Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

4. Instalador en baja tensión

El instalador en baja tensión deberá desarrollar su actividad en el seno de una empresa instaladora de baja tensión y deberá cumplir y poder acreditar ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, una de las siguientes situaciones:

a) Disponer de un título universitario cuyo plan de estudios cubra las materias objeto del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el 842/2002, de 2 de agosto, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

b) Disponer de un título de formación profesional o de un certificado de profesionalidad incluido en el Catálogo Nacional de cualificaciones Profesionales, cuyo ámbito competencial coincida con las materias objeto del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el 842/2002, de 2 de agosto, y de sus ITC.

c) Tener reconocida una competencia profesional adquirida por experiencia laboral, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las materias objeto del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el 842/2002, de 2 de agosto, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

5. Habilitación de empresas instaladoras de baja tensión

5.1 Antes de comenzar sus actividades como empresas instaladoras en baja tensión, las personas físicas o jurídicas que deseen establecerse en España deberán presentar ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que se establezcan una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare para qué categoría, y en su caso, modalidad, va a desempeñar la actividad, que cumple los requisitos que se exigen por esta Instrucción Técnica Complementaria, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establecen en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias.

5.2 Las empresas instaladoras en baja tensión legalmente establecidos para el ejercicio de esta actividad en cualquier otro Estado miembro de la Unión Europea que deseen realizar la actividad en régimen de libre prestación en territorio español, deberán presentar, previo al inicio de la misma, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde deseen comenzar su actividad, una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare para qué categoría, y en su caso, modalidad, va a desempeñar la actividad, que cumple los requisitos que se exigen por esta Instrucción Técnica Complementaria, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establecen en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias. Para la acreditación del cumplimiento del requisito de personal cualificado la declaración deberá hacer constar que la empresa dispone de la documentación que acredita la capacitación

del personal afectado, de acuerdo con la normativa del país de establecimiento y conforme a lo previsto en la normativa de la Unión Europea sobre reconocimiento de cualificaciones profesionales, aplicada en España mediante el Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado.

5.3 Las comunidades autónomas deberán posibilitar que la declaración responsable sea realizada por medios electrónicos.

No se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con la declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

5.4 El órgano competente de la Comunidad Autónoma, asignará, de oficio, un número de identificación a la empresa y remitirá los datos necesarios para su inclusión en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y en su normativa reglamentaria de desarrollo.

5.5 De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido a la empresa instaladora, desde el momento de su presentación ante la Administración competente, para el ejercicio de la actividad en todo el territorio español, sin que puedan imponerse requisitos o condiciones adicionales.

5.6 Al amparo de lo previsto en el apartado 3 del artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración competente podrá regular un procedimiento para comprobar a posteriori lo declarado por el interesado.

En todo caso, la no presentación de la declaración, así como la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, de datos o manifestaciones que deban figurar en dicha declaración habilitará a la Administración competente para dictar resolución, que deberá ser motivada y previa audiencia del interesado, por la que se declare la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, se inhabilite temporalmente para el ejercicio de la actividad sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran derivarse de las actuaciones realizadas.

5.7 Cualquier hecho que suponga modificación de alguno de los datos incluidos en la declaración originaria, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado por el interesado al órgano competente de la Comunidad Autónoma donde presentó la declaración responsable en el plazo de un mes.

5.8 Las empresas instaladoras cumplirán lo siguiente:

a) Disponer de la documentación que identifique a la empresa instaladora, que en el caso de persona jurídica deberá estar constituida legalmente.

b) Contar con los medios técnicos y humanos mínimos necesarios para realizar sus actividades en condiciones de seguridad, que se determinan en el Apéndice de esta Instrucción Técnica Complementaria, para las respectivas categorías.

c) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio por una cuantía mínima de 600 000 euros para la categoría básica y de 900 000 euros para la categoría especialista. Estas cuantías mínimas se actualizarán por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

5.9 La empresa instaladora habilitada no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de instalación no realizadas por ella misma.

5.10 El incumplimiento de los requisitos exigidos, verificado por la autoridad competente y declarado mediante resolución motivada, conllevará el cese de la actividad, salvo que pueda incoarse un expediente de subsanación de errores, sin perjuicio de las sanciones que pudieran derivarse de la gravedad de las actuaciones realizadas.

La autoridad competente, en este caso, abrirá un expediente informativo al titular de la instalación, que tendrá quince días naturales a partir de la comunicación para aportar las evidencias o descargos correspondientes.

5.11 El órgano competente de la Comunidad Autónoma dará traslado inmediato al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de la inhabilitación temporal, las modificaciones y el cese de la actividad a los que se refieren los apartados precedentes para la actualización de los datos en el Registro Integrado Industrial regulado en el título IV de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como lo establece su normativa reglamentaria de desarrollo.

7. Obligaciones de las empresas instaladoras en baja tensión

Las empresas instaladoras en baja tensión deben, en sus respectivas categorías:

a) Ejecutar, modificar, ampliar, mantener o reparar las instalaciones que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente y con la documentación de diseño de la instalación, utilizando, en su caso, materiales y equipos que sean conformes a la legislación que les sea aplicable.

b) Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.

c) Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.

d) Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.

e) Coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y con los usuarios las operaciones que impliquen interrupción del suministro.

f) Notificar a la Administración competente los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad. En caso de peligro manifiesto, darán cuenta inmediata de ello a los usuarios y, en su caso, a la empresa suministradora, y pondrá la circunstancia en conocimiento del órgano competente de la Comunidad Autónoma en el plazo máximo de 24 horas.

g) Asistir a las inspecciones establecidas por el reglamento, o las realizadas de oficio por la Administración, si fuera requerido por el procedimiento.

h) Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.

i) Informar a la Administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.

j) Conservar a disposición de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante los 5 años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

Apéndice: medios mínimos, técnicos y humanos, requeridos para las empresas instaladoras en baja tensión

1 Medios humanos

Personal contratado que realice la actividad en condiciones de seguridad, con un mínimo de un instalador para las instalaciones de cada una de las respectivas categorías, o una misma persona si ésta reúne los respectivos requisitos.

2 Medios técnicos

2.1 *Categoría Básica*

2.1.1 Equipos

- Telurómetro.
- Medidor de aislamiento, según **ITC MIE-BT-19.**
- Multímetro o tenaza, para las siguientes magnitudes:
  - Tensión alterna y continua hasta 500 V.
  - Intensidad alterna y continua hasta 20 A.
  - Resistencia.
- Medidor de corrientes de fuga, con resolución mejor o igual que 1 mA.
- Detector de tensión.
- Analizador - registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica con capacidad de medida de las siguientes magnitudes:
  - Potencia activa.
  - Tensión alterna.
  - Intensidad alterna.
  - Factor de potencia.
- Equipo verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales, capaz de verificar la característica intensidad - tiempo.
- Equipo verificador de la continuidad de conductores.
- Medidor de impedancia de bucle, con sistema de medición independiente o con compensación del valor de la resistencia de los cables de prueba y con una resolución mejor o igual que 0,1 Ω.
- Herramientas comunes y equipo auxiliar.
- Luxómetro con rango de medida adecuado para el alumbrado de emergencia.

2.2 *Categoría Especialista*

Además de los medios anteriores, deberán contar con los siguientes, según proceda:

- Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red.
- Electrodos para la medida del aislamiento de los suelos.
- Aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos.

2.3 *Herramientas, equipos y medios de protección individual*

Estarán de acuerdo con la normativa vigente y las necesidades de la instalación.

4

Documentación y puesta en servicio de las instalaciones

Índice

1. Objeto 59

2. Documentación de las instalaciones 59
   - 2.1 Proyecto 59
   - 2.2 Memoria técnica de diseño 59

3. Instalaciones que precisan proyecto 60

4. Instalaciones que requieren memoria técnica de diseño 61

5. Ejecución y tramitación de las instalaciones 61

6. Puesta en servicio de las instalaciones 63

1. Objeto

La presente Instrucción tiene por objeto desarrollar las prescripciones del artículo 18 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, determinando la documentación técnica que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio, así como su tramitación ante el órgano competente de la Administración.

2. Documentación de las instalaciones

Las instalaciones en el ámbito de aplicación del presente reglamento deben ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que, en función de su importancia, deberá adoptar una de las siguientes modalidades:

2.1 Proyecto

Cuando se precise proyecto, de acuerdo con lo establecido en el apartado 3, éste deberá ser redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias. El proyecto de instalación se desarrollará, bien como parte del proyecto general del edificio, bien en forma de uno o varios proyectos específicos.

En la memoria del proyecto se expresarán especialmente:

- Datos relativos al propietario.
- Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina.
- Características y secciones de los conductores a emplear.
- Características y diámetros de los tubos para canalizaciones.
- Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, sistemas y dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles sean necesarios de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada y para que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones del reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado.
- Cálculos justificativos del diseño.

Los planos serán los suficientes en número y detalle, tanto para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones, como para que la empresa instaladora que ejecute la instalación disponga de todos los datos necesarios para la realización de la misma.

2.2 Memoria técnica de diseño

La Memoria Técnica de Diseño (MTD) se redactará sobre impresos, según modelo determinado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de proporcionar los principales datos y características de diseño de las instalaciones. La empresa instaladora para la categoría de la instalación correspondiente o el técnico titulado competente que firme dicha memoria será directamente responsable de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

En especial, se incluirán los siguientes datos:

- Los referentes al propietario.
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia.
- Emplazamiento de la instalación.
- Uso al que se destina.
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia.
- Cálculos justificativos de las características de la línea general de alimentación, derivaciones individuales y líneas secundarias, sus elementos de protección y sus puntos de utilización.
- Pequeña memoria descriptiva.
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado.

3. Instalaciones que precisan proyecto

3.1 Para su ejecución, precisan elaboración de proyecto las nuevas instalaciones siguientes:

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
a	Las correspondientes a industrias, en general.	*P*>20 kW
b	Las correspondientes a: - Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión. - Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	*P*>10 kW
c	Las correspondientes a: - Locales mojados. - Generadores y convertidores. - Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	*P*>10 kW
d	- De carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos.	*P*>50 kW
e	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	*P*>100 kW por caja gral. de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares.	*P*>50 kW
g	Las de garajes que requieren ventilación forzada.	Cualquiera que sea su ocupación
h	Las de garajes que disponen de ventilación natural.	De más de 5 plazas de estacionamiento
i	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
j	Las correspondientes a: - Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión. - Máquinas de elevación y transporte. - Las que utilicen tensiones especiales. - Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITC-BT 44. - Cercas eléctricas. - Redes aéreas o subterráneas de distribución.	Sin límite de potencia
k	- Instalaciones de alumbrado exterior.	*P* > 5 kW
l	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes.	Sin límite
m	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite
n	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	*P*> 5 kW
o	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda
(P = Potencia prevista en la instalación, teniendo en cuenta lo estipulado en la ITCBT-10).		

Tabla 4.1.

3.2 Asimismo, requerirán elaboración de proyecto las ampliaciones y modificaciones de las instalaciones siguientes:

a) Las ampliaciones de las instalaciones de los tipos ***(b, c, g, i, j, l, m)*** y modificaciones de importancia de las instalaciones señaladas en 3.1.

b) Las ampliaciones de las instalaciones que, siendo de los tipos señalados en 3.1. no alcanzasen los límites de potencia prevista establecidos para las mismas, pero que los superan al producirse la ampliación.

c) Las ampliaciones de instalaciones que requirieron proyecto originalmente si en una o en varias ampliaciones se supera el 50 % de la potencia prevista en el proyecto anterior.

3.3 Si una instalación esta comprendida en más de un grupo de los especificados en 3.1, se le aplicará el criterio más exigente de los establecidos para dichos grupos.

4. Instalaciones que requieren memoria técnica de diseño

Requerirán Memoria Técnica de Diseño todas las instalaciones —sean nuevas, ampliaciones o modificaciones— no incluidas en los grupos indicados en el apartado 3.

5. Ejecución y tramitación de las instalaciones

5.1 Todas las instalaciones en el ámbito de aplicación del reglamento deben ser efectuadas por los instaladores autorizados en baja tensión a los que se refiere la Instrucción Técnica Complementaria **ITC-BT-03.**

En el caso de instalaciones que requirieron proyecto, su ejecución deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente.

Si, en el curso de la ejecución de la instalación, la empresa instaladora considerase que el proyecto o memoria técnica de diseño no se ajusta a lo establecido en el reglamento, deberá, por escrito, poner tal circunstancia en conocimiento del autor de dichos proyecto o memoria, y del propietario. Si no hubiera acuerdo entre las partes se someterá la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que ésta resuelva en el más breve plazo posible.

5.2 Al término de la ejecución de la instalación, la empresa instaladora realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquella, según se especifica en la **ITC-BT-05** y en su caso todas las que determine la dirección de obra.

5.3 Asimismo, las instalaciones que se especifican en la **ITC-BT-05,** deberán ser objeto de la correspondiente inspección inicial por organismo de control.

5.4 Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial a que se refieren los puntos anteriores, la empresa instaladora deberá emitir un certificado de instalación, suscrito por un instalador en baja tensión que pertenezca a la empresa, según modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

a) Los datos referentes a las principales características de la instalación.

b) La potencia prevista de la instalación.

c) En su caso, la referencia del certificado del organismo de control que hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial.

d) Identificación de la empresa instaladora responsable de la instalación y del instalador en baja tensión que suscribe el certificado de instalación.

e) Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la compañía eléctrica, así como, según corresponda, con el proyecto o la memoria técnica de diseño.

5.5 Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, la empresa instaladora deberá presentar ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el certificado de instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, por quintuplicado, al que se acompañará, según el caso, el proyecto o la memoria técnica de diseño, así como el certificado de dirección de obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial con calificación de resultado favorable, del organismo de control, si procede.

El órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá diligenciar las copias del certificado de instalación y, en su caso, del certificado de inspección inicial, devolviendo cuatro a la empresa instaladora, dos para sí y las otras dos para la propiedad, a fin de que ésta pueda, a su vez, quedarse con una copia y entregar la otra a la compañía eléctrica, requisito sin el cual ésta no podrá suministrar energía a la instalación, salvo lo indicado en el Artículo 18.3 del Reglamento electrotécnico para baja tensión.

5.6 Instalaciones temporales en ferias, exposiciones y similares.

Cuando en este tipo de eventos exista para toda la instalación de la feria o exposición una dirección de obra común, podrán agruparse todas las documentaciones de las

instalaciones parciales de alimentación a los distintos stands o elementos de la feria, exposición, etc., y presentarse de una sola vez ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, bajo una certificación de instalación global firmada por el responsable técnico de la dirección mencionada.

Cuando se trate de montajes repetidos idénticos, se podrá prescindir de la documentación de diseño, tras el registro de la primera instalación, haciendo constar en el certificado de instalación dicha circunstancia, que será válida durante un año, siempre que no se produjeran modificaciones significativas, entendiendo como tales las que afecten a la potencia prevista, tensiones de servicio y utilización y a los elementos de protección contra contactos directos e indirectos y contra sobreintensidades y sobretensiones.

6. Puesta en servicio de las instalaciones

El titular de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a la empresa suministradora mediante entrega del correspondiente ejemplar del certificado de instalación.

La empresa suministradora podrá realizar, a su cargo, las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del presente reglamento.

Cuando los valores obtenidos en la indicada verificación sean inferiores o superiores a los señalados respectivamente para el aislamiento y corrientes de fuga en la **ITC-BT-19,** las empresas suministradoras no podrán conectar a sus redes las instalaciones receptoras.

En esos casos, deberán extender un acta, en la que conste el resultado de las comprobaciones, la cual deberá ser firmada igualmente por el titular de la instalación, dándose por enterado. Dicha acta, en el plazo más breve posible, se pondrá en conocimiento del órgano competente de la Comunidad Autónoma, quien determinará lo que proceda.

5

Verificaciones e inspecciones

Índice

1. Objeto 65

2. Agentes intervinientes 65

3. Verificaciones previas a la puesta en servicio 65

4. Inspecciones 65
   - 4.1 Inspecciones iniciales 65
   - 4.2 Inspecciones periódicas 66

5. Procedimiento 66

6. Clasificación de defectos 67
   - 6.1 Defecto muy grave 67
   - 6.2 Defecto grave 67
   - 6.3 Defecto leve 68

1. Objeto

La presente Instrucción tiene por objeto desarrollar las previsiones de los artículos 18 y 20 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, en relación con las verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones de las instalaciones eléctricas incluidas en su campo de aplicación.

2. Agentes intervinientes

2.1 Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.

2.2 De acuerdo con lo indicado en el artículo 20 del Reglamento, sin perjuicio de las atribuciones que, en cualquier caso, ostenta la Administración Pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las instalaciones eléctricas de baja tensión deberán tener la condición de organismos de control, según lo establecido en el Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, acreditados para este campo reglamentario.

3. Verificaciones previas a la puesta en servicio

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la Norma **UNE 20460-6-61.**

4. Inspecciones

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan a continuación, deberán ser objeto de inspección por un organismo de control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser:

- Iniciales: antes de la puesta en servicio de las instalaciones.
- Periódicas.

4.1 Inspecciones iniciales

Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones.

a) Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW.

b) Locales de pública concurrencia.

c) Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.

d) Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW.

e) Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW.

f) Quirófanos y salas de intervención.

g) Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 5 kW.

4.2 Inspecciones periódicas

Serán objeto de inspecciones periódicas, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, según el punto 4.1 anterior, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

5. Procedimiento

5.1 Los organismos de control realizarán la inspección de las instalaciones sobre la base de las prescripciones que establezca el reglamento de aplicación y, en su caso, de lo especificado en la documentación técnica, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en el apartado siguiente. La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

5.2 Como resultado de la inspección, el organismo de control emitirá un certificado de inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser:

5.2.1 Favorable. Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección; asimismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.

5.2.2 Condicionada. Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:

a) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.

b) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el organismo de control deberá remitir el certificado con la calificación negativa al órgano competente de la Comunidad Autónoma.

5.2.3 Negativa. Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:

a) Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.

b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al órgano competente de la Comunidad Autónoma.

6. Clasificación de defectos

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en: defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

6.1 Defecto muy grave

Es todo aquel que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

Se consideran tales los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- Contactos directos, en cualquier tipo de instalación.
- Locales de pública concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión.
- Instalaciones con fines especiales.
- Locales de características especiales.
- Quirófanos y salas de intervención.

6.2 Defecto grave

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- Falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas.
- Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Falta de aislamiento de la instalación.
- Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación.
- Falta de continuidad de los conductores de protección.
- Valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.
- Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas.
- Sección insuficiente de los conductores de protección.
- Existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños.

- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados.
- Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas.
- Falta de identificación de los conductores «neutro» y «de protección».
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según lo establecido en la **ITC-BT-04.**
- Carencia del número de circuitos mínimos estipulados.
- La sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

6.3 Defecto leve

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

Capítulo II

Redes de distribución

6

Redes aéreas para distribución en baja tensión

Índice

1.Materiales 73

1.1 Conductores 73

1.1.1 Conductores aislados 73

1.1.2 Conductores desnudos 73

1.2 Aisladores 73

1.3 Accesorios de sujeción 73

1.4 Apoyos 73

1.5 Tirantes y tornapuntas 74

2.Cálculo mecánico 74

2.1 Acciones a considerar en el cálculo 74

2.2 Conductores 75

2.2.1 Tracción máxima admisible 75

2.2.2 Flecha máxima 75

2.3 Apoyos 75

3.Ejecución de las instalaciones 76

3.1 Instalación de conductores aislados 76

3.1.1 Cables posados 76

3.1.2 Cables tensados 77

3.2 Instalación de conductores desnudos 77

3.2.1 Distancia de los conductores desnudos al suelo y zonas de protección de las edificaciones 77

3.2.2 Separación mínima entre conductores desnudos y entre éstos y los muros o paredes de edificaciones 79

3.3 Empalmes y conexiones de conductores. Condiciones mecánicas y eléctricas de los mismos **79**
3.4 Sección mínima del conductor neutro **79**
3.5 Identificación del conductor neutro **80**
3.6 Continuidad del conductor neutro **80**
3.7 Puesta a tierra del neutro **80**
3.8 Instalación de apoyos **80**
3.9 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos **81**
3.9.1 Cruzamientos **81**
3.9.2 Proximidades y paralelismos **83**

4.Intensidades máximas admisibles por los conductores **85**
4.1 Generalidades **85**
4.2 Cables formados por conductores aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz, a espiral visible **85**
4.2.1 Intensidades máximas admisibles **85**
4.2.2 Factores de corrección **86**
4.2.3 Intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores de los cables **87**
4.3 Conductores desnudos de cobre y aluminio **87**
4.4 Otros cables u otros sistemas de instalación **87**

1. Materiales

1.1 Conductores

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas y serán preferentemente aislados.

1.1.1 *Conductores aislados*

Los conductores aislados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la Norma **UNE 21030.**

La sección mínima permitida en los conductores de aluminio será de 16 mm^2, y en los de cobre de 10 mm^2. La sección mínima correspondiente a otros materiales será la que garantice una resistencia mecánica y conductividad eléctrica no inferiores a las que corresponden a los de cobre anteriormente indicados.

1.1.2 *Conductores desnudos*

Los conductores desnudos serán resistentes a las acciones de la intemperie y su carga de rotura mínima a la tracción será de 410 daN debiendo satisfacer las exigencias especificadas en las Normas **UNE 21012** o **UNE 21018** según que los conductores sean de cobre o de aluminio.

Se considerarán como conductores desnudos aquellos conductores aislados para una tensión nominal inferior a 0,6/1 kV.

Su utilización tendrá carácter especial debidamente justificado, excluyendo el caso de zonas de arbolado o con peligro de incendio.

1.2 Aisladores

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer la misma resistencia a los esfuerzos mecánicos y poseer el nivel de aislamiento de los aisladores de porcelana o vidrio.

La fijación de los aisladores a sus soportes se efectuará mediante roscado o cementación a base de sustancias que no ataquen ninguna de las partes, y que no sufran variaciones de volumen que puedan afectar a los propios aisladores o a la seguridad de su fijación.

1.3 Accesorios de sujeción

Los accesorios que se empleen en las redes aéreas deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento, y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde estén instalados.

1.4 Apoyos

Los apoyos podrán ser metálicos, de hormigón, madera o de cualquier otro material que cuente con la debida autorización de la Autoridad competente, y se dimensionarán de acuerdo con las hipótesis de cálculo indicadas en el apartado 2.3 de la presente instrucción. Deberán presentar una resistencia elevada a las acciones de la intemperie, y en el caso de no presentarla por si mismos deberán recibir los tratamientos adecuados para tal fin.

1.5 Tirantes y tornapuntas

Los tirantes estarán constituidos por varillas o cables metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión, y tendrán una carga de rotura mínima de 1 400 daN.

Los tornapuntas, podrán ser metálicos, de hormigón, madera o cualquier otro material capaz de soportar los esfuerzos a que estén sometidos, debiendo estar debidamente protegidos contra las acciones de la intemperie.

Deberá restringirse el empleo de tirantes y tornapuntas.

2. Cálculo mecánico

2.1 Acciones a considerar en el cálculo

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la red, cualquiera que sea su naturaleza, se efectuará con los supuestos de acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y condiciones que se fijan en los apartados siguientes:

Como cargas permanentes se considerarán las cargas verticales debidas al propio peso de los distintos elementos: conductores, aisladores, accesorios de sujeción y apoyos.

Se considerarán las sobrecargas debidas a la presión del viento siguientes:

Sobre conductores	50 daN/m^2
Sobre superficies	100 daN/m^2
Sobre superficies cilíndricas	70 daN/m^2

La acción del viento sobre los conductores no se tendrá en cuenta en aquellos lugares en que por la configuración del terreno, o la disposición de las edificaciones, actúe en el sentido longitudinal de la línea.

A los efectos de las sobrecargas motivadas por el hielo se clasificará el país en tres zonas:

- Zona A: La situada a menos de 500 m de altitud sobre el nivel del mar. No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: La situada a una altitud comprendida entre 500 y 1 000 m. Los conductores desnudos se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor 180 $\sqrt{d}$ gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor en mm. En los cables en haz la sobrecarga se considerará de 60 $\sqrt{d}$ gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del cable en haz en mm. A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.
- Zona C: La situada a una altitud superior a 1 000 m. Los conductores desnudos se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor 360 $\sqrt{d}$ gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor en mm. En los cables en haz la sobrecarga se considerará de 120 $\sqrt{d}$ gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del cable en haz en mm. A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.

2.2 Conductores

2.2.1 *Tracción máxima admisible*

La tracción máxima admisible de los conductores no será superior a su carga de rotura dividida por 2,5 considerándolos sometidos a la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

- Zona A:

a) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento, a la temperatura de 15 °C.

b) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento dividida por 3, a la temperatura de 0 °C.

- Zona B y C:

a) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento, a la temperatura de 15 °C.

b) Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, a la temperatura de 0 °C.

2.2.2 *Flecha máxima*

Se adoptará como flecha máxima de los conductores el mayor valor resultante de la comparación entre las dos hipótesis correspondientes a la zona climatológica que se considere, y a una tercera hipótesis de temperatura (válida para las tres zonas), consistente en considerar los conductores sometidos a la acción de su propio peso y a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y las de servicio de la red. Esta temperatura no será inferior a 50 °C.

2.3 Apoyos

Para el cálculo mecánico de los apoyos se tendrán en cuenta las hipótesis indicadas en la Tabla 6.1, según la función del apoyo y de la zona.

Función del apoyo	Zona A		Zonas B y C	
	Hipótesis de viento a la temperatura de 15 °C	**Hipótesis de temperatura a 0 °C con 1/3 de viento**	**Hipótesis de viento a la temperatura de 15 °C**	**Hipótesis de hielo según zona y temperatura de 0 °C**
Alineación	Cargas permanentes	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones	Cargas permanentes	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones
Ángulo	Cargas permanentes. Resultante de ángulo			
Estrellamiento	Cargas permanentes. 2/3 resultante	Cargas permanentes. Total resultante	Cargas permanentes. 2/3 resultante	Cargas permanentes. Total resultante
Fin de línea	Cargas permanentes. Tracción total de conductores			

Tabla 6.1. Cargas para el cálculo mecánico de los apoyos.

Cuando los vanos sean inferiores a 15 m, las cargas permanentes tienen muy poca influencia, por lo que en general se puede prescindir de las mismas en el cálculo.

El coeficiente de seguridad a la rotura será distinto en función del material de los apoyos según la Tabla 6.2.

Coeficiente de seguridad a la rotura	
Material del apoyo	**Coeficiente**
Metálico	1,5
Hormigón armado vibrado	2,5
Madera	3,5
Otros materiales no metálicos	2,5
NOTA.- En el caso de apoyos metálicos o de hormigón armado vibrado cuya resistencia mecánica se haya comprobado mediante ensayos en verdadera magnitud, los coeficientes de seguridad podrán reducirse a 1,45 y 2 respectivamente.	

Tabla 6.2. Coeficiente de seguridad a la rotura en función del material de los apoyos.

Cuando por razones climatológicas extraordinarias hayan de suponerse temperaturas o manguitos de hielo superiores a los indicados, será suficiente comprobar que los esfuerzos resultantes son inferiores al límite elástico.

3. Ejecución de las instalaciones

3.1 Instalación de conductores aislados

Los conductores dotados de envolventes aislantes, cuya tensión nominal sea inferior a 0,6/1 kV se considerarán, a efectos de su instalación, como conductores desnudos (apartado 3.2).

Los conductores aislados de tensión nominal 0,6/1 kV **(UNE 21 030)** podrán instalarse como:

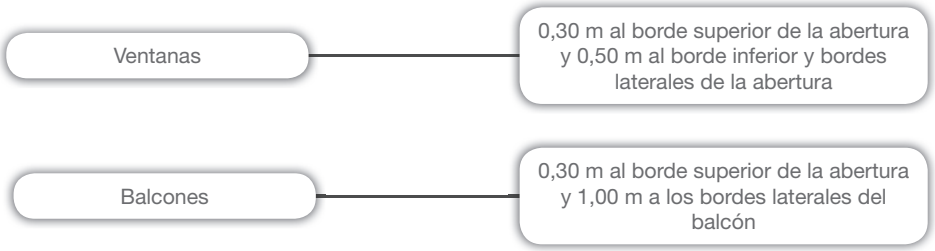
3.1.1 *Cables posados*

Directamente posados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie. Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que puedan sufrir deterioro mecánico de cualquier índole.

En los espacios vacíos (cables no posados en fachada o muro) los conductores tendrán la condición de tensados y se regirán por lo indicado en el apartado 3.1.2.

En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 m. Lógicamente, si se produce una circunstancia particular como la señalada en el párrafo anterior, la altura mínima deberá ser la señalada en los puntos 3.1.2 y 3.9 para cada caso en particular. En los recorridos por debajo de ésta altura mínima al suelo (por ejemplo, para acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados, conforme a lo indicado en el apartado 1.2.1 de la **ITC-BT-11,** evitándose que los conductores pasen por delante de cualquier abertura existente en las fachadas o muros.

En las proximidades de aberturas en fachadas deben respetarse las siguientes distancias mínimas:



Se tendrán en cuenta la existencia de salientes o marquesinas que puedan facilitar el posado de los conductores, pudiendo admitir, en éstos casos, una disminución de las distancias antes indicadas.

Así mismo se respetará una distancia mínima de 0,05 m a los elementos metálicos presentes en las fachadas, tales como escaleras, a no ser que el cable disponga de una protección conforme a lo indicado en el apartado 1.2.1 de la **ITC-BT-11.**

3.1.2 *Cables tensados*

Los cables con neutro fiador, podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a éstos efectos el aislamiento como elemento resistente. Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.

Distancia al suelo: 4 m, salvo lo especificado en el apartado 3.9 para cruzamientos.

3.2 Instalación de conductores desnudos

Los conductores desnudos irán fijados a los aisladores de forma que quede asegurada su posición correcta en el aislador y no ocasione un debilitamiento apreciable de la resistencia mecánica del mismo, ni produzcan efectos de corrosión.

La fijación de los conductores al aislador debe hacerse preferentemente, en la garganta lateral del mismo, por la parte próxima al apoyo, y en el caso de ángulos, de manera que el esfuerzo mecánico del conductor esté dirigido hacia el aislador.

Cuando se establezcan derivaciones, y salvo que se utilicen aisladores especialmente concebidos para ellas, deberá colocarse un solo conductor por aislador.

Cuando se trate de redes establecidas por encima de edificaciones o sobre apoyos fijados a las fachadas, el coeficiente de seguridad de la tracción máxima admisible de los conductores deberá ser superior, en un 25 por ciento, a los valores indicados en el apartado 2.2.1.

3.2.1 *Distancia de los conductores desnudos al suelo y zonas de protección de las edificaciones*

Los conductores desnudos mantendrán, en las condiciones más desfavorables, las siguientes distancias respecto al suelo y a las edificaciones:

3.2.1.1 Al suelo

4 m, salvo lo especificado en el apartado 3.9 para cruzamientos.

3.2.1.2 En edificios no destinados al servicio de distribución de la energía

Los conductores se instalarán fuera de una zona de protección, limitada por los planos que se señalan:

- Sobre los tejados: Un plano paralelo al tejado, con una distancia vertical de 1,80 m del mismo, cuando se trate de conductores no puestos a tierra, y de 1,50 m cuando lo estén; así mismo para cualquier elemento que se encontrase instalado, o que se instale en el tejado, se respetarán las mismas distancias que las indicadas en la figura 1 para las chimeneas.

  Cuando la inclinación del tejado sea superior a 45 grados sexagesimales, el plano limitante de la zona de protección deberá considerarse a 1 m de separación entre ambos.

- Sobre terrazas y balcones: Un plano paralelo al suelo de la terraza o balcón, y a una distancia del mismo de 3 m.

- En fachadas: La zona de protección queda limitada:

a) Por un plano vertical paralelo al muro de fachada sin aberturas, situado a 0,20 m del mismo.

b) Por un plano vertical paralelo al muro de fachada a una distancia de 1 m de las ventanas, balcones, terrazas o cualquier otra abertura. Este plano vendrá, a su vez, limitado por los planos siguientes:

- Un plano horizontal situado a una distancia vertical de 0,30 m de la parte superior de la abertura de que se trate.

- Dos planos verticales, uno a cada lado de la abertura, perpendicular a la fachada, y situados a 1 m de distancia horizontal de los extremos de la abertura.

- Un plano horizontal situado a 3 m por debajo de los antepechos de las aberturas.

Los límites de ésta zona de protección se representan en la Figura 6.1.

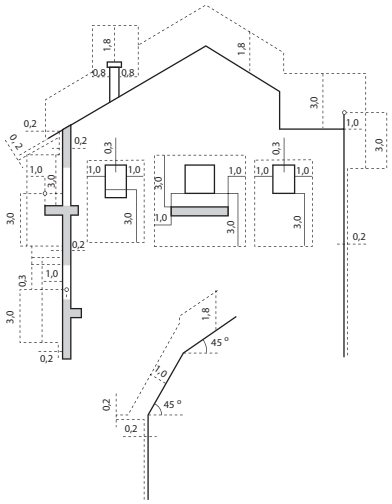


Figura 6.1. Zona de protección en edificios para la instalación de líneas eléctricas de baja tensión con conductores desnudos.

3.2.2 *Separación mínima entre conductores desnudos y entre éstos y los muros o paredes de edificaciones*

Las distancias (D) entre conductores desnudos de polaridades diferentes serán, como mínimo las siguientes:

- En vanos hasta 4 m 0,10 m
- En vanos de 4 a 6 m 0,15 m
- En vanos de 6 a 30 m 0,20 m
- En vanos de 30 a 50 m 0,30 m

Para vanos mayores de 50 m se aplicará la fórmula $D = 0{,}55\sqrt{F}$, en la que *F* es la flecha máxima en m.

En los apoyos en los que se establezcan derivaciones, la distancia entre cada uno de los conductores derivados y los conductores de polaridad diferente de la línea de donde aquellos se deriven podrá disminuirse hasta un 50 por ciento de los valores indicados anteriormente, con un mínimo de 0,10 m.

Los conductores colocados sobre apoyos sujetos a fachadas de edificios estarán distanciados de éstas 0,20 m como mínimo. Esta separación deberá aumentarse en función de los vanos, de forma que nunca pueda sobrepasarse la zona de protección señalada en el capítulo anterior, ni en el caso de los más fuertes vientos.

3.3 Empalmes y conexiones de conductores. Condiciones mecánicas y eléctricas de los mismos

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por ciento de su carga de rotura. No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.

En los empalmes y conexiones de conductores aislados, o de éstos con conductores desnudos, se utilizarán accesorios adecuados, resistentes a la acción de la intemperie y se colocarán de tal forma que eviten la penetración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se conectarán en las proximidades de los soportes de línea, y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

3.4 Sección mínima del conductor neutro

Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución la sección mínima del conductor neutro será:

a) Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.

b) Con cuatro conductores: la sección de neutro será como mínimo, la de la Tabla 1 de la **ITC-BT-07,** con un mínimo de 10 mm^2 para cobre y de 16 mm^2 para aluminio.

En caso de utilizar conductor neutro de aleaciones de aluminio (por ejemplo Almelec), la sección a considerar será la equivalente, teniendo en cuenta las conductividades de los diferentes materiales.

3.5 Identificación del conductor neutro

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. En las líneas de conductores desnudos se admite que no lleve identificación alguna cuando éste conductor tenga distinta sección o cuando esté claramente diferenciado por su posición.

3.6 Continuidad del conductor neutro

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.

b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que solo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en éste caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

3.7 Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de las líneas aéreas de redes de distribución de las compañías eléctricas se conectará a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación, en la forma prevista en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Además, en los esquemas de distribución tipo TT y TN, el conductor neutro y el de protección para el esquema TN-S, deberán estar puestos a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 500 m de longitud de línea. Para efectuar ésta puesta a tierra se elegirán, con preferencia, los puntos de donde partan las derivaciones importantes.

Cuando, en los mencionados esquemas de distribución tipo, la puesta a tierra del neutro se efectúe en un apoyo de madera, los soportes metálicos de los aisladores correspondientes a los conductores de fase en éste apoyo estarán unidos al conductor neutro.

En las redes de distribución privadas, con origen en centrales de generación propia para las que se prevea la puesta a tierra del neutro, se seguirá lo especificado anteriormente para las redes de distribución de las compañías eléctricas.

3.8 Instalación de apoyos

Los apoyos estarán consolidados por fundaciones adecuadas o bien directamente empotrados en el terreno, asegurando su estabilidad frente a las solicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo. En su instalación deberá observarse:

1) Los postes de hormigón se colocarán en cimentaciones monolíticas de hormigón.

2) Los apoyos metálicos serán cimentados en macizos de hormigón o mediante otros procedimientos avalados por la técnica (pernos, etc.). La cimentación deberá construirse de forma tal que facilite el deslizamiento del agua, y cubra, cuando existan, las cabezas de los pernos.

3) Los postes de madera se colocarán directamente retacados en el suelo, y no se empotrarán en macizos de hormigón. Se podrán fijar a bases metálicas o de hormigón por medio de elementos de unión apropiados que permitan su fácil sustitución, quedando el poste separado del suelo 0,15 m, como mínimo.

3.9 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos

Las líneas eléctricas aéreas deberán cumplir las condiciones señaladas en los apartados 3.9.1 y 3.9.2 de la presente Instrucción.

3.9.1 *Cruzamientos*

Las líneas deberán presentar, en lo que se refiere a los vanos de cruce con las vías e instalaciones que se señalan, las condiciones que para cada caso se indican.

3.9.1.1 Con líneas eléctricas aéreas de alta tensión

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, la línea de baja tensión deberá cruzar por debajo de la línea de alta tensión.

La mínima distancia vertical «*d*» entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior, en metros, a:

$$d \geq 1,5 + \frac{U + L1 + L2}{100}$$

donde:

U es la tensión nominal, en kV, de la línea de alta tensión.

*L*1 es la longitud, en metros, entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de alta tensión.

*L*2 es la longitud, en metros, entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de baja tensión.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de baja tensión tenga componente vertical ascendente se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o accesorios de sujeción.

Podrán realizarse cruces sin que la línea de alta tensión reúna ninguna condición especial cuando la línea de baja tensión esté protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de alta tensión, en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado, y estarán puestos a tierra.

En caso de que por circunstancias singulares sea necesario que la línea de baja tensión cruce por encima de la de alta tensión será preciso recabar autorización expresa del organismo competente de la Administración, debiendo tener presentes, para realizar estos cruzamientos, todas las precauciones y criterios expuestos en el citado Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

3.9.1.2 Con otras líneas eléctricas aéreas de baja tensión

Cuando alguna de las líneas sea de conductores desnudos, establecidas en apoyos diferentes, la distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será superior a 0,50 m, y si el cruzamiento se realiza en apoyo común esta distancia será la señalada en el punto 3.2.2 para los apoyos de derivación. Cuando las dos líneas sean aisladas podrán estar en contacto.

3.9.1.3 Con líneas aéreas de telecomunicación

Las líneas de baja tensión, con conductores desnudos, deberán cruzar por encima de las de telecomunicación. Excepcionalmente podrán cruzar por debajo, debiendo adoptarse en este caso una de las soluciones siguientes:

- Colocación entre las líneas de un dispositivo de protección formado por un haz de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de telecomunicación en el caso de que se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado, y estarán puestos a tierra.
- Empleo de conductores aislados para 0,6/1 kV en el vano de cruce para líneas de baja tensión.
- Empleo de conductores aislados para 0,6/1 kV en el vano de cruce para la línea de telecomunicación.

Cuando el cruce se efectúe en distintos apoyos, la distancia mínima entre los conductores desnudos de las líneas de baja tensión y los de las líneas de telecomunicación, será de 1 m. Si el cruce se efectúa sobre apoyos comunes dicha distancia podrá reducirse a 0,50 m.

3.9.1.4 Con carretera y ferrocarriles sin electrificar

Los conductores tendrán una carga de rotura no inferior a 410 daN, admitiéndose en el caso de acometidas con conductores aislados que se reduzca dicho valor hasta 280 daN.

La altura mínima del conductor más bajo, en las condiciones de flecha más desfavorables, será de 6 m.

Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce, admitiéndose, durante la explotación, y por causa de reparación de la avería, la existencia de un empalme por vano.

3.9.1.5 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La altura mínima de los conductores sobre los cables o hilos sustentadores o conductores de la línea de contacto será de 2 m.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías o trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan, accidentalmente, separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el elemento de toma de corriente, no alcance, en la posición más desfavorable que pueda adoptar, una separación inferior a 0,30 m con los conductores de la línea de baja tensión.

3.9.1.6 Con teleféricos y cables transportadores

Cuando la línea de baja tensión pase por encima, la distancia mínima entre los conductores y cualquier elemento de la instalación del teleférico será de 2 m. Cuando la línea aérea de baja tensión pase por debajo está distancia no será inferior a 3 m. Los apoyos adyacentes del teleférico correspondiente al cruce con la línea de baja tensión se pondrán a tierra.

3.9.1.7 Con ríos y canales navegables o flotables

La altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que puede alcanzar será de: $H = G + 1$ m, donde G es el gálibo.

En el caso de que no exista gálibo definido se considerará éste igual a 6 m.

3.9.1.8 Con antenas receptoras de radio y televisión

Los conductores de la línea de baja tensión, cuando sean desnudos, deberán presentar, como mínimo, una distancia igual a 1 m con respecto a la antena en si, a sus tirantes y a sus conductores de bajada, cuando éstos no estén fijados a las paredes de manera que eviten el posible contacto con la línea de baja tensión.

Queda prohibida la utilización de los apoyos de sustentación de líneas de baja tensión para la fijación sobre los mismos de las antenas de radio o televisión, así como de los tirantes de las mismas.

3.9.1.9 Con canalizaciones de agua y gas

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Para líneas aéreas desnudas la distancia mínima será 1 m.

3.9.2 *Proximidades y paralelismos*

3.9.2.1 Con líneas eléctricas aéreas de alta tensión

Se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, para evitar la construcción de líneas paralelas con las de alta tensión a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto entre las trazas de los conductores más próximos.

Se exceptúa de la prescripción anterior las líneas de acceso a centrales generadoras, estaciones transformadoras y centros de transformación. En estos casos se aplicará lo prescrito en los reglamentos aplicables a instalaciones de alta tensión. No obstante, en paralelismos con líneas de tensión igual o inferior a 66 kV no deberá existir una separación inferior a 2 m entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, y de 3 m para tensiones superiores.

Las líneas eléctricas de baja tensión podrán ir en los mismos apoyos que las de alta tensión cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Los conductores de la línea de alta tensión tendrán una carga de rotura mínima de 480 daN, e irán colocados por encima de los de baja tensión.
- La distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será, por lo menos, igual a la separación de los conductores de la línea de alta tensión.
- En los apoyos comunes, deberá colocarse una indicación, situada entre las líneas de baja y alta tensión, que advierta al personal que ha de realizar trabajos en baja tensión de los peligros que supone la presencia de una línea de alta tensión en la parte superior.
- El aislamiento de la línea de baja tensión no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de alta tensión.

3.9.2.2 Con otras líneas de baja tensión o de telecomunicación

Cuando ambas líneas sean de conductores aislados, la distancia mínima será de 0,10 m.

Cuando cualquiera de las líneas sea de conductores desnudos, la distancia mínima será de 1 m. Si ambas líneas van sobre los mismos apoyos, la distancia mínima podrá reducirse a 0,50 m. El nivel de aislamiento de la línea de telecomunicación será, al menos, igual al de la línea de baja tensión, de otra forma se considerará como línea de conductores desnudos.

Cuando el paralelismo sea entre líneas desnudas de baja tensión, las distancias mínimas son las establecidas en el apartado 3.2.2.

3.9.2.3 Con calles y carreteras

Las líneas aéreas con conductores desnudos podrán establecerse próximas a estás vías públicas, debiendo en su instalación mantener la distancia mínima de 6 m, cuando vuelen junto a las mismas en zonas o espacios de posible circulación rodada, y de 5 m en los demás casos. Cuando se trate de conductores aislados, esta distancia podrá reducirse a 4 m cuando no vuelen junto a zonas o espacios de posible circulación rodada.

3.9.2.4 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La distancia horizontal de los conductores a la instalación de la línea de contacto será de 1,5 m, como mínimo.

3.9.2.5 Con zonas de arbolado

Se utilizarán preferentemente cables aislados en haz; cuando la línea sea de conductores desnudos deberán tomarse las medidas necesarias para que el árbol y sus ramas, no lleguen a hacer contacto con dicha línea.

3.9.2.6 Con canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica o entre los cables desnudos y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

3.9.2.7 Con canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica o entre los cables desnudos y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

4. Intensidades máximas admisibles por los conductores

4.1 Generalidades

Las intensidades máximas admisibles que figuran en los siguientes apartados de esta Instrucción, se aplican a los cables aislados de tensión asignada de 0,6/1 kV y a los conductores desnudos utilizados en redes aéreas.

4.2 Cables formados por conductores aislados con polietileno reticulado (XLPE), en haz, a espiral visible

Satisfarán las exigencias especificadas en **UNE 21030.**

4.2.1 *Intensidades máximas admisibles*

En las tablas 6.3, 6.4 y 6.5 figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente, para algunos de estos tipos de cables, utilizados en condiciones normales de instalación.

Se definen como condiciones normales de instalación las correspondientes a un solo cable, instalado al aire libre, y a una temperatura ambiente de 40 °C.

Para condiciones de instalación diferentes u otras variables a tener en cuenta, se aplicarán los factores de corrección definidos en el apartado 4.2.2.

4.2.1.1 Cables con neutro fiador de aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio (Almelec) para instalaciones de cables tensados

Número de conductores por sección (mm²)	Intensidad máxima (A)
1 × 25 Al/54,6 Alm	110
1 × 50 Al/54,6 Alm	165
3 × 25 Al/54,6 Alm	100
3 × 50 Al/54,6 Alm	150
3 × 95 Al/54,6 Alm	230
3 × 150 Al/80 Alm	305

Tabla 6.3. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40 °C.

4.2.1.2 Cables sin neutro fiador para instalaciones de cables posados, o tensados con fiador de acero

Número de conductores por sección (mm²)	Intensidad máxima (en A)	
	Posada sobre fachadas	Tendida con fiador de acero
2 × 16 Al	73	81
2 × 25 Al	101	109
4 × 16 Al	67	72
4 × 25 Al	90	97
4 × 50 Al	133	144
3 × 95/50 Al	207	223
3 × 150/95 Al	277	301

Tabla 6.4. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40 °C.

Número de conductores por sección (mm²)	Intensidad máxima (en A)	
	Posada sobre fachada	Tendida con fiador de acero
2 × 10 Cu	77	85
4 × 10 Cu	65	72
4 × 16 Cu	86	95

Tabla 6.5. Intensidad máxima admisible en amperios a temperatura ambiente de 40 °C.

4.2.2 *Factores de corrección*

4.2.2.1 Instalación expuesta directamente al sol

En zonas en las que la radiación solar es muy fuerte, se deberá tener en cuenta el calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, por lo que en estos casos se aplica un factor de corrección 0,9 o inferior, tal como recomiendan las Normas de la serie **UNE 20 435.**

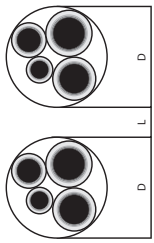
4.2.2.2 Factores de corrección por agrupación de varios cables

En la Tabla 6.6 figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible, en caso de agrupación de varios cables en haz al aire. Estos factores se aplican a cables separados entre sí, una distancia comprendida entre un diámetro y un cuarto de diámetro en tendidos horizontales con cables en el mismo plano vertical.

Para otras separaciones o agrupaciones consultar la Norma **UNE 21 144-2-2.**

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75

Tabla 6.6. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible en caso de agrupación de cables aislados en haz, instalados al aire.



$¼\ D < L < D$

A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.

4.2.2.3 Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

En la Tabla 6.7 figuran los factores de corrección para temperaturas diferentes a 40 °C.

Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	45	50
Aislados con polietileno reticulado	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

Tabla 6.7. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible para cables aislados en haz, en función de la temperatura ambiente.

4.2.3 *Intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores de los cables*

En la Tabla 6.8 y Tabla 6.9 se indican las intensidades de cortocircuito admisibles, en función de los diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección del conductor (mm^2)	Duración del cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	4,7	3,2	2,7	2,1	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
25	7,3	5,0	4,2	3,3	2,3	1,9	1,0	1,4	1,3
50	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
95	27,9	19,2	16,1	12,5	8,8	7,2	6,2	5,6	5,1
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1

Tabla 6.8. Intensidades máximas de cortocircuitos en kA para conductores de aluminio.

Sección del conductor (mm^2)	Duración del cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
10	4,81	3,29	2,70	2,11	1,52	1,26	1,11	1,00	0,92
16	7,34	5,23	4,29	3,35	2,40	1,99	1,74	1,57	1,44

Tabla 6.9. Intensidades máximas de cortocircuitos en kA para conductores de cobre.

4.3 Conductores desnudos de cobre y aluminio

Las intensidades máximas admisibles en régimen permanente serán las obtenidas por aplicación de la tabla siguiente:

Sección nominal (mm^2)	Densidad de corriente (A/mm^2)	
	Cobr	Aluminio
10	8,75	--
16	7,60	6,00
25	6,35	5,00
35	5,75	4,55
50	5,10	4,00
70	4,50	3,55
95	4,05	3,20
120	--	2,90
150	--	2,70

Tabla 6.10. Densidad de corriente en A/mm^2 para conductores desnudos al aire.

4.4 Otros cables u otros sistemas de instalación

Para cualquier otro tipo de cable o composiciones u otro sistema de instalación no contemplado en esta Instrucción, así como para cables que no figuran en las tablas anteriores deberán consultarse las Normas de la serie **UNE 20 435,** o calcularse según la Norma **UNE 21 144.**

7

Redes subterráneas para distribución en baja tensión

Índice

1. Cables 89

2. Ejecución de las instalaciones 90

2.1 Instalación de cables aislados 90

2.1.1 Directamente enterrados 90

2.1.2 En canalizaciones entubadas 90

2.1.3 En galerías 91

2.1.4 En atarjeas o canales revisables 92

2.1.5 En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared 93

2.1.6 Circuitos con cables en paralelo 93

2.2 Condiciones generales para cruzamiento, proximidades y paralelismo 93

2.2.1 Cruzamientos 93

2.2.2 Proximidades y paralelismos 94

2.2.3 Acometidas (conexiones de servicio) 95

2.3 Puesta a tierra y continuidad del neutro 95

3. Intensidades máximas admisibles 96

3.1 Intensidades máximas permanentes en los conductores de los cables 96

3.1.1 Temperatura máxima admisible 96

3.1.2 Condiciones de instalación enterrada 96

3.1.3 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares 100

3.1.4 Condiciones de instalación al aire (en galerías, zanjas registrables, atarjeas o canales revisables) 100

3.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores 104

3.3 Otros cables o sistemas de instalación 105

1. Cables

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma **UNE-HD 603.** La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm^2 para conductores de cobre y a 16 mm^2 para los de aluminio.

Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del conductor neutro será:

a) Con dos o tres conductores: Igual a la de los conductores de fase.

b) Con cuatro conductores, la sección del neutro será como mínimo la de la Tabla 7.1.

Conductores fase (mm^2)	Sección neutro (mm^2)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Tabla 7.1. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase.

2. Ejecución de las instalaciones

2.1 Instalación de cables aislados

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las Normas de la serie **UNE 20435**), a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Los cables aislados podrán instalarse de cualquiera de las maneras indicada a continuación:

2.1.1 *Directamente enterrados*

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes, tales como las establecidas en el apartado 2.1.2. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones que se establecen en el apartado 2.2 de la presente instrucción así lo exijan.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.
- Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.
- Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

2.1.2 *En canalizaciones entubadas*

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4 de la **ITC-BT-21.** No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

2.1.3 *En galerías*

Se consideran dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personas, y la galería registrable, o zanja prefabricada, en la que no está prevista la circulación de personas y dónde las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas del tráfico que correspondan.

2.1.3.1 Galerías visitables

Limitación de servicios existentes

Las galerías visitables se usarán, preferentemente, para instalaciones eléctricas de potencia, cables de control y telecomunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas.

Tampoco es recomendable que existan canalizaciones de agua aunque en aquellos casos en que sea necesario, las canalizaciones de agua se situarán a un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable, que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota del alcantarillado, o de la canalización de saneamiento en que evacua.

Condiciones generales

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de las canalizaciones como la seguridad de circulación de las personas.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida de las que estén en su interior. Deberán disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueve 6 veces por hora, para evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad, y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C.

Los suelos de las galerías serán antideslizantes y deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

Las empresas utilizadoras tomarán las disposiciones oportunas para evitar la presencia de roedores en las galerías.

Disposición e identificación de los cables

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, en uno de los laterales se instalarán los cables de baja tensión, control, señalización, etc., reservando el otro para los cables de alta tensión).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Una vez instalados, todos los cables deberán quedar debidamente señalizados e identificados. En la identificación figurará, también, la empresa a quien pertenecen.

Sujeción de los cables

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc.) para evitar que los esfuerzos electrodinámicos que pueden presentarse durante la explotación de las redes de baja tensión, puedan moverlos o deformarlos.

Estos esfuerzos, en las condiciones más desfavorables previsibles, servirán para dimensionar la resistencia de los elementos de sujeción, así como su separación.

En el caso de cables unipolares agrupados en mazo, los mayores esfuerzos electrodinámicos aparecen entre fases de una misma línea, como fuerza de repulsión de una fase respecto a las otras. En este caso pueden complementarse las sujeciones de los cables con otras que mantengan unido el mazo.

Equipotencialidad de masas metálicas accesibles

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles a las personas que transitan por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente al conductor de tierra de la galería.

Galerías de longitud superior a 400 m

Las galerías de longitud superior a 400 m, además de las disposiciones anteriores, dispondrán de:

a) Iluminación fija en su interior.

b) Instalaciones fijas de detección de gases tóxicos, con una sensibilidad mínima de 300 ppm.

c) Indicadores luminosos que regulen el acceso en las entradas.

d) Accesos de personas cada 400 m, como máximo.

e) Alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores.

f) Tabiques de sectorización contra incendios (RF120) según **NBE-CPI-96.**

g) Puertas cortafuegos (RF 90) según **NBE-CPI-96.**

2.1.3.2 Galerías o zanjas registrables

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Solo se admite la existencia de canalizaciones de agua, si se puede asegurar que en caso de fuga, el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua, y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de baja tensión, de alta tensión, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

Estanqueidad de los cierres

Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor

2.1.4 *En atarjeas o canales revisables*

En ciertas ubicaciones con acceso restringido a personas adiestradas, como puede ser, en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible utilizar canales distintos.

El canal debe permitir la renovación del aire. Sin embargo, si hay canalizaciones de gas cercanas al canal, existe el riesgo de explosión ocasionado por eventuales fugas de gas que lleguen al canal. En cualquier caso, el proyectista debe estudiar las características particulares del entorno y justificar la solución adoptada.

2.1.5 *En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared*

Normalmente, este tipo de instalación solo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas y en la parte interior de edificios, no sometida a la intemperie, y en donde el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurra el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

2.1.6 *Circuitos con cables en paralelo*

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles, por ejemplo:
  - Tres ternas en un nivel: $R^{S}T$, $T^{S}R$, $R^{S}T$
  - Tres ternas apiladas en tres niveles: $R^{S}T$ / $T^{S}R$ / $R^{S}T$

2.2 Condiciones generales para cruzamiento, proximidades y paralelismo

Los cables subterráneos, cuando estén enterrados directamente en el terreno, deberán cumplir, además de los requisitos reseñados en el presente punto, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de baja tensión.

Los requisitos señalados en este punto no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías, en canales, en bandejas, en soportes, en palomillas o directamente sujetos a la pared. En estos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables se deberán aplicar los factores de corrección definidos en el apartado 3.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras «topo» de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria.

2.2.1 *Cruzamientos*

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

Calles y carreteras

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la **ITC-BT-21,** recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la **ITC-BT-21,** recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurran por encima de los alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0.20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2 y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

2.2.2 *Proximidades y paralelismos*

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

2.2.3 *Acometidas (conexiones de servicio)*

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

■ 2.3 Puesta a tierra y continuidad del neutro

La puesta a tierra y continuidad del neutro se atendrá a lo establecido en los capítulos 3.6 y 3.7 de la **ITC-BT 06.**

3. Intensidades máximas admisibles

3.1 Intensidades máximas permanentes en los conductores de los cables

En las tablas que siguen se dan los valores indicados en la Norma **UNE 20 435.**

En la Tabla 7.2 se dan las temperaturas máximas admisibles en el conductor según los tipos de aislamiento.

En las Tablas 7.3, 7.4 y 7.5 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los diferentes tipos de cables, en las condiciones tipo de instalación enterrada indicadas en el apartado 3.1.2.1. En las condiciones especiales de instalación indicadas en el apartado 3.1.2.2 se aplicarán los factores de corrección que correspondan según las Tablas 7.6 a 7.9. Dichos factores de corrección se indican para cada condición que pueda diferenciar la instalación considerada de la instalación tipo.

En las Tablas 7.10, 7.11 y 7.12 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los diferentes tipos de cables, en las condiciones tipo de instalación al aire indicadas en el apartado 3.1.4.1. En las condiciones especiales de instalación indicadas en el apartado 3.1.4.2 se aplicarán los factores de corrección que corresponda, Tablas 7.13 a 7.15. Dichos factores de corrección se indican para cada condición que pueda diferenciar la instalación considerada de la instalación tipo.

3.1.1 *Temperatura máxima admisible*

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislamiento pueda soportar sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

En la Tabla 7.2 se especifican, con carácter informativo, las temperaturas máximas admisibles, en servicio permanente y en cortocircuito, para algunos tipos de cables aislados con aislamiento seco.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima (°C)	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC)		
$S \leq 300$ mm^2	70	160
$S > 300$ mm^2	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

Tabla 7.2. Cables aislados con aislamiento seco; temperatura máxima, en °C, asignada al conductor.

3.1.2 *Condiciones de instalación enterrada*

3.1.2.1 Condiciones tipo de instalación enterrada

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considera la siguiente instalación tipo:

Un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo, directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 0,70 m de profundidad, en un terreno de resistividad térmica media de 1 K·m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad, de 25 °C.

Cables	Sección nominal de los conductores (mm²)	Intensidad
3 × 50 Al + 16 Cu	50	160
3 × 95 Al + 30 Cu	95	235
3 × 150 Al + 50 Cu	150	305
3 × 240 Al + 80 Cu	240	395

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C
- Temperatura del terreno: 25 °C
- Profundidad de instalación: 0,70 m
- Resistividad térmica del terreno: 1 K·m/W

Tabla 7.3. Intensidad máxima admisible en amperios para cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de cobre, en instalación enterrada (servicio permanente).

Sección nominal mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tipo de aislamiento:
- XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90 °C (servicio permanente)
- EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90 °C (servicio permanente)
- PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70 °C (servicio permanente)

- Temperatura del terreno 25 °C
- Profundidad de instalación 0,70 m
- Resistividad térmica del terreno 1 K•m/W

(1) Incluye el conductor neutro, si existe.
(2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.
(3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

Tabla 7.4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente).

Sección nominal mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tipo de aislamiento:
- XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90 °C (servicio permanente)
- EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90 °C (servicio permanente)
- PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70 °C (servicio permanente)

- Temperatura del terreno 25 °C
- Profundidad de instalación 0.70 m
- Resistividad térmica del terreno 1K•m/W

(1) Incluye el conductor neutro, si existe.
(2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.
(3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

Tabla 7.5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

3.1.2.2 Condiciones especiales de instalación enterrada y factores de corrección de intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado en los apartados 2.1.1 y 3.1.2.1, deberán corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 7.2.

A continuación se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los factores de corrección a aplicar.

3.1.2.2.1 Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C

En la Tabla 7.6 se indican los factores de corrección, *F*, de la intensidad admisible para temperaturas del terreno Θ_t distintas de 25 °C, en función de la temperatura máxima de servicio Θ_s de la Tabla 7.2.

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno, Θ_t, (en °C)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 7.6. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinto de 25 °C.

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

3.1.2.2.2 Cables enterrados, directamente o en conducciones, en terreno de resistividad térmica distinta de 1 K·m/W

En la Tabla 7.7 se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible.

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno (en K•m/W)										
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69

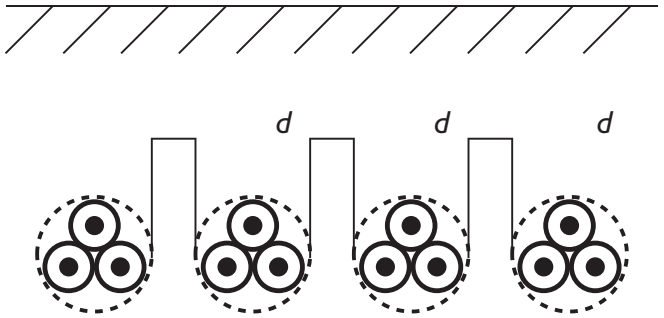
Tabla 7.7. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K·m/W

3.1.2.2.3 Cables tripolares o tetrapolares o ternas de cables unipolares agrupados bajo tierra

En la Tabla 7.8 se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o ternas de unipolares y la distancia entre ellos.

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
***d*= 0 (en contacto)**	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
***d*= 0,07 m**	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
***d*= 0,10 m**	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
***d*= 0,15 m**	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
***d*= 0,20 m**	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
***d*= 0,25 m**	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Tabla 7.8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares.



3.1.2.2.4 Cables enterrados en zanja a diferentes profundidades.

En la Tabla 7.9 se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 0,70 m.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 7.9. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación.

3.1.3 *Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares*

En este tipo de instalaciones es de aplicación todo lo establecido en el apartado 3.1.2, además de lo indicado a continuación.

Se instalará un circuito por tubo. La relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito será superior a 2, pudiéndose aceptar excepcionalmente 1,5.

En el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.

Si se trata de una línea con cuatro cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un factor de corrección de 0,9.

Si se trata de una agrupación de tubos, el factor dependerá del tipo de agrupación y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente.

En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superen los 15 m, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo.

3.1.4 *Condiciones de instalación al aire (en galerías, zanjas registrables, atarjeas o canales revisables)*

3.1.4.1 Condiciones tipo de instalación al aire (en galerías, zanjas registrables, etcétera)

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considera la siguiente instalación tipo:

Un solo cable tripolar o tetrapolar o una terna de cables unipolares en contacto mutuo, con una colocación tal que permita una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura del medio ambiente de 40 °C. Por ejemplo, con el cable colocado sobre bandejas o fijado a una pared, etcétera.

Cables	Sección nominal de los conductores (mm^2)	Intensidad (en A)
3 × 50 Al + 16 Cu	50	125
3 × 95 Al + 30 Cu	95	195
3 × 150 Al + 50 Cu	150	260
3 × 240 Al + 80 Cu	240	360

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C.
- Temperatura del aire ambiente: 40 °C.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

Tabla 7.10. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente, para cables tetrapolares con conductores de aluminio y con conductor neutro concéntrico de cobre, en instalación al aire en galerías ventiladas.

Sección nominal (mm^2)	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	67	65	55	64	63	51
25	93	90	75	85	82	68
35	115	110	90	105	100	82
50	140	135	115	130	125	100
70	180	175	145	165	155	130
95	220	215	180	205	195	160
120	260	255	215	235	225	185
150	300	290	245	275	260	215
185	350	345	285	315	300	245
240	420	400	340	370	360	290
300	480	465	390	425	405	335
400	560	545	455	505	475	385
500	645	625	520	-	-	-
630	740	715	600	-	-	-

- Temperatura del aire: 40 °C.
- Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

(1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

Tabla 7.11. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de aluminio en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40 °C).

Sección nominal (mm²)	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	440	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	-	-	-
630	950	915	765	-	-	-

- Temperatura del aire: 40 °C.
- Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

(1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

Tabla 7.12. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40° C).

3.1.4.2 Condiciones especiales de instalación al aire en galerías ventiladas y factores de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación al aire en galerías ventiladas cuyas características se han especificado en el apartado 3.1.4.1, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no de lugar a una temperatura en el conductor, superior a la prescrita en la Tabla 7.2. A continuación, se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los coeficientes de corrección a aplicar.

3.1.4.2.1 Cables instalados al aire en ambientes de temperatura distinta de 40 °C

En la Tabla 7.13 se indican los factores de corrección *F*, de la intensidad admisible para temperaturas del aire ambiente, Θ_a distintas de 40°C, en función de la temperatura máxima de servicio Θ_s en la Tabla 7.2.

Temperatura de servicio Θ_s (en °C)	Temperatura ambiente, Θ_a (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,84	0,77
70	1,41	1,35	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,81	0,71	0,58

Tabla 7.13. Coeficiente de corrección *F* para temperatura ambiente distinta de 40 °C

El factor de corrección para otras temperaturas, distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\Theta_s - \Theta_a}{\Theta_s - 40}}$$

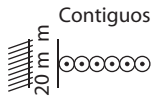
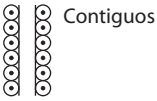
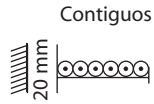
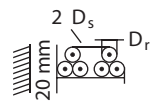
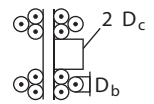
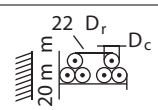
3.1.4.2.2 Cables instalados al aire en canales o galerías pequeñas

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (en canalillos, galerías pequeñas, etc.), en los que no hay una eficaz renovación de aire, el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire.

La magnitud de este aumento depende de muchos factores y debe ser determinada en cada caso como una estimación aproximada. Debe tenerse en cuenta que el incremento de temperatura por este motivo puede ser del orden de 15 K. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por tanto, reducirse con los coeficientes de la Tabla 7.13.

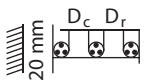
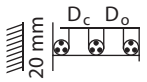
3.1.4.2.3 Grupos de cables instalados al aire

En las Tablas 7.14 y 7.15 se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares en función del tipo de instalación y número de circuitos.

Tipo de instalación		Nº de bandejas	Nº de circuitos trifásicos (2)			A utilizar para (1)
			1	2	3	
Bandejas perforadas (3)		1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,85	0,80	
		3	0,00	0,85	0,80	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	0,95	0,85	–	Tres cables en capa vertical
		2	0,90	0,85	–	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,95	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)		1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos en trebol
		2	0,95	0,95	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	1,00	0,90	0,90	
		2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas, escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	1,00	1,00	
		2	0,95	0,95	0,95	
		3	0,95	0,95	0,90	

(1) Incluye además el conductor neutro, si existiese.
(2) Para circuitos con varios cables en paralelo por fase, a los efectos de la aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
(3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, se reducirán los factores.
(4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores.

Tabla 7.14. Factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares instalados al aire.

Tipo de instalación		Nº de circuitos trifásicos (1)						
		Nº de bandejas	1	2	3	4	6	9
Bandejas perforadas (2)	Contiguos	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75
		2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
		3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
	Espaciados 	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	–
		2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	–
		3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	–
Bandejas verticales perforadas (3)	Contiguos	1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70
		2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70
	Espaciados	1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	–
		2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	–
Bandejas escalera, soporte, etc. (2)	Contiguos	1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80
		2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75
		3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
	Espaciados 	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–
		2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	–
		3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	–

(1) Incluye además el conductor neutro, si existiese.

(2) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, se reducirán los factores.

(3) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores.

Tabla 7.15. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos.

3.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

En las Tablas 7.16 y 7.17 se indican las densidades de corriente de cortocircuito admisibles en los conductores de aluminio y de cobre de los cables aislados con diferentes materiales en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito (en segundos)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	**294**	**203**	**170**	**132**	**93**	**76**	**66**	**59**	**54**
PVC									
Sección 300 mm²	237	168	137	106	75	61	53	47	43
Sección > 300 mm²	211	150	122	94	67	54	47	42	39

Tabla 7.16. Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito (en segundos)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	**449**	**318**	**259**	**201**	**142**	**116**	**100**	**90**	**82**
PVC									
Sección 300 mm²	364	257	210	163	115	94	81	73	66
Sección > 300 mm²	322	228	186	144	102	83	72	64	59

Tabla 7.17. Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de cobre.

3.3 Otros cables o sistemas de instalación

Para cualquier otro tipo de cable u otro sistema no contemplados en esta Instrucción, así como para cables que no figuran en las tablas anteriores, deberá consultarse la Norma **UNE 20 435** o calcularse según la Norma **UNE 21 144.**

8

Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica

Índice

1. Esquemas de distribución 107
   - 1.1 Esquema TN 107
   - 1.2 Esquema TT 108
   - 1.3 Esquema IT 109
   - 1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas 109

2. Prescripciones especiales en las redes de distribución para la aplicación del esquema TN 110

1. Esquemas de distribución

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

  T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

  I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

- Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

  T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

  N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

- Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

  S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

  C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

1.1 Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (Figura 8.1).

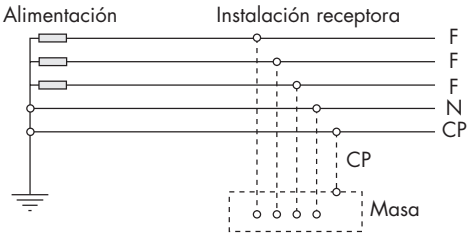


Figura 8.1. Esquema de distribución tipo TN-S.

- Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (Figura 8.2).

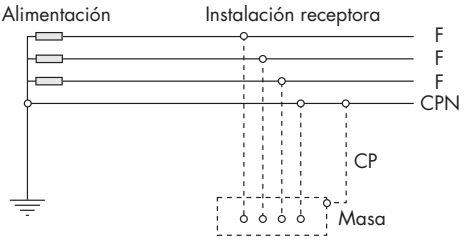


Figura 8.2. Esquema de distribución tipo TN-C.

- Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (Figura 8.3).

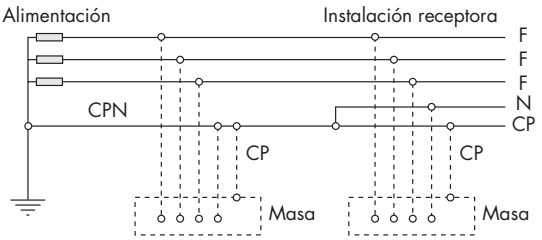


Figura 8.3. Esquema de distribución tipo TN-C-S.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

1.2 Esquema TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (Figura 8.4).

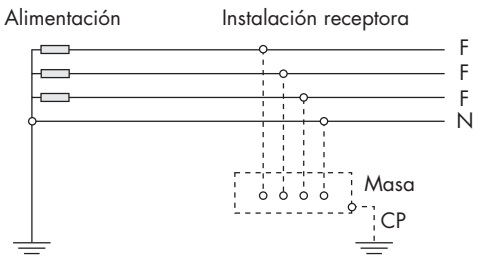


Figura 8.4. Esquema de distribución tipo TT.

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

1.3 Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra (Figura 8.5).

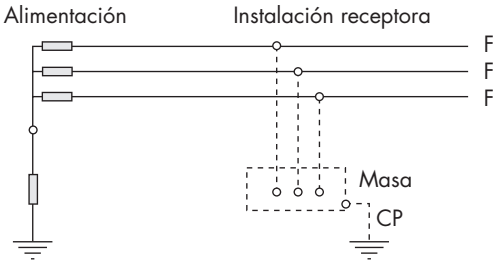


Figura 8.5. Esquema de distribución tipo IT.

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

1.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios.

a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.

b) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

c) No obstante lo dicho en *a)*, puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3.

2. Prescripciones especiales en las redes de distribución para la aplicación del esquema TN

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

a) La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser como mínimo igual a la indicada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase (mm^2)	Sección nominal del conductor neutro (mm^2)	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

Tabla 8.1. Sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase.

b) En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.

c) Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las instrucciones **ITC-BT-06** e **ITC-BT-07,** para las líneas principales y derivaciones serán puestos a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 m.

d) La resistencia de tierra del neutro no será superior a 5 ohmios en las proximidades de la central generadora o del centro de transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.

e) La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a 2 ohmios.

f) En el esquema TN-C, las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

9

Instalaciones de alumbrado exterior

Índice

1. Campo de aplicación 112

2. Acometidas desde las redes de distribución de la compañía suministradora 112

3. Dimensionamiento de las instalaciones 112

4. Cuadros de protección, medida y control 112

5. Redes de alimentación 113
   - 5.1 Cables 113
   - 5.2 Tipos 113
     - 5.2.1 Redes subterráneas 113
     - 5.2.2 Redes aéreas 113
     - 5.2.3 Redes de control y auxiliares 114

6. Soportes de luminarias 114
   - 6.1 Características 114
   - 6.2 Instalación eléctrica 114

7. Luminarias 115
   - 7.1 Características 115
   - 7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas 115

8. Equipos eléctricos de los puntos de luz 115

9. Protección contra contactos directos e indirectos 115

10. Puestas a tierra 115

1. Campo de aplicación

Esta instrucción complementaria, se aplicará a las instalaciones de alumbrado exterior, destinadas a iluminar zonas de dominio público o privado, tales como autopistas, carreteras, calles, plazas, parques, jardines, pasos elevados o subterráneos para vehículos o personas, caminos, etc. Igualmente se incluyen las instalaciones de alumbrado para cabinas telefónicas, anuncios publicitarios, mobiliario urbano en general, monumentos o similares así como todos receptores que se conecten a la red de alumbrado exterior. Se excluyen del ámbito de aplicación de esta instrucción la instalación para la iluminación de fuentes y piscinas y las de los semáforos y las balizas, cuando sean completamente autónomos.

2. Acometidas desde las redes de distribución de la compañía suministradora

La acometida podrá ser subterránea o aérea con cables aislados, y se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora, aprobadas según lo previsto en este Reglamento para este tipo de instalaciones.

La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida.

3. Dimensionamiento de las instalaciones

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga, estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Cuando se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas o tubos de descarga, las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, que tanto éstas como aquellos puedan producir, se aplicará el coeficiente corrector calculado con estos valores.

Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3 %.

Con el fin de conseguir ahorros energéticos y siempre que sea posible, las instalaciones de alumbrado público se proyectarán con distintos niveles de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación.

4. Cuadros de protección, medida y control

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω. No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ω y a 1 Ω, respectivamente.

Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o foto-eléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP 55 según **UNE 20 324** e IK10 según **UNE-EN 50 102** y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

5. Redes de alimentación

5.1 Cables

Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV.

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

5.2 Tipos

5.2.1 *Redes subterráneas*

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la **ITC-BT-07.** Los cables serán de las características especificadas en la **UNE 21 123,** e irán entubados; los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la **ITC-BT-21** y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados el grado de resistencia al impacto será ligero según **UNE-EN 50 086-2-4.**

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm^2. En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm^2, la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la **ITC-BT-07.**

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

5.2.2 *Redes aéreas*

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para las redes aéreas aisladas descritas en la **ITC-BT-06.**

Podrán estar constituidas por cables posados sobre fachadas o tensados sobre apoyos. En este último caso, los cables serán autoportantes con neutro fiador o con fiador de acero.

La sección mínima a emplear, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm^2. En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm^2, la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase. En caso de ir sobre apoyos comunes con los de una red de distribución, el tendido de los cables de alumbrado será independiente de aquel.

5.2.3 *Redes de control y auxiliares*

Se emplearán sistemas y materiales similares a los indicados para los circuitos de alimentación, la sección mínima de los conductores será 2,5 mm^2.

6. Soportes de luminarias

6.1 Características

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el **RD 2642/85, RD 401/89** y **OM de 16/5/89**). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes que lo requieran, deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según **UNE 20324** (EN 60529) e IK10 según **UNE-EN 50 102.** La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado o en el interior de la obra de fábrica.

6.2 Instalación eléctrica

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm^2, y de tensión asignada 0,6/1kV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales, estará hecha deforma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.

7. Luminarias

7.1 Características

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la Norma **UNE-EN 60 598-2-3** y la **UNE-EN 60 598-2-5** en el caso de proyectores de exterior.

7.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según **UNE 20 324.**

La suspensión de las luminarias se hará mediante cables de acero protegido contra la corrosión, de sección suficiente para que posea una resistencia mecánica con coeficiente de seguridad de no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 6 m.

8. Equipos eléctricos de los puntos de luz

Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado.

Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP 54, según **UNE 20 324** e IK 8 según **UNE-EN 50 102,** e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades.

9. Protección contra contactos directos e indirectos

Las luminarias serán de **Clase I** o de **Clase II.**

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales. Las partes metálicas de los kioskos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.

Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm^2 en cobre.

10. Puestas a tierra

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etcétera).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm^2 de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm^2 para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm^2 de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Capítulo III

Previsión de cargas e instalaciones de enlace

10

Previsión de cargas para suministros en baja tensión

Índice

1. Clasificación de los lugares de consumo 120

2. Grado de electrificación y previsión de la potencia en las viviendas 120
   - 2.1 Grado de electrificación 120
     - 2.1.1 Electrificación básica 120
     - 2.1.2 Electrificación elevada 120
   - 2.2 Previsión de la potencia 120

3. Carga total correspondiente a un edificio destinado preferentemente a viviendas 120
   - 3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas 121
   - 3.2 Carga correspondiente a los servicios generales 121
   - 3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas 121
   - 3.4 Carga correspondiente a los garajes 121

4. Carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias 122
   - 4.1 Edificios comerciales o de oficinas 122
   - 4.2 Edificios destinados a concentración de industrias 122

5. Previsión de cargas 122

6. Suministros monofásicos 122

1. Clasificación de los lugares de consumo

Se establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas.
- Edificios comerciales o de oficinas.
- Edificios destinados a una industria específica.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

2. Grado de electrificación y previsión de la potencia en las viviendas

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar. Se establecen los siguientes grados de electrificación.

2.1 Grado de electrificación

2.1.1 *Electrificación básica*

Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

2.1.2 *Electrificación elevada*

Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m^2, o con cualquier combinación de los casos anteriores.

2.2 Previsión de la potencia

El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la empresa suministradora la potencia a prever, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a 5 750 W a 230 V, en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

En las viviendas con grado de electrificación elevada, la potencia a prever no será inferior a 9 200 W.

En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático, según se indica en la **ITC-BT-25.**

3. Carga total correspondiente a un edificio destinado preferentemente a viviendas

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de los servicios generales del edificio, de la correspondiente a los locales comerciales y de los garajes que forman parte del mismo.

La carga total correspondiente a varias viviendas o servicios se calculará de acuerdo con los siguientes apartados:

3.1 Carga correspondiente a un conjunto de viviendas

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 10.1, según el número de viviendas.

Nº Viviendas (n)	Coeficiente de simultaneidad	Nº Viviendas (n)	Coeficiente de simultaneidad
1	1	12	9,9
2	2	13	10,6
3	3	14	11,3
4	3,8	15	11,9
5	4,6	16	12,5
6	5,4	17	13,1
7	6,2	18	13,7
8	7	19	14,3
9	7,8	20	14,8
10	8,5	21	15,3
11	9,2	$n > 21$	$15{,}3 + (n - 21) \times 0{,}5$

Tabla 10.1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas.

Para edificios cuya instalación esté prevista para la aplicación de la tarifa nocturna, la simultaneidad será 1 (coeficiente de simultaneidad = nº de viviendas).

3.2 Carga correspondiente a los servicios generales

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (factor de simultaneidad = 1).

3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3 450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

3.4 Carga correspondiente a los garajes

Se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20 W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3 450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Cuando en aplicación de la **NBE-CPI-96** sea necesario un sistema de ventilación forzada para la evacuación de humos de incendio, se estudiará de forma específica la previsión de cargas de los garajes.

4. Carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias

En general, la demanda de potencia determinará la carga a prever en estos casos que no podrá ser nunca inferior a los siguientes valores.

4.1 Edificios comerciales o de oficinas

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3 450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

4.2 Edificios destinados a concentración de industrias

Se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

5. Previsión de cargas

La previsión de los consumos y cargas se hará de acuerdo con lo dispuesto en la presente instrucción. La carga total prevista en los capítulos 2, 3 y 4, será la que hay que considerar en el cálculo de los conductores de las acometidas y en el cálculo de las instalaciones de enlace.

6. Suministros monofásicos

Las empresas distribuidoras estarán obligadas, siempre que lo solicite el cliente, a efectuar el suministro de forma que permita el funcionamiento de cualquier receptor monofásico de potencia menor o igual a 5 750 W a 230 V, hasta un suministro de potencia máxima de 14 490 W a 230V.

11

Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas

Índice

1. Acometidas 124

1.1 Definición 124

1.2 Tipos de acometidas 124

1.2.1 Acometida aérea posada sobre fachada **124**

1.2.2 Acometida aérea tensada sobre postes **125**

1.2.3 Acometida subterránea **125**

1.2.4 Acometida aero-subterránea **125**

1.3 Instalación 125

1.4 Características de los cables y conductores 126

1. Acometidas

1.1 Definición

Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (en adelante CGP).

1.2 Tipos de acometidas

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, las acometidas podrán ser:

Tipo	Sistema de instalación
Aéreas	Posada sobre fachada
	Tensada sobre poste
Subterráneas	Con entrada y salida
	En derivación
Mixtas	Aero-Subterráneas

Tabla 11.1. Tipo de acometida en función del sistema de instalación.

1.2.1 *Acometida aérea posada sobre fachada*

Antes de proceder a su realización, si es posible, deberá efectuarse un estudio previo de las fachadas para que éstas se vean afectadas lo menos posible por el recorrido de los conductores que deberán quedar suficientemente protegidos y resguardados.

En este tipo de acometidas los cables se instalarán distanciados de la pared y su fijación a ésta se hará mediante accesorios apropiados.

Los cables posados sobre fachada serán aislados de tensión asignada 0,6/1 kV y su instalación se hará preferentemente, bajo conductos cerrados o canales protectoras con tapa desmontable con la ayuda de un útil.

Los tramos en que la acometida quede a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m, deberán protegerse con tubos o canales rígidos de las características indicadas en la Tabla 11.2 y se tomarán las medidas adecuadas para evitar el almacenamiento de agua en estos tubos o canales de protección.

Característica	Grado (canales)	Código (tubos)
Resistencia al impacto	Fuerte (6 julios)	4
Temperatura mínima de instalación y servicio	−5 °C	4
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	1
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica/aislante	1 / 2
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	Ø ≥ 1 mm	4
Resistencia a la corrosión (conductos metálicos)	Protección interior media, exterior alta	3
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	1

Tabla 11.2. Características de los tubos o canales que deben utilizarse cuando la acometida quede a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m.

El cumplimiento de estas características se verificará según los ensayos indicados en las Normas **UNE-EN 50 086-2-1** para tubos rígidos y **UNE-EN 50 085-1** para canales.

Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar y dependiendo de la longitud del vano, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos, bien utilizando el sistema para acometida tensada, bien utilizando un cable fiador, siempre que se cumplan las condiciones de la **ITC-BT-06.**

Estos cruces se realizarán de modo que el vano sea lo más corto posible, y la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

En edificaciones de interés histórico o artístico, o declaradas como tal, se tratará de evitar este tipo de acometidas.

1.2.2 *Acometida aérea tensada sobre postes*

Los cables serán aislados de tensión asignada 0,6/1 kV y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador, independiente y debidamente tensado o también mediante la utilización de un conductor neutro fiador con una adecuada resistencia mecánica, y debidamente calculado para esta función.

Todos los apoyos irán provistos de elementos adecuados que permitirán la sujeción mediante soportes de suspensión o de amarre, indistintamente.

Las distancias en altura, proximidades, cruzamientos y paralelismos cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-06.**

Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso, inferior a 6 m.

1.2.3 *Acometida subterránea*

Este tipo de instalación, se realizará de acuerdo con lo indicado en la **ITC-BT-07.**

Se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la **ITC-BT-07** en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicación y con otros conductores de energía eléctrica.

1.2.4 *Acometida aero-subterránea*

Son aquellas acometidas que se realizan parte en instalación aérea y parte en instalación subterránea.

El proyecto e instalación de los distintos tramos de la acometida se realizará en función de su trazado, de acuerdo con los apartados que le corresponden de esta instrucción, teniendo en cuenta las condiciones de su instalación.

En el paso de acometidas subterráneas a aéreas, el cable irá protegido desde la profundidad establecida según **ITC-BT-07** y hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo , mediante un conducto rígido de las características indicadas en el apartado 1.2.1, de esta instrucción.

1.3 Instalación

Con carácter general, las acometidas se realizarán siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados. En todo caso se realizarán de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de conexión de la CGP.

La acometida discurrirá por terrenos de dominio público excepto en aquellos casos de acometidas aéreas o subterráneas, en que hayan sido autorizadas las correspondientes servidumbres de paso.

Se evitará la realización de acometidas por patios interiores, garajes, jardines privados, viales de conjuntos privados cerrados, etcétera.

En general se dispondrá de una sola acometida por edificio o finca. Sin embargo, podrán establecerse acometidas independientes para suministros complementarios establecidos en el Reglamento electrotécnico para baja tensión o aquellos cuyas características especiales (potencias elevadas, entre otras) así lo aconsejen.

1.4 Características de los cables y conductores

Los conductores o cables serán aislados, de cobre o aluminio y los materiales utilizados y las condiciones de instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en la **ITC-BT-06** y la **ITC-BT-07** para redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica respectivamente.

Por cuanto se refiere a las secciones de los conductores y al número de los mismos, se calcularán teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la **ITC-BT-10.**
- Tensión de suministro.
- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación.
- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que la empresa distribuidora tenga establecida, en su reparto de caídas de tensión en los elementos que constituyen la red, para que en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

12

Instalaciones de enlace. Esquemas

Índice

1. Instalaciones de enlace 128

1.1 Definición 128

1.2 Partes que constituyen las instalaciones de enlace 128

2. Esquemas 128

2.1 Para un solo usuario 129

2.2 Para más de un usuario 129

2.2.1 Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar **129**

2.2.2 Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar **130**

2.2.3 Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar **131**

1. Instalaciones de enlace

1.1 Definición

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

1.2 Partes que constituyen las instalaciones de enlace

- Caja General de Protección (CGP).
- Línea General de Alimentación (LGA).
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC).
- Derivación Individual (DI).
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP).
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP).

2. Esquemas

En este apartado aparece una serie de esquemas de instalaciones de enlace. Para interpretarlos hay que consultar la siguiente leyenda:

1. Red de distribución.
2. Acometida.
3. Caja general de protección.
4. Línea general de alimentación.
5. Interruptor general de maniobra.
6. Caja de derivación.
7. Emplazamiento de contadores.
8. Derivación individual.
9. Fusible de seguridad.
10. Contador.
11. Caja para interruptor de control de potencia.
12. Dispositivos generales de mando y protección.
13. Instalación interior.

Nota: El conjunto de derivación individual e instalación interior constituye la instalación privada.

2.1 Para un solo usuario

En este caso se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea general de alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad (9) coincide con el fusible de la CGP.

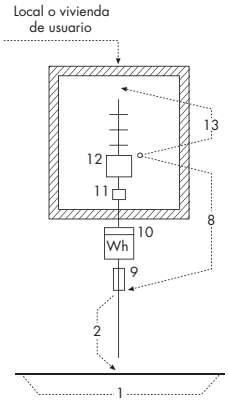


Figura 12.1. Esquema para un solo usuario.

2.2 Para más de un usuario

Las instalaciones de enlace se ajustarán a los siguientes esquemas según la colocación de los contadores.

2.2.1 *Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar*

El esquema de la Figura 12.1 puede generalizarse para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

Por lo tanto es válido lo indicado para los fusibles de seguridad (9) en el apartado 2.1.

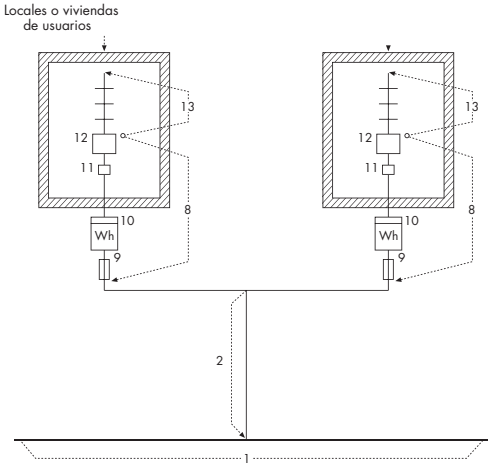
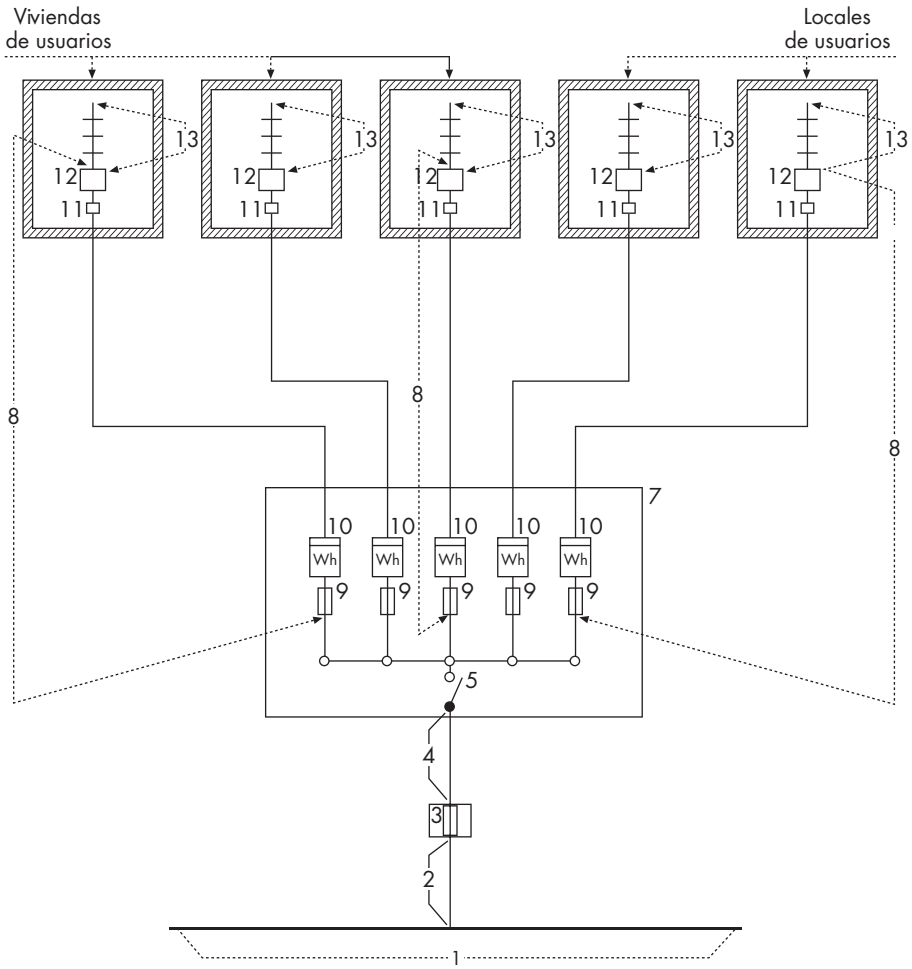


Figura 12.2. Esquema para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

2.2.2 *Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar*

Este esquema es el que se utilizará normalmente en conjuntos de edificación vertical u horizontal, destinados principalmente a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias.



1. Red de distribución.
2. Acometida.
3. Caja general de protección.
4. Línea general de alimentación.
5. Interruptor general de maniobra.
6. Caja de derivación.
7. Emplazamiento de contadores.
8. Derivación individual.
9. Fusible de seguridad.
10. Contador.
11. Caja para interruptor de control de potencia.
12. Dispositivos generales de mando y protección.
13. Instalación interior.

Figura 12.3. Esquema para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar.

2.2.3 *Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar*

Este esquema se utilizará en edificios destinados a viviendas, edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias donde la previsión de cargas haga aconsejable la centralización de contadores en más de un lugar o planta. Igualmente se utilizará para la ubicación de diversas centralizaciones en una misma planta en edificios comerciales o industriales, cuando la superficie de la misma y la previsión de cargas lo aconseje. También podrá ser de aplicación en las agrupaciones de viviendas en distribución horizontal dentro de un recinto privado.

Este esquema es de aplicación en el caso de centralización de contadores de forma distribuida mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas, que cumplan lo establecido en la Norma **UNE-EN 60 439-2.**

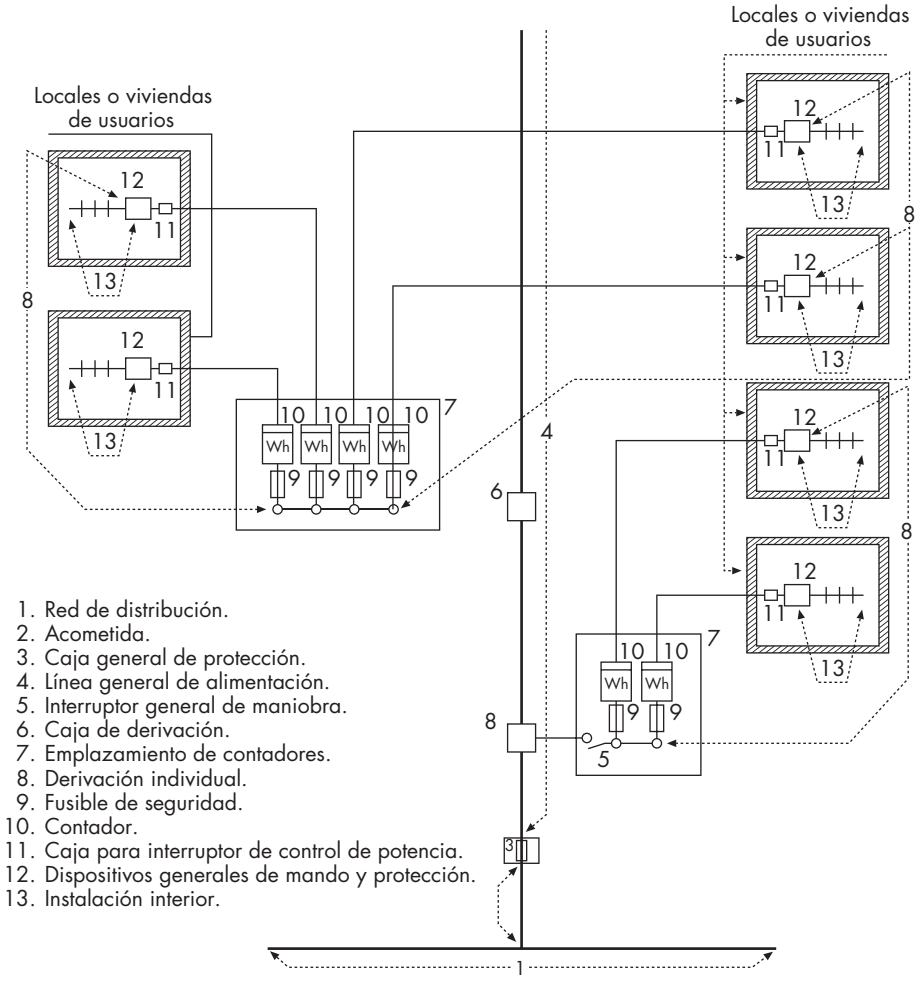


Figura 12.4. Esquema para varios usuarios con contadores en forma centralizada en más de un lugar.

13

Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección

Índice

1. Cajas generales de protección 133
   1.1 Emplazamiento e instalación 133
   1.2 Tipos y características 133

2. Cajas de protección y medida 134
   2.1 Emplazamiento e instalación 134
   2.2 Tipos y características 134

1. Cajas generales de protección

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

1.1 Emplazamiento e instalación

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

En el caso de edificios que alberguen en su interior un centro de transformación para distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación, desempeñando la función de caja general de protección. En este caso, la propiedad y el mantenimiento de la protección serán de la empresa suministradora.

Cuando la acometida sea aérea podrán instalarse en montaje superficial a una altura sobre el suelo comprendida entre 3 m y 4 m. Cuando se trate de una zona en la que esté previsto el paso de la red aérea a red subterránea, la caja general de protección se situará como si se tratase de una acometida subterránea.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según **UNE-EN 50 102,** revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la **ITC-BT-21** para canalizaciones empotradas.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc., según se indica en **ITC-BT-06** y **ITC-BT-07.**

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación. Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas previo acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado solo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

1.2 Tipos y características

Las cajas generales de protección a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la administración pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

El esquema de caja general de protección a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa suministradora. En el caso de alimentación subterránea, las cajas generales de protección podrán tener prevista la entrada y salida de la línea de distribución.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma **UNE-EN 60 439-1,** tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la Norma **UNE-EN 60 439-3,** una vez instaladas tendrán un grado de protección IP 43 según **UNE 20 324** e IK08 según **UNE-EN 50 102** y serán precintables.

2. Cajas de protección y medida

Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar conforme a la Figura 12.1 y la Figura 12.2 de la Instrucción **ITC-BT-12,** al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida.

2.1 Emplazamiento e instalación

Es aplicable lo indicado en el apartado 1.1 de esta instrucción, salvo que no se admitirá el montaje superficial. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m.

2.2 Tipos y características

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma **UNE-EN 60 439-1,** tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la **UNE-EN 60 439-3,** una vez instaladas tendrán un grado de protección IP 43 según **UNE 20 324** e IK09 según **UNE-EN 50 102** y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

14

Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación

Índice

1. Definición 136

2. Instalación 136

3. Cables 137

1. Definición

Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la Norma **UNE-EN 60 439-2.**
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-21,** salvo en lo indicado en la presente instrucción.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

2. Instalación

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común.

Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar, será el que se indica en la Tabla 14.1.

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100 %.

En instalaciones de cables aislados y conductores de protección en el interior de tubos enterrados se cumplirá lo especificado en la **ITC-BT-07,** excepto en lo indicado en la presente instrucción.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

Además, cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. La línea general de alimentación no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en la **NBE-CPI-96.** Se evitarán las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones del edificio. Este conducto será registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas, como mínimo y sus paredes tendrán una resistencia al fuego de RF 120 según **NBE-CPI-96.** Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30 $\times$ 30 cm y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

3. Cables

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la Norma **UNE 21 123** parte 4 o 5 cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como «no propagadores de la llama» de acuerdo con las Normas **UNE-EN 50 085-1** y **UNE-EN 50 086-1,** cumplen con esta prescripción.

Siempre que se utilicen conductores de aluminio, las conexiones del mismo deberán realizarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor debido a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm^2 en cobre o 16 mm^2 en aluminio.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible.

La caída de tensión máxima permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 %.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 %.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la **UNE 20 460-5-523** con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la **ITC-BT-10.**

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50 % de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la Tabla 14.1.

Secciones (mm^2)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
Fase	Neutro	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140

Secciones (mm^2)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
Fase	Neutro	
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

Tabla 14.1. Sección mínima del conductor neutro.

15

Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales

Índice

1. Definición 140

2. Instalación 140

3. Cables 141

1. Definición

Derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la Norma **UNE-EN60 439-2.**
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-21,** salvo en lo indicado en la presente instrucción.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

2. Instalación

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m^2 de superficie.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la **NBE-CPI-96,** careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas,

se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la **NBE-CPI-96.** Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

Dimensiones (m)		
Número de derivaciones	**Anchura *L* (m)**	
	Profundidad *P* = 0,15 m una fila	**Profundidad *P* = 0,30 m dos filas**
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Tabla 15.1. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual, en las que no se realizarán empalmes de conductores. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según **UNE-EN 60 695-11-10.**

Para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo que se indica en la **ITC-BT-07** para redes subterráneas, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

3. Cables

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa distribuidora si el usuario así lo desea.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la **ITC-BT-19.**

Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la Norma **UNE 21 123** parte 4 o 5; o a la Norma **UNE 211 002** (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como «no propagadores de la llama» de acuerdo con las Normas **UNE-EN 50 085-1** y **UNE-EN 50 086-1,** cumplen con esta prescripción.

La sección mínima será de 6 mm^2 para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm^2 para el hilo de mando, que será de color rojo.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la **ITC-BT-10** y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la **ITC-BT-19** y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la **ITC-BT-07.**

b) La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5 %.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1 %.
- Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5 %.

16

Instalaciones de enlace. Contadores, ubicación y sistemas de instalación

Índice

1. Generalidades 144

2. Formas de colocación 145

2.1 Colocación en forma individual 145

2.2 Colocación en forma concentrada 145

2.2.1 En local 146

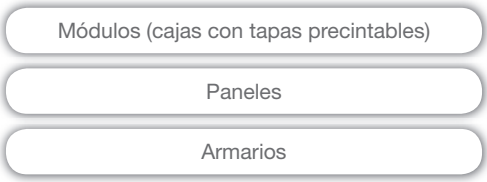
2.2.2 En armario 147

3. Concentración de contadores 147

4. Elección del sistema 148

1. Generalidades

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:



Todos ellos, constituirán conjuntos que deberán cumplir la Norma **UNE-EN 60 439** partes 1, 2 y 3.

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la Norma **UNE 20 324** y **UNE-EN 50 102,** respectivamente.

- Para instalaciones de tipo interior: IP 40; IK 09.
- Para instalaciones de tipo exterior: IP 43; IK 09.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los módulos, paneles y armarios, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de 6 mm^2 de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de Clase 2 según Norma **UNE 21 022,** con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la **ITC MIE-BT-26.**

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la Norma **UNE 21 027–9** (mezclas termoestables) o a la Norma **UNE 211 002** (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.

Asimismo, deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas anteriormente, su color de identificación será el rojo y con una sección de 1,5 mm^2.

Las conexiones se efectuarán directamente y los conductores no requerirán preparación especial o terminales.

2. Formas de colocación

2.1 Colocación en forma individual

Esta disposición se utilizará solo cuando se trate de un suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar.

Se hará uso de la Caja de Protección y Medida, de los tipos y características indicados en el apartado 2 de **ITC MIE-BT-13,** que reúne bajo una misma envolvente, los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria. En este caso, los fusibles de seguridad coinciden con los generales de protección.

El emplazamiento de la Caja de Protección y Medida se efectuará de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1 de la **ITC MIE-BT-13.**

Para suministros industriales, comerciales o de servicios con medida indirecta, dada la complejidad y diversidad que ofrecen, la solución a adoptar será la que se especifique en los requisitos particulares de la empresa suministradora para cada caso en concreto, partiendo de los siguientes principios:

- Fácil lectura del equipo de medida.
- Acceso permanente a los fusibles generales de protección.
- Garantías de seguridad y mantenimiento.

El usuario será responsable del quebrantamiento de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las empresas suministradoras, así como de la rotura de cualquiera de los elementos que queden bajo su custodia, cuando el contador esté instalado dentro de su local o vivienda. En el caso de que el contador se instale fuera, será responsable el propietario del edificio.

2.2 Colocación en forma concentrada

En el caso de:

- Edificios destinados a viviendas y locales comerciales.
- Edificios comerciales.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local, según el apartado 2.2.1 siguiente.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.
- Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

2.2.1 *En local*

Este local que estará dedicado única y exclusivamente a este fin podrá, además, albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica para la gestión de los suministros que parten de la centralización, un equipo de comunicación y adquisición de datos, a instalar por la Compañía Eléctrica, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la **NBE-CPI-96** para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero, de basuras, etcétera.

- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.

- Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.

- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.

- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.

- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.

- El local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en la Norma **NBE-CPI-96** para locales de riesgo especial bajo.

- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 $\times$ 2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en la Norma **NBE-CPI-96** y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.

- Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

- En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

2.2.2 *En armario*

Si el número de contadores a centralizar es igual o inferior a 16, además de poderse instalar en un local de las características descritas en 2.2.1, la concentración podrá ubicarse en un armario destinado única y exclusivamente a este fin.

Este armario, reunirá los siguientes requisitos:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio, salvo cuando existan concentraciones por plantas, empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada lo más próximo a ella y a la canalización de las derivaciones individuales.
- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Los armarios tendrán una característica parallamas mínima, PF 30.
- Las puertas de cierre, dispondrán de la cerradura que tenga normalizada la empresa suministradora.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente y en sus inmediaciones, se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

3. Concentración de contadores

Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

En referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la Norma **UNE-EN 60695-2-1,** a una temperatura de 960 °C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850 °C para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etcétera.

Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior y podrán constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la concentración que lo precisen, estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponde.

La propiedad del edificio o el usuario tendrán, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen y de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en el local o armario en que se ubique la concentración de contadores.

Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y permitirán la incorporación de los avances tecnológicos del momento.

La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80 m.

El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

Las concentraciones estarán formadas eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra.

  Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios.

  Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos.

  Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores.

  Cuando exista más de una línea general de alimentación se colocará un interruptor por cada una de ellas.

  El interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga hasta 90 kW, y de 250 A para las superiores a ésta, hasta 150 kW.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.

  Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

- Unidad funcional de medida.

  Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

- Unidad funcional de mando (opcional).

  Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida.

  Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales.

  El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

- Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional).

  Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

4. Elección del sistema

Para homogeneizar estas instalaciones la empresa suministradora, de común acuerdo con la propiedad, elegirá de entre las soluciones propuestas la que mejor se ajuste al suministro solicitado. En caso de discrepancia resolverá el organismo competente de la Administración.

Se admitirán otras soluciones tales como contadores individuales en viviendas o locales, cuando se incorporen al sistema nuevas técnicas de telegestión.

17

Instalaciones de enlace.

Índice

1. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia 150
   - 1.1 Situación 150
   - 1.2 Composición y características de los cuadros 150
   - 1.3 Características principales de los dispositivos de protección 151

1. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia

1.1 Situación

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En viviendas, deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc. En los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada de éstos.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

1.2 Composición y características de los cuadros

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las Normas **UNE 20 451** y **UNE-EN 60 439-3,** con un grado de protección mínimo IP 30 según **UNE 20 324** e IK07 según **UNE-EN 50 102.** La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la **ITC-BT-24.**
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según **ITC-BT-23,** si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

1.3 Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4 500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción **ITC-BT-24.**

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protejan.

Capítulo IV

Instalaciones interiores o receptoras

18

Instalaciones de puesta a tierra

Índice

1. Objeto 156

2. Puesta o conexión a tierra. Definición 156

3. Uniones a tierra 156
   - 3.1 Tomas de tierra 157
   - 3.2 Conductores de tierra 158
   - 3.3 Bornes de puesta a tierra 158
   - 3.4 Conductores de protección 158

4. Puesta a tierra por razones de protección 160
   - 4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto 160

5. Puesta a tierra por razones funcionales 160

6. Puesta a tierra por razones combinadas de protección y funcionales 160

7. Conductores CPN (también denominados PEN) 161

8. Conductores de equipotencialidad 161

9. Resistencia de las tomas de tierra 161

10. Tomas de tierra independientes 163

11. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación 163

12. Revisión de las tomas de tierra 164

1. Objeto

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se regirán por el contenido de la presente instrucción.

2. Puesta o conexión a tierra. Definición

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

3. Uniones a tierra

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

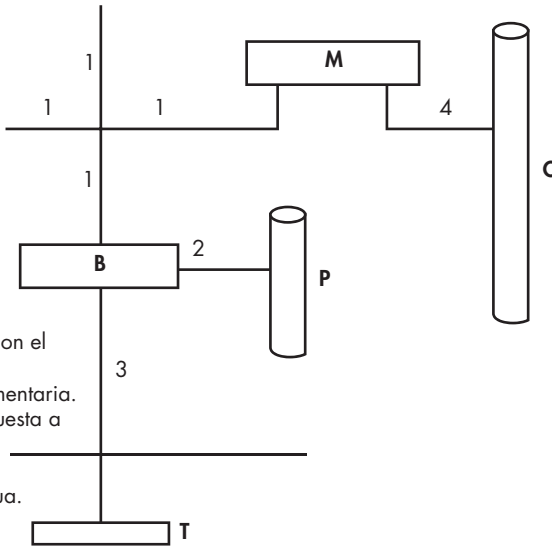
El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la **ITC-BT-24** y los requisitos particulares de las instrucciones técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En la Figura 18.1 se indican las partes típicas de una instalación de puesta a tierra:



1. Conductor de protección.
2. Conductor de unión equipotencial.
3. Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
4. Conductor de equipotencialidad suplementaria.

B. Borne principal de tierra, o punto de puesta a tierra.

M. Masa.

C. Canalización metálica principal de agua.

T. Toma de tierra.

Figura 18.1. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.

3.1 Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la Clase 2 de la Norma **UNE 21 022.**

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

3.2 Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de esta instrucción y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la Tabla 18.1. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm² cobre 16 mm² acero galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm² cobre 50 mm² hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 18.1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

3.3 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

3.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red.
- A un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la Tabla 18.2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma **UNE 20 460-5-54** apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 18.2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la Tabla 18.2 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la Tabla 18.2.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

Conductores en los cables multiconductores.

Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.

Conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

a) Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.

b) Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.

c) Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones *a)* y *b)* anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP o CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

4. Puesta a tierra por razones de protección

Para las medidas de protección en los esquemas TN, TT e IT, ver la **ITC-BT 24.**

Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobreintensidades para la protección contra el choque eléctrico, será preceptiva la incorporación del conductor de protección en la misma canalización que los conductores activos o en su proximidad inmediata.

4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto

La toma de tierra auxiliar del dispositivo debe ser eléctricamente independiente de todos los elementos metálicos puestos a tierra, tales como elementos de construcciones metálicas, conducciones metálicas, cubiertas metálicas de cables. Esta condición se considera como cumplida si la toma de tierra auxiliar se instala a una distancia suficiente de todo elemento metálico puesto a tierra, tal que quede fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra principal.

La unión a esta toma de tierra debe estar aislada, con el fin de evitar todo contacto con el conductor de protección o cualquier elemento que pueda estar conectados a él.

El conductor de protección no debe estar unido más que a las masas de aquellos equipos eléctricos cuya alimentación pueda ser interrumpida cuando el dispositivo de protección funcione en las condiciones de defecto.

5. Puesta a tierra por razones funcionales

Las puestas a tierra por razones funcionales deben ser realizadas de forma que aseguren el funcionamiento correcto del equipo y permitan un funcionamiento correcto y fiable de la instalación.

6. Puesta a tierra por razones combinadas de protección y funcionales

Cuando la puesta a tierra sea necesaria a la vez por razones de protección y funcionales, prevalecerán las prescripciones de las medidas de protección.

7. Conductores CPN (también denominados PEN)

En el esquema TN, cuando en las instalaciones fijas el conductor de protección tenga una sección al menos igual a 10 mm^2, en cobre o aluminio, las funciones de conductor de protección y de conductor neutro pueden ser combinadas, a condición de que la parte de la instalación común no se encuentre protegida por un dispositivo de protección de corriente diferencial residual.

Sin embargo, la sección de mínima de un conductor CPN puede ser de 4 mm^2, a condición de que el cable sea de cobre y del tipo concéntrico y que las conexiones que aseguran la continuidad estén duplicadas en todos los puntos de conexión sobre el conductor externo. El conductor CPN concéntrico debe utilizarse a partir del transformador y debe limitarse a aquellas instalaciones en las que se utilicen accesorios concebidos para este fin.

El conductor CPN debe estar aislado para la tensión más elevada a la que puede estar sometido, con el fin de evitar las corrientes de fuga.

El conductor CPN no tiene necesidad de estar aislado en el interior de los aparatos.

Si a partir de un punto cualquiera de la instalación, el conductor neutro y el conductor de protección están separados, no estará permitido conectarlos entre sí en la continuación del circuito por detrás de este punto. En el punto de separación, deben preverse bornes o barras separadas para el conductor de protección y para el conductor neutro. El conductor CPN debe estar unido al borne o a la barra prevista para el conductor de protección.

8. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2, si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

9. Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varia frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La Tabla 18.3 muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla 18.4.

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla 18.5, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

Naturaleza terreno	Resistividad (en Ohm • m)
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3 000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1 500 a 3 000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1 000 a 5 000
Calizas agrietadas	500 a 1 000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1 500 a 10 000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 18.3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm • m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3 000

Tabla 18.4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0{,}8\ \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\ \rho/L$
ρ, resistividad del terreno (Ohm • m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 18.5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.

10. Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

11. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia del punto 10, entre las puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a las puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 m para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<$100 ohmios • m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula:

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U}$$

Siendo:

D: distancia entre electrodos, en metros.

ρ: resistividad media del terreno en ohmios $\times$ metro.

I_d: intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica

U: 1200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario. Para redes TN, U será inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible de la instalación definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantía de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Solo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d R_t$) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantía de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

12. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de la obra o instalador autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

19

Prescripciones generales

Índice

1. Campo de aplicación **166**

2. Prescripciones de carácter general **166**

2.1 Regla general **166**

2.2 Conductores activos **166**

2.2.1 Naturaleza de los conductores **166**

2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión **166**

2.2.3 Intensidades máximas admisibles **166**

2.2.4 Identificación de conductores **167**

2.3 Conductores de protección **167**

2.4 Subdivisión de las instalaciones **170**

2.5 Equilibrado de cargas **170**

2.6 Posibilidad de separación de la alimentación **170**

2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga **171**

2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos **172**

2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica **172**

2.10 Bases de toma de corriente **173**

2.11 Conexiones **174**

1. Campo de aplicación

Las prescripciones contenidas en esta instrucción se extienden a las instalaciones interiores dentro del campo de aplicación del artículo 2 y con tensión asignada dentro de los márgenes de tensión fijados en el artículo 4 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

2. Prescripciones de carácter general

2.1 Regla general

La determinación de las características de la instalación deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma **UNE 20 460-3.**

2.2 Conductores activos

2.2.1 *Naturaleza de los conductores*

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la **ITC-BT-20.**

2.2.2 *Sección de los conductores. Caídas de tensión*

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

2.2.3 *Intensidades máximas admisibles*

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma **UNE 20 460-5-523** y su anexo nacional.

En la Tabla 19.1 se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables. Para otras temperaturas, métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, así como para conductores enterrados, consultar la Norma **UNE 20 460-5-523.**

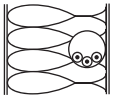
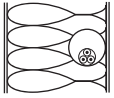
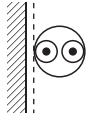
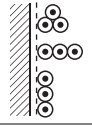
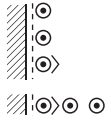
2.2.4 *Identificación de conductores*

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

2.3 Conductores de protección

Se aplicará lo indicado en la Norma **UNE 20460-5-54** en su apartado 543. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la Tabla 19.2, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación; en caso de que sean de distinto material, la sección se determinará de forma que presente una conductividad equivalente a la que resulta de aplicar la Tabla 19.2. Para otras condiciones se aplicará la Norma **UNE 20460-5-54,** apartado 543. En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto. Los sistemas a utilizar estarán de acuerdo con los indicados en la Norma **UNE 20460-3.** En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia mecánica, según **ITC-BT-21** para canalizaciones empotradas.
- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale fuera de esta canalización seguirá el curso de la misma.
- En una canalización móvil todos los conductores, incluyendo el conductor de protección, irán por la misma canalización
- En el caso de canalizaciones que incluyan conductores con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada y su conductividad sea como mínimo igual a la que resulte de la aplicación de la Norma **UNE 20460-5-54,** apartado 543.
- Cuando las canalizaciones estén constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o por cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos cables que los conductores activos.
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. Se considera que los dispositivos que cumplan con la Norma **UNE-EN 60998-2-1** cumplen con esta prescripción.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes (por ejemplo cobre-aluminio).

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos[2] en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos[2] en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared[3]					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre[4]. Distancia a la pared no inferior a 0,3*D*[5]						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo[4]. Distancia a la pared no inferior a *D*[5]							3x PVC			3x XLPE o EPR[1]	
G		Cables unipolares separados mínimo *D*[5]									3x PVC[1]		3x XLPE o EPR

	mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	—	18	21	24	—
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	—	25	29	33	—
	4	20	21	23	24	27	30	—	34	38	45	—
	6	25	27	30	32	36	37	—	44	49	57	—
	10	34	37	40	44	50	52	—	60	68	76	—
	16	45	49	54	59	66	70	—	80	91	105	—
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711
	300				360	404	423	484	524	565	640	821

(1) A partir de 25 mm² de sección.
(2) Incluyendo canales para instalaciones —canaletas— y conductos de sección no circular.
(3) O en bandeja no perforada.
(4) O en bandeja perforada.
(5) D es el diámetro del cable.

Tabla 19.1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S < 16$	S (*)
$16 < S < 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de:
- 2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

Tabla 19.2.

2.4 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

2.5 Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

2.6 Posibilidad de separación de la alimentación

Se podrán desconectar de la fuente de alimentación de energía, las siguientes instalaciones:

a) Toda instalación cuyo origen esté en una línea general de alimentación.

b) Toda instalación con origen en un cuadro de mando o de distribución.

Los dispositivos admitidos para esta desconexión, que garantizarán la separación omnipolar excepto en el neutro de las redes TN-C, son:

- Los cortacircuitos fusibles.
- Los seccionadores.
- Los interruptores con separación de contactos mayor de 3 mm o con nivel de seguridad equivalente.
- Los bornes de conexión, solo en caso de derivación de un circuito.

Los dispositivos de desconexión se situarán y actuarán en un mismo punto de la instalación, y cuando esta condición resulte de difícil cumplimiento, se colocarán instrucciones o avisos aclaratorios. Los dispositivos deberán ser accesibles y estarán dispuestos de forma que permitan la fácil identificación de la parte de la instalación que separan.

2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga

Se instalarán dispositivos apropiados que permitan conectar y desconectar en carga en una sola maniobra, en:

a) Toda instalación interior o receptora en su origen, circuitos principales y cuadros secundarios. Podrán exceptuarse de esta prescripción los circuitos destinados a relojes, a rectificadores para instalaciones telefónicas cuya potencia nominal no exceda de 500 VA y los circuitos de mando o control, siempre que su desconexión impida cumplir alguna función importante para la seguridad de la instalación. Estos circuitos podrán desconectarse mediante dispositivos independientes del general de la instalación.

b) Cualquier receptor.

c) Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía.

d) Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.

e) Todo circuito de alimentación en baja tensión destinado a una instalación de tubos luminosos de descarga en alta tensión.

f) Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.

g) Las instalaciones a la intemperie.

h) Los circuitos con origen en cuadros de distribución.

i) Las instalaciones de acumuladores.

j) Los circuitos de salida de generadores.

Los dispositivos admitidos para la conexión y desconexión en carga son:

- Los interruptores manuales.
- Los cortacircuitos fusibles de accionamiento manual, o cualquier otro sistema aislado que permita estas maniobras siempre que tengan poder de corte y de cierre adecuado e independiente del operador.
- Las clavijas de las tomas de corriente de intensidad nominal no superior a 16 A.

Deberán ser de corte omnipolar los dispositivos siguientes:

- Los situados en el cuadro general y secundarios de toda instalación interior o receptora.
- Los destinados a circuitos excepto en sistemas de distribución TN-C, en los que el corte del conductor neutro esta prohibido y excepto en los TN-S en los que se pueda asegurar que el conductor neutro esta al potencial de tierra.
- Los destinados a receptores cuya potencia sea superior a 1 000 W, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omnipolar.
- Los situados en circuitos que alimenten a lámparas de descarga o autotransformadores.
- Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en alta tensión.

En los demás casos, los dispositivos podrán no ser de corte omnipolar.

El conductor neutro o compensador no podrá ser interrumpido salvo cuando el corte se establezca por interruptores omnipolares.

2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas y los animales domésticos tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Estas medidas de protección son las señaladas en la instrucción **ITC-BT-24** y deberán cumplir lo indicado en la **UNE 20 460,** parte 4-41 y parte 4-47.

2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la Tabla 19.3 siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy baja tensión de Seguridad (MBTS). Muy baja tensión de protección (MBTP).	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior.	500	≥ 0,5
Superior a 500 V.	1000	≥1,0
Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la **ITC-BT-36.**		

Tabla 19.3.

Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 m. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 m de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total, en hectómetros, de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante un generador de corriente continua capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la Tabla 19.3 con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada ésta.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fases y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los receptores conectados y sus mandos en posición «paro», asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la ins-

talación que se verifica; los dispositivos de interrupción se pondrán en posición de «cerrado» y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto 0,5 MΩ.
- Desconectados los aparatos receptores, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de la resistencia de aislamiento entre conductores polares, se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1 500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de «cerrado» y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Las corrientes de fuga no serán superiores para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

2.10 Bases de toma de corriente

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a, C3a o ESB 25-5a de la Norma **UNE 20 315.** El tipo indicado en la figura C3a queda reservado para instalaciones en las que se requiera distinguir la fase del neutro, o disponer de una red de tierras específica.

En instalaciones diferentes de las indicadas en la **ITC-BT-25** para viviendas, además se admitirán las bases de toma de corriente indicadas en la serie de Normas **UNE-EN 60 309.**

Las bases móviles deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1a, C2a o C3a de la Norma **UNE 20 315.** Las clavijas utilizadas en los cordones prolongadores deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b.

Las bases de toma de corriente del tipo indicado en las figuras C1a, las ejecuciones fijas de las figuras ESB 10-5a y ESC 10-1a, así como las clavijas de las figuras ESB10-5b y C1b, recogidas en la Norma **UNE 20 315,** solo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

2.11 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación salvo en los casos indicados en el apartado 3.1 de la **ITC-BT-21.** Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm^2 deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

20

Sistemas de instalación

Índice

1. Generalidades 176

2. Sistemas de instalación 176

2.1 Prescripciones Generales 176

2.1.1 Disposiciones 176

2.1.2 Accesibilidad 177

2.1.3 Identificación 177

2.2 Condiciones particulares 177

2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores 177

2.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes 177

2.2.3 Conductores aislados enterrados 179

2.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras 179

2.2.5 Conductores aéreos 179

2.2.6 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción 180

2.2.7 Conductores aislados bajo canales protectoras 180

2.2.8 Conductores aislados bajo molduras 181

2.2.9 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas 182

2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas 182

3. Paso a través de elementos de la construcción 182

1. Generalidades

Los sistemas de instalación que se describen en esta instrucción técnica deberán tener en consideración los principios fundamentales de la Norma **UNE 20 460-5-52.**

2. Sistemas de instalación

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizara escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la Norma **UNE 20 460-5-52.**

2.1 Prescripciones Generales

Circuitos de potencia

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

Separación de circuitos

No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad (MBTS o MBTP) en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:

- Que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable.
- Que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimento separado de un conducto o de una canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.

2.1.1 *Disposiciones*

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas solo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la instrucción **ITC-BT-24,** considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:

- La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
- La condensación.
- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación.
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.
- La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

2.1.2 *Accesibilidad*

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

2.1.3 *Identificación*

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

2.2 Condiciones particulares

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la Tabla 20.1, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la Tabla 20.2.

2.2.1 *Conductores aislados bajo tubos protectores*

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la **ITC-BT-21.**

2.2.2 *Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes*

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral). Estas instalaciones se realizarán de acuerdo a la Norma **UNE 20 460-5-52.**

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		–	–	–	–	–	–	+	–
Conductores aislados		–	–	+	*	+	–	+	–
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+

+: Admitido.
–: No admitido.
0: No aplicable o no utilizado en la práctica.
*: Se admiten conductores aislados si la tapa solo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD.

Tabla 20.1. Elección de las canalizaciones.

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	–	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	–	–
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	–	–
Enterrados		+	0	+	–	+	0	–	–
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	–	–
En montaje superficial		–	+	+	+	+	+	+	–
Aéreo		–	–	*	+	–	+	+	+

+: Admitido.
–: No admitido.
0: No aplicable o no utilizado en la práctica.
*: No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida.

Tabla 20.2. Situación de las canalizaciones.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 m.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.
- Los puntos de fijación de los cables estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida. Cuando el cruce de los cables requiera su empotramiento para respetar la separación mínima de 3 cm, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.1 de la presente instrucción. Cuando el cruce se realice bajo molduras, se seguirá lo dispuesto en el apartado 2.2.8 de la presente instrucción.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los cables con aislamiento mineral, cuando lleven cubiertas metálicas, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos cables, salvo que esta cubierta este protegida adecuadamente contra la corrosión.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.2.3 *Conductores aislados enterrados*

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la instrucciones **ITC-BT-07** e **ITC-BT-21.**

2.2.4 *Conductores aislados directamente empotrados en estructuras*

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de −5 °C y 90 °C respectivamente (por ejemplo con polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.2.5 *Conductores aéreos*

Los conductores aéreos no cubiertos en 2.2.2, cumplirán lo establecido en la **ITC-BT-06.**

2.2.6 *Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción*

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según **UNE 20460-5-52.** Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etcétera).

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 mm.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 m quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etcétera.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

2.2.7 *Conductores aislados bajo canales protectoras*

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales deberán satisfacer lo establecido en la **ITC-BT-21.**

En las canales protectoras de grado IP 4X o superior y clasificadas como «canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas» según la Norma **UNE-EN 50085-1,** se podrá:

a) Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.

b) Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

c) Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como «canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas», según la Norma **UNE-EN 50085-1,** solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.

2.2.8 *Conductores aislados bajo molduras*

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.

Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o rodapiés ranurados, siempre que cumplan las condiciones impuestas para las primeras.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm^2 serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.2.9 *Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas*

Solo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según Norma **UNE 20 460-5-52.**

2.2.10 *Canalizaciones eléctricas prefabricadas*

Deberán tener un grado de protección adecuado a las características del local por el que discurren.

Las canalizaciones prefabricadas para iluminación deberán ser conformes con las especificaciones de las Normas de la serie **UNE-EN 60 570.**

Las características de las canalizaciones de uso general deberán ser conformes con las especificaciones de la Norma **UNE-EN 60 439-2.**

3. Paso a través de elementos de la construcción

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la Tabla 21.3 de la instrucción **ITC-BT-21.** Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.

- Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 cm en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

21

Tubos y canales protectoras

Índice

1. Tubos protectores 185

1.1 Generalidades 185

1.2 Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación 185

1.2.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie 185

1.2.2 Tubos en canalizaciones empotradas 187

1.2.3 Canalizaciones aéreas o con tubos al aire 189

1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas 190

2. Instalación y colocación de los tubos 191

2.1 Prescripciones generales 191

2.2 Montaje fijo en superficie 193

2.3 Montaje fijo empotrado 193

2.4 Montaje al aire 195

3. Canales protectoras 195

3.1 Generalidades 195

3.2 Características de las canales 195

4. Instalación y colocación de las canales 196

4.1 Prescripciones generales 196

1. Tubos protectores

1.1 Generalidades

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 50086-2-1.** Sistemas de tubos rígidos.
- **UNE-EN 50086-2-2.** Sistemas de tubos curvables.
- **UNE-EN 50086-2-3.** Sistemas de tubos flexibles.
- **UNE-EN 50086-2-4.** 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 60423.** Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la Norma **UNE-EN 50086-2-4.** 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).**

1.2 Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación

1.2.1 *Tubos en canalizaciones fijas en 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 en la Tabla 21.1.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las Normas **UNE-EN 50086-2-1,** para tubos rígidos y **UNE-EN 50086-2-2,** para tubos curvables.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 21.2 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 21.1. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	–
185	50	63	75	–	–
240	50	75	–	–	–

Tabla 21.2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

1.2.2 *Tubos en canalizaciones empotradas*

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la Tabla 21.3 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la Tabla 21.4 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 21.4.

El cumplimiento de las características indicadas en las Tabla 21.3 y Tabla 21.4 se realizará según los ensayos indicados en las Normas **UNE-EN 50086-2-1,** para tubos rígidos, **UNE-EN 50086-2-2,** para tubos curvables y **UNE-EN 50086-2-3,** para tubos flexibles.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 21.5 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 21.3. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90 °C(1)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

(1) Para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio código 1; +60 °C.

Tabla 21.4. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones precableadas.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	–
150	50	63	75	–	–
185	50	75	–	–	–
240	63	75	–	–	–

Tabla 21.5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

1.2.3 *Canalizaciones aéreas o con tubos al aire*

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 21.6.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm^2.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la Norma **UNE-EN 50 086-2-3.**

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 21.7 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana 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	Ligera

Tabla 21.6. Características mínimas para canalizaciones de tubos al aire o aéreas.

Sección nominal de los conductores (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

Tabla 21.7. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

1.2.4 *Tubos en canalizaciones enterradas*

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la Norma **UNE-EN 50086-2-4** y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la Tabla 21.8.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la Norma **UNE-EN 50086-2-4.**

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 21.9 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

NA: No aplicable

(*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal

Tabla 21.8. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	–

Tabla 21.9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

2. Instalación y colocación de los tubos

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado a continuación y en su defecto lo prescrito en la Norma **UNE 20 460-5-523** y en las **ITC-BT-19** e **ITC-BT-20.**

2.1 Prescripciones generales

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a **UNE-EN 50 086-2-2.**

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la Norma **UNE-EN 60 998.**
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una «T» de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la **ITC-BT-20.**
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:
  - Pantallas de protección calorífuga.
  - Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
  - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
  - Modificación del material aislante a emplear.

2.2 Montaje fijo en superficie

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 %.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

2.3 Montaje fijo empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la Tabla 21.8 y las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 cm.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o «T» apropiados, pero en este último caso solo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

Elemento constructivo		Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento *	Preparación de la roza o alojamiento durante la construcción	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento	Observaciones
Muros	**Ladrillo macizo**	Sí	×	Sí	Únicamente en rozas verticales y en las horizontales situadas a una distancia del borde superior del muro inferior a 50 cm. La roza, en profundidad, solo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. La roza en profundidad, solo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. No se colocarán los tubos en diagonal.
	Ladrillo hueco, siendo el nº de huecos en sentido transversal:				
	- uno	Sí	×	Sí	
	- dos o tres	Sí	×	Sí	
	- más de tres	Sí	×	Sí	
	Bloques macizos de hormigón	Sí	×	×	
	Bloques huecos de hormigón	Sí	×	No	
	Hormigón en masa	Sí	Sí	×	
	Hormigón armado	Sí	Sí	×	
Forjados	**Placas de hormigón**	Sí	Sí	No	(**) Es admisible practicar un orificio en la cara inferior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo
	Con nervios	Sí	Sí	No	
	Con nervios y elementos de relleno	Sí	Sí	No (**)	
	Con viguetas y bovedillas	Sí	Sí	No (**)	
	Con viguetas, tableros y revoltón	Sí	Sí	No (**)	
	De rasilla	Sí	Sí	No	

×: Difícilmente aplicable en la práctica.

*: Tubos blindados únicamente.

Tabla 21.10.

2.4 Montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 m y no empezará a una altura inferior a 2 m.

Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la Tabla 21.6 se conserven en todo el sistema especialmente en las conexiones.

3. Canales protectoras

3.1 Generalidades

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no perforadas, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable, según se indica en la **ITC-BT-01** «Terminología».

Las canales serán conformes a lo dispuesto en las Normas de la serie **UNE-EN 50085** y se clasificarán según lo establecido en la misma.

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante.

En las canales protectoras de grado IP 4X o superior y clasificadas como «canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas» según la Norma **UNE-EN 50085-1,** se podrá:

a) Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.

b) Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

c) Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como «canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas», según la Norma **UNE-EN 50085-1,** solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.

3.2 Características de las canales

En las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias, las características mínimas de las canales serán las indicadas en la Tabla 21.11.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las Normas **UNE-EN 50085.**

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será el compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal.

Salvo otras prescripciones en instrucciones particulares, las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las Normas de la serie **UNE-EN 50085.**

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15 °C	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C	+60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/ aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Tabla 21.11. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias.

4. Instalación y colocación de las canales

4.1 Prescripciones generales

- La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la Norma **UNE 20 460-5-52** y en las Instrucciones **ITC-BT-19** e **ITC-BT-20.**
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.
- No se podrán utilizar las canales como conductores de protección o de neutro, salvo lo dispuesto en la Instrucción **ITC-BT-18** para canalizaciones prefabricadas.
- La tapa de las canales quedará siempre accesible.

22

Protección contra sobreintensidades

Índice

1. Protección de las instalaciones..... 198

1.1 Protección contra sobreintensidades..... 198

1.2 Aplicación de las medidas de protección..... 199

1. Protección de las instalaciones

1.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Se establecen las siguientes normas de protección:

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La Norma **UNE 20460-4-43** recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432. Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433. Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434. Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435. Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436. Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

1.2 Aplicación de las medidas de protección

La Norma **UNE 20 460-4-473** define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la Norma **UNE 20 460-4-43** según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la Tabla 22.1.

Circuitos	3 F + N								3 F			F + N		2 F	
	$S_N \geq S_F$				$S_N < S_F$										
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN – C	P	P	P	–	P	P	P	–(1)	P	P	P	P	–	P	P
TN – S	P	P	P	–	P	P	P	P(3)(5)	P	P	P	P	–	P	P
TT	P	P	P	–	P	P	P	P(3)(5)	P	P	P(2)(4)	P	–	P	P(2)
IT	P	P	P	P(3)(6)	P	P	P	P(3)(6)	P	P	P	P	P(6)(3)	P	P(2)

P Significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente.

SN Sección del conductor de neutro.

SF Sección del conductor de fase.

(1) Admisible si el conductor de neutro esta protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal es netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(2) Excepto cuando haya protección diferencial.

(3) En este caso el corte y la conexión del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

(4) En el esquema TT sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor de neutro no es distribuido, la detección de sobreintensidad puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, si existe sobre el mismo circuito aguas arriba, una protección diferencial que corte todos los conductores de fase y si no existe distribución del conductor de neutro a partir de un punto neutro artificial en los circuitos situados aguas abajo del dispositivo de protección diferencial antes mencionado.

(5) Salvo que el conductor de neutro esté protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal sea netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(6) Salvo si el conductor neutro esta efectivamente protegido contra los cortocircuitos o si existe aguas arriba una protección diferencial cuya corriente diferencial- residual nominal sea como máximo igual a 0,15 veces la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente. Este dispositivo debe cortar todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro.

Tabla 22.1.

23

Protección contra sobretensiones

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 201

2. Categorías de las sobretensiones 201
   - 2.1 Objeto de las categorías 201
   - 2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones 201

3. Medidas para el control de las sobretensiones 202
   - 3.1 Situación natural 202
   - 3.2 Situación controlada 202

4. Selección de los materiales en la instalación 203

1. Objeto y campo de aplicación

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

2. Categorías de las sobretensiones

2.1 Objeto de las categorías

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. La reducción de las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los indicados en cada categoría se consigue con una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, logrando de esta forma un nivel de tensión residual no peligroso para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.

2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones

En la Tabla 23.1 se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etcétera.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparamenta (interruptores, seccionadores, tomas de corriente), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales), etcétera.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etcétera.

3. Medidas para el control de las sobretensiones

Es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. Esta instrucción no trata este caso
- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etcétera.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.

3.1 Situación natural

Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la Tabla 23.1 y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

Una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos, se considera equivalente a una línea subterránea.

3.2 Situación controlada

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etcétera).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador. No obstante se permiten otras formas de conexión, siempre que se demuestre su eficacia.

4. Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la Tabla 23.1, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la Tabla 23.1, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

Tensión nominal de la instalación			Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kv)		
Sistemas trifásicos	**Sistemas monofásicos**	**Categoría IV**	**Categoría III**	**Categoría II**	**Categoría I**
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	– –	8	6	4	2,5

Tabla 23.1.

24

Protección contra contactos directos e indirectos

Índice

1. Introducción 205

2. Protección contra contactos directos e indirectos 205

3. Protección contra contactos directos 205
   - 3.1 Protección por aislamiento de las partes activas 205
   - 3.2 Protección por medio de barreras o envolventes 206
   - 3.3 Protección por medio de obstáculos 206
   - 3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento 206
   - 3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual 207

4. Protección contra los contactos indirectos 208
   - 4.1 Protección por corte automático de la alimentación 208
     - 4.1.1 Esquemas TN. Características y prescripciones de los dispositivos de protección 208
     - 4.1.2 Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección 210
     - 4.1.3 Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección 211
   - 4.2 Protección por empleo de equipos de la Clase II o por aislamiento equivalente 214
   - 4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores 214
   - 4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra 216
   - 4.5 Protección por separación eléctrica 216

1. Introducción

La presente instrucción describe las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.

En la protección contra los choques eléctricos se aplicarán las medidas apropiadas:

- Para la protección contra los contactos directos y contra los contactos indirectos
- Para la protección contra contactos directos
- Para la protección contra contactos indirectos

2. Protección contra contactos directos e indirectos

La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad MBTS, que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Tensión nominal en el campo I de acuerdo a la Norma **UNE 20 481** y la **ITC-BT-36.**
- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la Norma **UNE 20 460-4-41.**
- Los circuitos de instalaciones para MBTS, cumplirán lo que se indica en la Norma **UNE 20 460-4-41** y en la **ITC-BT-36.**

3. Protección contra contactos directos

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma **UNE 20 460-4-41,** que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras o envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

3.1 Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

3.2 Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según **UNE 20 324.** Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP 4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta.
- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP 2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

3.3 Protección por medio de obstáculos

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

Los obstáculos deben impedir:

- Un acercamiento físico no intencionado a las partes activas.
- Los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.

Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

3.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por convenio, este volumen está limitado conforme a la Figura 24.1, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

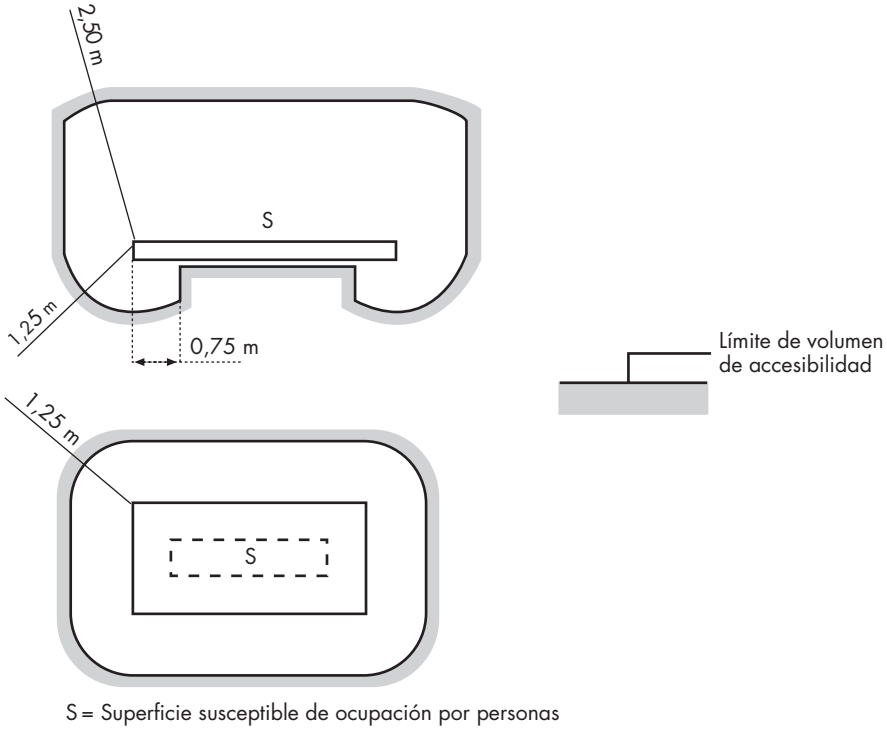


Figura 24.1. Volumen de accesibilidad.

Cuando el espacio en el que permanecen y circulan normalmente personas está limitado por un obstáculo (por ejemplo, listón de protección, barandillas, panel enrejado) que presenta un grado de protección inferior al IP 2X o IP XXB, según **UNE 20 324,** el volumen de accesibilidad comienza a partir de este obstáculo.

En los emplazamientos en que se manipulen corrientemente objetos conductores de gran longitud o voluminosos, las distancias prescritas anteriormente deben aumentarse teniendo en cuenta las dimensiones de estos objetos.

3.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

4. Protección contra los contactos indirectos

Esta protección se consigue mediante la aplicación de algunas de las medidas siguientes:

4.1 Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la **ITC-BT-08** y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la Norma **UNE 20 572-1.**

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la **ITC-BT-09,** apartado 10.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la **ITC-BT-08** y que la Norma **UNE 20 460-4-41** define cada caso.

4.1.1 *Esquemas TN. Características y prescripciones de los dispositivos de protección*

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

Donde:

Z_s Es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

I_a Es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la Tabla 24.1 para tensión nominal igual a U_0. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, I_a es la corriente diferencial asignada.

U_0 Es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

U_0 (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Tabla 24.1.

En la Norma **UNE 20 460-4-41** se indican las condiciones especiales que deben cumplirse para permitir tiempos de interrupción mayores o condiciones especiales de instalación.

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

Cuando el conductor neutro y el conductor de protección sean comunes (esquemas TN-C), no podrá utilizarse dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

Cuando se utilice un dispositivo de protección de corriente diferencial-residual en esquemas TN-C-S, no debe utilizarse un conductor CPN aguas abajo. La conexión del conductor de protección al conductor CPN debe efectuarse aguas arriba del dispositivo de protección de corriente diferencial-residual.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo «S») en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general.

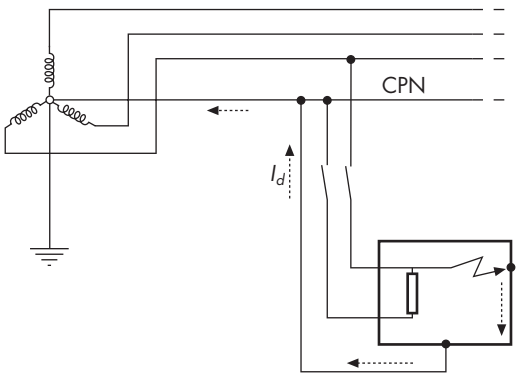


Figura 24.2. Esquema TN-C.

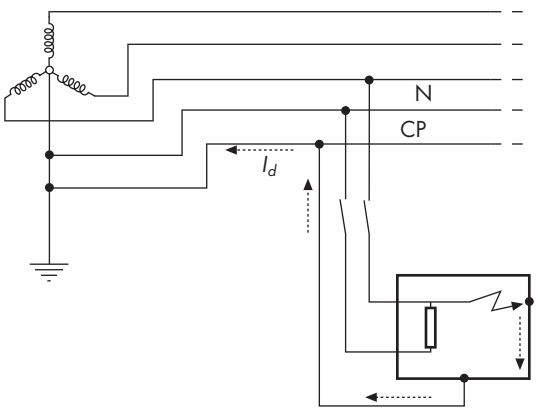


Figura 24.3. Esquema TN-S.

4.1.2 *Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección*

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \, I_a \leq U$$

Donde:

R_A Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a Es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U Es la tensión de contacto límite convencional (50, 24 V u otras, según los casos).

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia R_A tiene un valor muy bajo.

Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de protección contra las sobreintensidades, debe ser:

- Dispositivo que posea una característica de funcionamiento de tiempo inverso e I_a debe ser la corriente que asegure el funcionamiento automático en 5 s como máximo.
- Dispositivo que posea una característica de funcionamiento instantánea e I_a debe ser la corriente que asegura el funcionamiento instantáneo.

La utilización de dispositivos de protección de tensión de defecto no está excluida para aplicaciones especiales cuando no puedan utilizarse los dispositivos de protección antes señalados.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo «S») en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

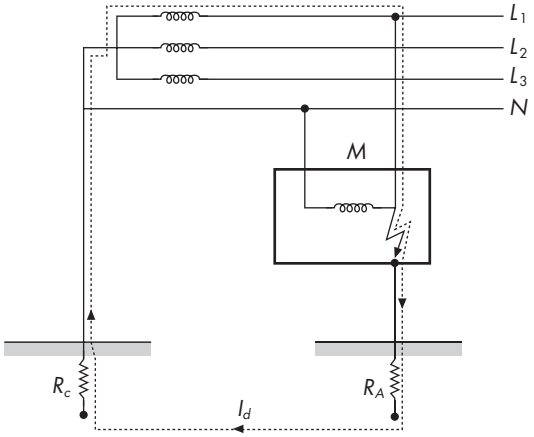


Figura 24.4. Esquema TT.

4.1.3 *Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección*

En el esquema IT, la instalación debe estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto. Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial. Cuando no exista ningún punto de neutro, un conductor de fase puede conectarse a tierra a través de una impedancia.

En caso de que exista un solo defecto a masa o a tierra, la corriente de fallo es de poca intensidad y no es imperativo el corte. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

Ningún conductor activo debe conectarse directamente a tierra en la instalación.

Las masas deben conectarse a tierra, bien sea individualmente o por grupos.

Debe ser satisfecha la condición siguiente:

$$R_A I_d \leq U_L$$

Donde:

R_A Es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_d Es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa. Este valor tiene en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia global de puesta a tierra de la instalación eléctrica.

U_L Es la tensión de contacto límite convencional (50, 24 V u otras, según los casos). C_1; C_2; C_3 Capacidad homopolar de los conductores respecto de tierra.

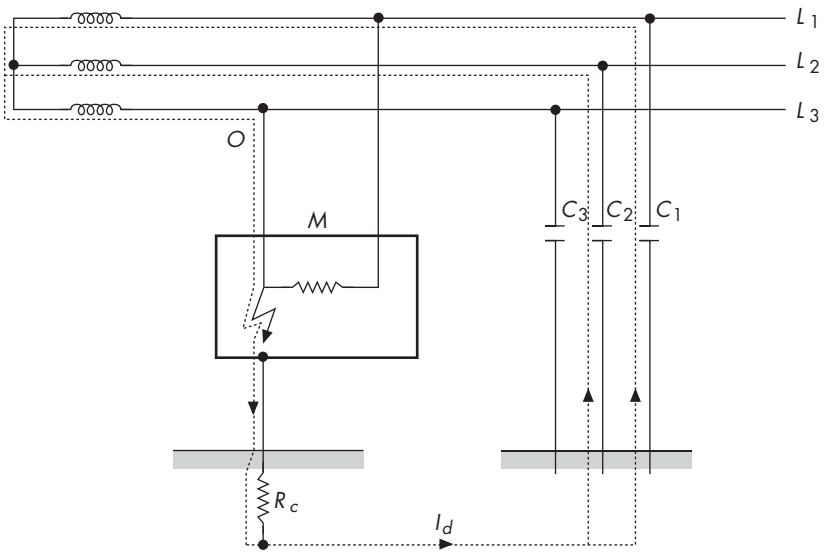


Figura 24.5. Esquema IT aislado de tierra.

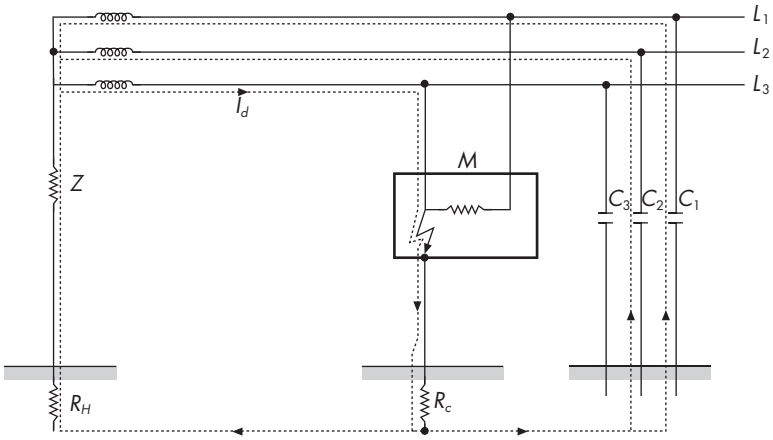


Figura 24.6. Esquema IT unido a tierra por impedancia Z y con las puestas a tierra de la alimentación y de las masas separadas.

En el esquema IT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Controladores permanentes de aislamiento.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Si se ha previsto un controlador permanente de primer defecto para indicar la aparición de un primer defecto de una parte activa a masa o a tierra, debe activar una señal acústica o visual.

Después de la aparición de un primer defecto, las condiciones de interrupción de la alimentación en un segundo defecto deben ser las siguientes:

- Cuando se pongan a tierra masas por grupos o individualmente, las condiciones de protección son las del esquema TT, salvo que el neutro no debe ponerse a tierra.
- Cuando las masas estén interconectadas mediante un conductor de protección, colectivamente a tierra, se aplican las condiciones del esquema TN, con protección mediante un dispositivo contra sobreintensidades de forma que se cumplan las condiciones siguientes:

a) Si el neutro no esta distribuido: $2\ Z_s\ I_a \leq U$.

b) Si el neutro esta distribuido: $2\ Z_s'\ I_a \leq U_0$.

Donde:

Z_s Es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor de fase y el conductor de protección.

Z_s' Es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor neutro, el conductor de protección y el de fase.

I_a Es la corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección de la instalación en un tiempo *t*, según la Tabla 24.2, o tiempos superiores, con 5 segundos como máximo, para aquellos casos especiales contemplados en la Norma **UNE 20460-4-41.**

U Es la tensión entre fases, valor eficaz en corriente alterna.

U_0 es la tensión entre fase y neutro, valor eficaz en corriente alterna.

Tensión nominal de la instalación (U_0/U)	Tiempo de interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Tabla 24.2. Falta pie tabla.

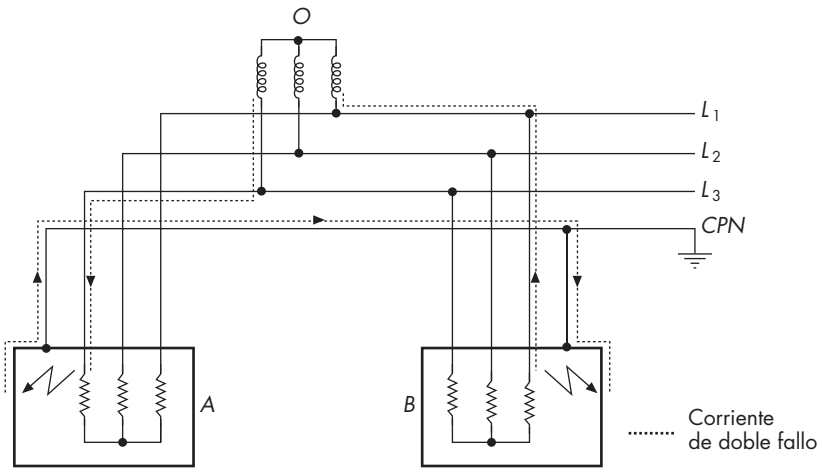


Figura 24.7. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro no distribuido.

Si no es posible utilizar dispositivos de protección contra sobreintensidades de forma que se cumpla lo anterior, se utilizarán dispositivos de protección de corriente diferencial-residual para cada aparato de utilización o se realizará una conexión equipotencial complementaria según lo dispuesto en la Norma **UNE 20 460-4-41.**

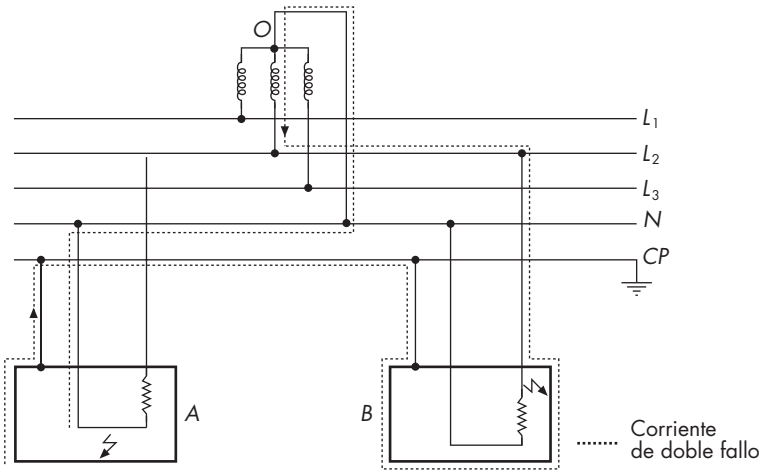


Figura 24.8. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro distribuido.

4.2 Protección por empleo de equipos de la Clase II o por aislamiento equivalente

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (Clase II).
- Conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

La Norma **UNE 20460-4-41** describe el resto de características y revestimiento que deben cumplir las envolventes de estos equipos.

4.3 Protección en los locales o emplazamientos no conductores

La Norma **UNE 20460-4-41** indica las características de las protecciones y medios para estos casos.

Esta medida de protección está destinada a impedir en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes. Se admite la utilización de materiales de la Clase 0 condición que se respete el conjunto de las condiciones siguientes:

Las masas deben estar dispuestas de manera que, en condiciones normales, las personas no hagan contacto simultáneo: bien con dos masas, bien con una masa y cualquier elemento conductor, si estos elementos pueden encontrarse a tensiones diferentes en caso de un fallo del aislamiento principal de las partes activas

En estos locales (o emplazamientos), no debe estar previsto ningún conductor de protección.

Las prescripciones del apartado anterior se consideran satisfechas si el emplazamiento posee paredes aislantes y si se cumplen una o varias de las condiciones siguientes:

a) Alejamiento respectivo de las masas y de los elementos conductores, así como de las masas entre sí. Este alejamiento se considera suficiente si la distancia entre dos elementos es de 2 m como mínimo, pudiendo ser reducida esta distancia a 1,25 m por fuera del volumen de accesibilidad.

b) Interposición de obstáculos eficaces entre las masas o entre las masas y los elementos conductores. Estos obstáculos son considerados como suficientemente eficaces si dejan la distancia a franquear en los valores indicados en el punto *a)*. No deben conectarse ni a tierra ni a las masas y, en la medida de lo posible, deben ser de material aislante.

c) Aislamiento o disposición aislada de los elementos conductores. El aislamiento debe tener una rigidez mecánica suficiente y poder soportar una tensión de ensayo de un mínimo de 2000 V. La corriente de fuga no debe ser superior a 1 mA en las condiciones normales de empleo.

La Figura 24.9 y Figura 24.10 contienen ejemplos explicativos de las disposiciones anteriores.

Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50 kΩ, si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V.
- 100 kΩ, si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V.

Si la resistencia no es superior o igual, en todo punto, al valor prescrito, estas paredes y suelos se considerarán como elementos conductores desde el punto de vista de la protección contra las descargas eléctricas.

Las disposiciones adoptadas deben ser duraderas y no deben poder inutilizarse. Igualmente deben garantizar la protección de los equipos móviles cuando esté prevista la utilización de éstos.

Deberá evitarse la colocación posterior, en las instalaciones eléctricas no vigiladas continuamente, de otras partes (por ejemplo, materiales móviles de la Clase I o elementos conductores, tales como conductos de agua metálicos), que puedan anular la conformidad con el apartado anterior.

Deberá evitarse que la humedad pueda comprometer el aislamiento de las paredes y de los suelos.

Deben adoptarse medidas adecuadas para evitar que los elementos conductores puedan transferir tensiones fuera del emplazamiento considerado.

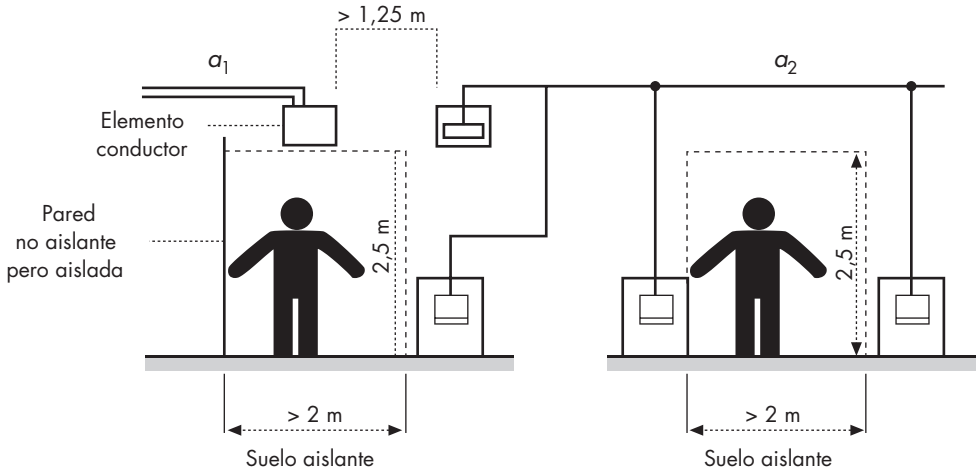


Figura 24.9.

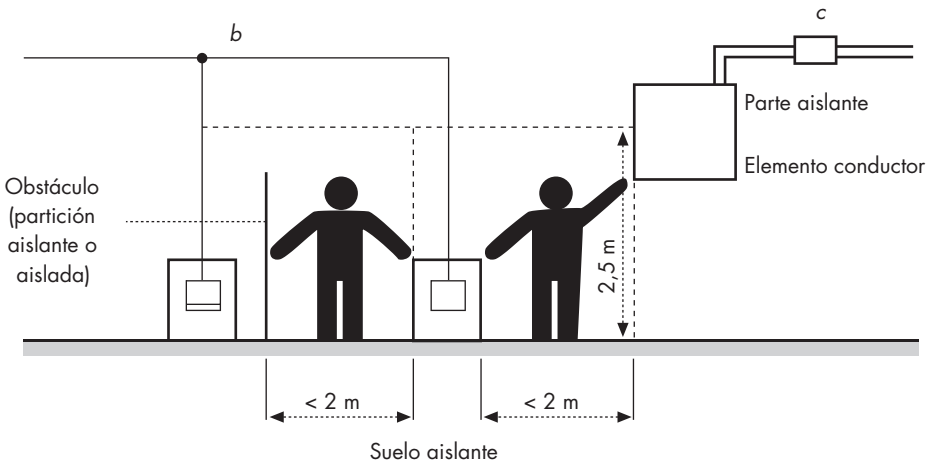


Figura 24.10.

4.4 Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial local así realizada no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o de elementos conductores.

Deben adoptarse disposiciones para asegurar el acceso de personas al emplazamiento considerado sin que éstas puedan ser sometidas a una diferencia de potencial peligrosa. Esto se aplica concretamente en el caso en que un suelo conductor, aunque aislado del terreno, está conectado a la conexión equipotencial local.

4.5 Protección por separación eléctrica

El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación, es decir:

- Un transformador de aislamiento.
- Una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior, por ejemplo un grupo motor generador que posea una separación equivalente.

La Norma **UNE 20 460-4-41** enuncia el conjunto de prescripciones que debe garantizar esta protección.

En el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección.

En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:

a) Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.

b) Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.

c) Todos los cables flexibles de equipos que no sean de Clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.

d) En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la Tabla 24.1 incluida en el apartado 4.1.1, para esquemas TN.

Capítulo V

Instalaciones interiores en viviendas

25

Número de circuitos y características

Índice

1. Grado de electrificación básico 220

2. Circuitos interiores 220

2.1 Protección general 220

2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad 220

2.3 Derivaciones 221

2.3.1 Electrificación básica 221

2.3.2 Electrificación elevada 221

3. Determinación del número de circuitos, sección de los conductores y de las caídas de tensión 222

4. Puntos de utilización 224

1. Grado de electrificación básico

El grado de electrificación básico se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la **ITC-BT-10.** Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Igualmente se cumplirá esta condición para la derivación individual.

2. Circuitos interiores

2.1 Protección general

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la **ITC-BT-17** y constarán como mínimo de:

Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.

Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior. Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la **ITC-BT-24.**

Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la **ITC-BT-23.**

2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad

En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la **ITC-BT-51,** la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado de los sistemas electrónicos se hará mediante un interruptor automático de corte omnipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según **ITC-BT-36.**

2.3 Derivaciones

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación e indicada en el apartado 3.

2.3.1 *Electrificación básica*

Circuitos independientes:

C_1: circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C_2: circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C_3: circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.

C_4: circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

C_5: circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

2.3.2 *Electrificación elevada*

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m^2. En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

C_6: circuito adicional del tipo C_1, por cada 30 puntos de luz.

C_7: circuito adicional del tipo C_2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m^2.

C_8: circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.

C_9: circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.

C_{10}: circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.

C_{11}: circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.

C_{12}: circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C_3 o C_4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C_5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tanto para la electrificación básica como para la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial de las características indicadas en el apartado 2.1 por cada cinco circuitos instalados.

3. Determinación del número de circuitos, sección de los conductores y de las caídas de tensión

En la Tabla 25.1 se relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n\, I_a\, F_s\, F_u$$

n	Número de tomas o receptores.
I_a	Intensidad prevista por toma o receptor.
F_s (factor de simultaneidad)	Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.
F_u (factor de utilización)	Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

Los conductores serán de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la Tabla 25.1, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3 %. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización mas alejado del origen de la instalación interior. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F_s	Factor utilización F_u	Tipo de toma [7]	Interruptor automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm² [5]	Tubo o conducto Diámetro mm [3]
C_1 Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz [9]	10	30	1,5	16
C_2 Tomas de uso general	3 450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	20
C_3 Cocina y horno	5 400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C_4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3 450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A(8)	20	3	4(6)	20
C_5 Baño, cuarto de cocina	3 450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	20
C_8 Calefacción	[2]	-	-	-	25	-	6	25
C_9 Aire acondicionado	[2]	-	-	-	25	-	6	25
C_{10} Secadora	3 450	1	0,75	Base 16 A 2p+T	16	1	2,5	20
C_{11} Automatización	[4]	-	-	-	10	-	1,5	16

[1] La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.
[2] La potencia máxima permisible por circuito será de 5 750 W.
[3] Diámetros externos según **ITC-BT 19.**
[4] La potencia máxima permisible por circuito será de 2 300 W.
[5] Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de **ITC-BT-19.** Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación.
[6] En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm².
[7] Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la Norma **UNE 20 315.**
[8] Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. El desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.
[9] El punto de luz incluirá conductor de protección.

Tabla 25.1. Características eléctricas de los circuitos.

4. Puntos de utilización

En cada estancia se utilizarán como mínimo los siguientes puntos de utilización.

Estancia	Circuito	Mecanismo	N.º mínimo	Superficie/Longitud
Acceso	C_1	Pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C_1	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	– -
	C_2	Base 16 A 2p+T	1	-
Sala de estar o salón	C_1	Punto de luz Interruptor 10 A	1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m²) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p+T	3(1)	Una por cada 6 m², redondeado al entero superior
	C_8	Toma de calefacción	1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m²)
	C_9	Toma de aire acondicionado	1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m²)
Dormitorios	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m2) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p+T	3(1)	Una por cada 6 m², redondeado al entero superior
	C_8	Toma de calefacción	1	-
	C_9	Toma de aire acondicionado	1	-
Baños	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	-
	C_5	Base 16 A 2p+T	1	-
	C_8	Toma de calefacción	1	-
Pasillos o distribuidores	C_1	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	Uno cada 5 m de longitud Uno en cada acceso
	C_2	Base 16 A 2p+T	1	Hasta 5 m (dos si $L > 5$ m)
	C_8	Toma de calefacción	1	-

Tabla 25.2.

Estancia	Circuito	Mecanismo	N.º mínimo	Superficie/Longitud
Cocina	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m²) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y frigorífico
	C_3	Base 25 A 2p+T	1	Cocina/horno
	C_4	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora, lavavajillas y termo
	C_5	Base 16 A 2p+T	3(2)	Encima del plano de trabajo
	C_8	Toma de calefacción	1	-
	C_{10}	Base 16 A 2p+T	1	Secadora
Terrazas y vestidores	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y otros	C_1	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m² (dos si S > 10 m²) uno por cada punto de luz
	C_2	Base 16 A 2p+T	1	Hasta 10 m² (dos si $S > 10$ m²)

(1) En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización de la Tabla 25.1.

(2) Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina.

Tabla 25.2.

26

Prescripciones generales de instalación

Índice

1. Ámbito de aplicación 227

2. Tensiones de utilización y esquema de conexión 227

3. Tomas de tierra 227
   - 3.1 Instalación 227
   - 3.2 Elementos a conectar a tierra 227
   - 3.3 Puntos de puesta a tierra 228
   - 3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones 228
   - 3.5 Conductores de protección 228

4. Protección contra contactos indirectos 229

5. Cuadro general de distribución 229

6. Conductores 229
   - 6.1 Naturaleza y Secciones 229
     - 6.1.1 Conductores activos 229
     - 6.1.2 Conductores de protección 229
   - 6.2 Identificación de los conductores 229
   - 6.3 Conexiones 229

7. Ejecución de las instalaciones 230
   - 7.1 Sistema de instalación 230
   - 7.2 Condiciones generales 230

1. Ámbito de aplicación

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son complementarias de las expuestas en la **ITC-BT-19** y aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos.

2. Tensiones de utilización y esquema de conexión

Las instalaciones de las viviendas se consideran que están alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión según el esquema de distribución «TT» **(ITC-BT-08)** y a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 230/400 V en alimentación trifásica.

3. Tomas de tierra

3.1 Instalación

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema:

Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la **ITC-BT-18,** formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.

En rehabilitación o reforma de edificios existentes, la toma de tierra se podrá realizar también situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la instrucción **ITC-BT-18.**

3.2 Elementos a conectar a tierra

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

3.3 Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.

b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.

c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.

d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.

e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. En este caso, las masas de los aparatos receptores, cuando sus condiciones de instalación lo exijan, podrán ser conectadas a la derivación de la línea principal de tierra directamente, o bien a través de tomas de corriente que dispongan de contacto de puesta a tierra. Al punto o puntos de puesta a tierra indicados como *a)* en el apartado 3.3, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas podrán instalarse por los patios de luces o por canalizaciones interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edificio su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción **ITC-BT-19,** con un mínimo de 16 mm^2. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes, etcétera.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en la instrucción **ITC-BT-19** para los conductores de protección.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos.

3.5 Conductores de protección

Se instalarán conductores de protección acompañando a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda hasta los puntos de utilización.

4. Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y empleo de los dispositivos descritos en el apartado 2.1 de la **ITC-BT-25.**

5. Cuadro general de distribución

El cuadro general de distribución estará de acuerdo con lo indicado en la **ITC-BT-17.** En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático, que de acuerdo con lo señalado en las instrucciones **ITC-BT-10** e **ITC-BT-25,** corresponda a la vivienda.

6. Conductores

6.1 Naturaleza y Secciones

6.1.1 *Conductores activos*

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo.

Los circuitos y las secciones utilizadas serán, los indicados en la **ITC-BT-25.**

6.1.2 *Conductores de protección*

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción **ITC-BT-19.**

6.2 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris.

6.3 Conexiones

Se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 2.11 de la **ITC-BT-19.**

Se admitirá no obstante, las conexiones en paralelo entre bases de toma de corriente cuando estas estén juntas y dispongan de bornes de conexión previstos para la conexión de varios conductores.

7. Ejecución de las instalaciones

7.1 Sistema de instalación

Las instalaciones se realizarán mediante algunos de los siguientes sistemas: Instalaciones empotradas:

- Cables aislados bajo tubo flexible.
- Cables aislados bajo tubo curvable.

Instalaciones superficiales:

- Cables aislados bajo tubo curvable.
- Cables aislados bajo tubo rígido.
- Cables aislados bajo canal protectora cerrada.
- Canalizaciones prefabricadas.

Las instalaciones deberán cumplir lo indicado en las **ITC-BT-20** e **ITC-BT-21.**

7.2 Condiciones generales

En la ejecución de las instalaciones interiores de las viviendas se deberá tener en cuenta:

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada parte del circuito del resto de la instalación.
- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase.
- Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- La instalación empotrada de estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente o puestas a tierra.
- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.
- La utilización de estos aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, cumplirá lo indicado en la **ITC-BT-49.**

27

Locales que contienen una bañera o ducha

Índice

1. Campo de aplicación 232

2. Ejecución de las instalaciones 232

2.1 Clasificación de los volúmenes 232

2.1.1 Volumen 0 232

2.1.2 Volumen 1 232

2.1.3 Volumen 2 233

2.1.4 Volumen 3 233

2.2 Protección para garantizar la seguridad 233

2.3 Elección e instalación de los materiales eléctricos 234

3. Requisitos particulares para la instalación de bañeras de hidromasaje, cabinas de ducha con circuitos eléctricos y aparatos análogos 235

4. Figuras de la clasificación de los volúmenes 235

1. Campo de aplicación

Las prescripciones objeto de esta instrucción son aplicables a las instalaciones interiores de viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o una ducha o una ducha prefabricada o una bañera de hidromasaje o aparato para uso análogo.

Para lugares que contengan baños o duchas para tratamiento médico o para minusválidos, pueden ser necesarios requisitos adicionales.

Para duchas de emergencia en zonas industriales, son de aplicación las reglas generales.

2. Ejecución de las instalaciones

2.1 Clasificación de los volúmenes

Para las instalaciones de estos locales se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se definen a continuación. En el apartado 5 de la presente instrucción se presentan figuras aclaratorias para la clasificación de los volúmenes, teniendo en cuenta la influencia de las paredes y del tipo de baño o ducha. Los falsos techos y las mamparas no se consideran barreras a los efectos de la separación de volúmenes.

2.1.1 *Volumen 0*

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

a) Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

b) Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

2.1.2 *Volumen 1*

Está limitado por:

a) El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

b) El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta.

- Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

- Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

2.1.3 *Volumen 2*

Está limitado por:

a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m.

b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

2.1.4 *Volumen 3*

Está limitado por:

a) El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m.

b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible solo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

2.2 Protección para garantizar la seguridad

Cuando se utiliza MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra contactos directos debe estar proporcionada por:

- Barreras o envolventes con un grado de protección mínimo IP 2X o IP XXB, según **UNE 20 324.**
- Aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en valor eficaz en alterna durante 1 minuto.

Una conexión equipotencial local suplementaria debe unir el conductor de protección asociado con las partes conductoras accesibles de los equipos de Clase I en los volúmenes 1, 2 y 3, incluidas las tomas de corriente y las siguientes partes conductoras externas de los volúmenes 0, 1, 2 y 3:

- Canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y desagües (por ejemplo agua, gas).
- Canalizaciones metálicas de calefacciones centralizadas y sistemas de aire acondicionado.
- Partes metálicas accesibles de la estructura del edificio. Los marcos metálicos de puertas, ventanas y similares no se consideran partes externas accesibles, a no ser que estén conectadas a la estructura metálica del edificio.
- Otras partes conductoras externas, por ejemplo partes que son susceptibles de transferir tensiones.

Estos requisitos no se aplican al volumen 3, en recintos en los que haya una cabina de ducha prefabricada con sus propios sistemas de drenaje, distintos de un cuarto de baño, por ejemplo un dormitorio.

Las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, a menos que se instalen de forma que queden aisladas de la estructura y de otras partes metálicas del edificio. Las bañeras y duchas metálicas pueden considerarse aisladas del edificio, si la resistencia de aislamiento entre el área de los baños y duchas y la estructura del edificio, medido de acuerdo con la Norma **UNE 20 460-6-61,** anexo A, es de cómo mínimo 100 kΩ.

	Grado de protección	Cableado	Mecanismos[2]	Otros aparatos fijos[3]
Volumen 0	IPX7	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.	No permitida	Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.
Volumen 1	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos[1].	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca o 30 V cc. Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la Norma **UNE 20 460-4-41.**
Volumen 2	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos[1].	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la **UNE-EN 60 742** o **UNE-EN 61 558-2-5.**	Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la Norma **UNE 20 460-4-41.**
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases solo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la Norma **UNE 20 460-4-41.**	Se permiten los aparatos solo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la Norma **UNE 20 460-4-41.**

(1): Los baños comunes comprenden los baños que se encuentran en escuelas, fábricas, centros deportivos, etc., e incluyen todos los utilizados por el público en general.
(2): Los cordones aislantes de interruptores de tirador están permitidos en los volúmenes 1 y 2, siempre que cumplan con los requisitos de la Norma **UNE-EN 60 669-1.**
(3): Los calefactores bajo suelo pueden instalarse bajo cualquier volumen siempre y cuando debajo de estos volúmenes estén cubiertos por una malla metálica puesta a tierra o por una cubierta metálica conectada a una conexión equipotencial local suplementaria según el apartado 2.2.

Tabla 27.1.

3. Requisitos particulares para la instalación de bañeras de hidromasaje, cabinas de ducha con circuitos eléctricos y aparatos análogos

El hecho de que en estos aparatos, en los espacios comprendidos entre la bañera y el suelo y las paredes y el techo de las cabinas y las paredes y techos del local donde s e instalan, coexista equipo eléctrico tanto de baja tensión como de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) con tuberías o depósitos de agua u otros líquidos , hace necesario que s e requieran condiciones especiales de instalación.

En general todo equipo eléctrico, electrónico, telefónico o de telecomunicación incorporado en la cabina o bañera, incluyendo los alimentados a MBTS, deberán cumplir los requisitos de la Norma **UNE-EN 60 335-2-60.**

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750 V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IP X5.

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurren tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con s u unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IP X5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta.

No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurran por los volúmenes determinados por dichas superficies salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior.

4. Figuras de la clasificación de los volúmenes

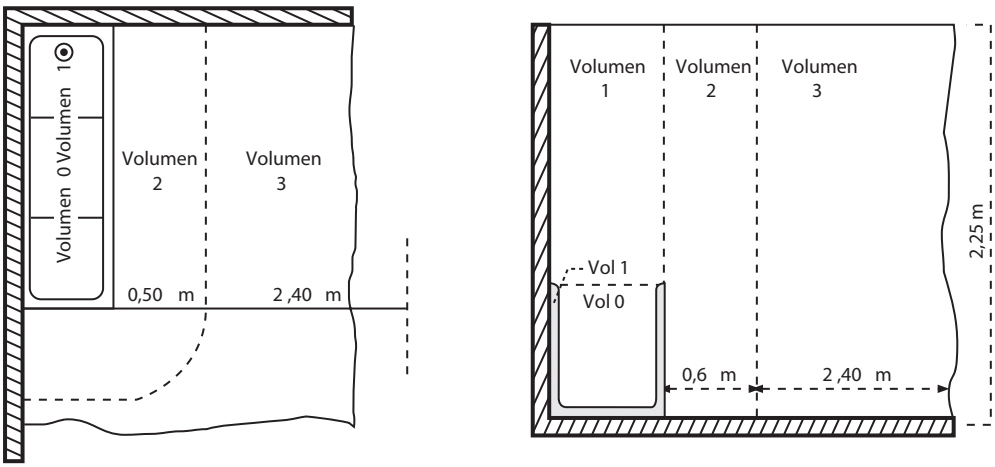


Figura 27.1. Bañera.

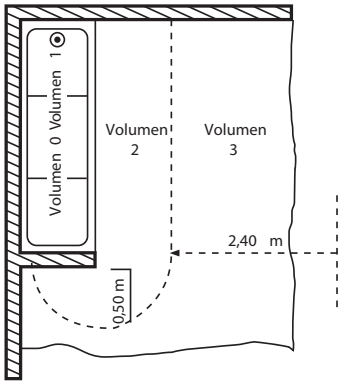


Figura 27.2. Bañera con pared fija.

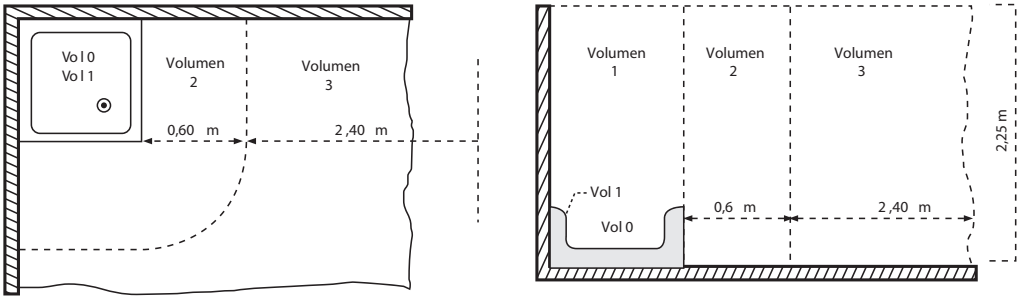


Figura 27.3. Ducha.

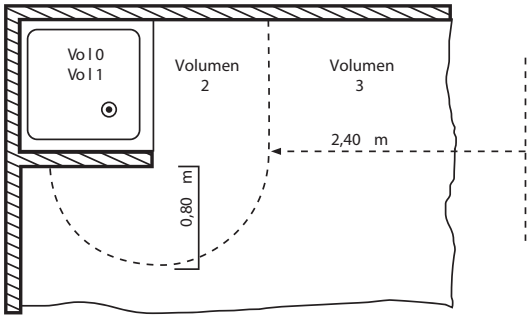


Figura 27.4. Ducha con pared fija.

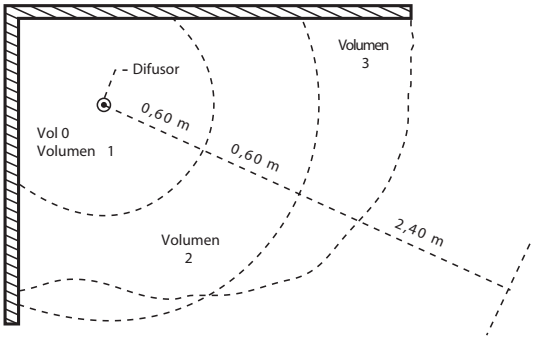


Figura 27.5. Ducha sin plato.

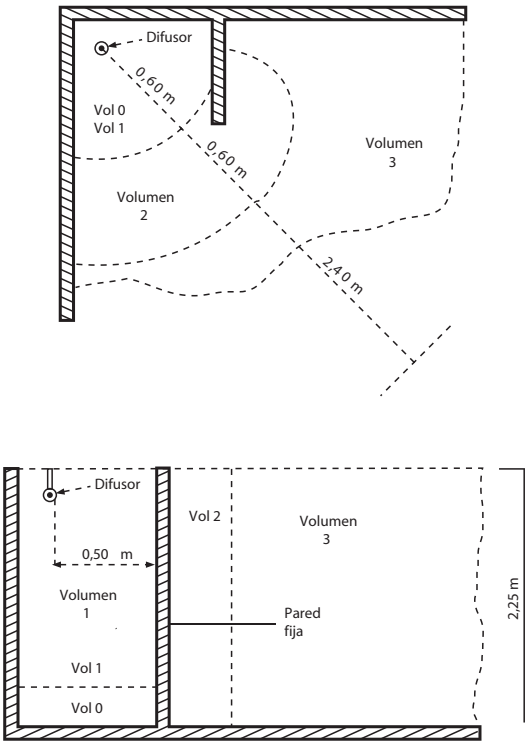


Figura 27.6. Ducha sin plato pero con pared fija. Difusor fijo.

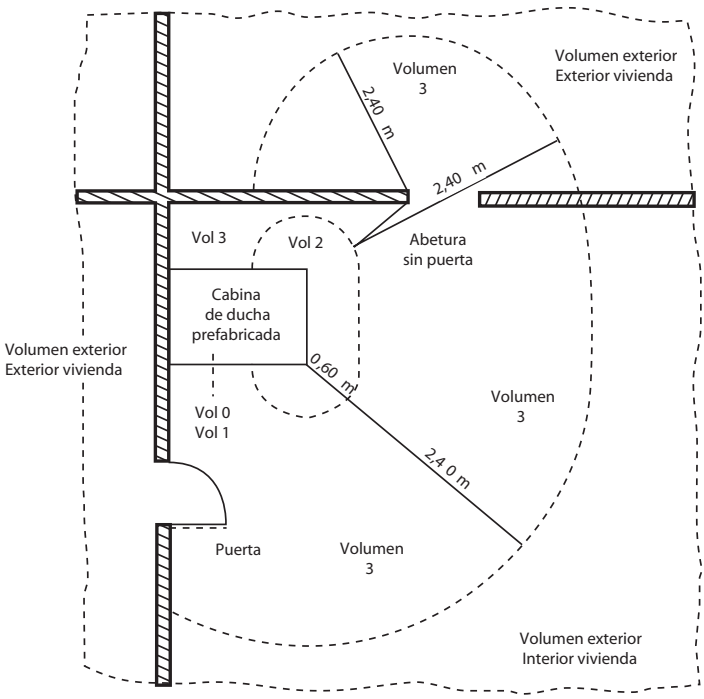


Figura 27.7. Cabina de ducha prefabricada.

Capítulo VI

Instalaciones en locales

28

Instalaciones en locales de pública concurrencia

Índice

1. Campo de aplicación 242

2. Alimentación de los servicios de seguridad 242

2.1 Generalidades y fuentes de alimentación 243

2.2 Fuentes propias de energía 243

2.3 Suministros complementarios o de seguridad 244

3. Alumbrado de emergencia 244

3.1 Alumbrado de seguridad 244

3.1.1 Alumbrado de evacuación 245

3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico 245

3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo 245

3.2 Alumbrado de reemplazamiento 245

3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia 246

3.3.1 Con alumbrado de seguridad 246

3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento 246

3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia 247

3.4.1 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia 247

3.4.2 Luminaria alimentada por fuente central 247

4. Prescripciones de carácter general 247

5. Prescripciones complementarias para locales de espectáculos y actividades recreativas 249

6. Prescripciones complementarias para locales de reunión y trabajo 250

1. Campo de aplicación

La presente instrucción se aplica a locales de pública concurrencia como:

- Locales de espectáculos y actividades recreativas:
  - Cualquiera que sea su capacidad de ocupación, como por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar.
- Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios:
  - Cualquiera que sea su ocupación, los siguientes: templos, museos, salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías.
  - Si la ocupación prevista es de más de 50 personas: bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos.

La ocupación prevista de los locales se calculará como 1 persona por cada 0,8 m^2 de superficie útil, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

Para las instalaciones en quirófanos y salas de intervención se establecen requisitos particulares en la **ITC-BT-38.**

Igualmente se aplican a aquellos locales clasificados en condiciones BD2, BD3 y BD4, según la Norma **UNE 20 460-3** y a todos aquellos locales no contemplados en los apartados anteriores, cuando tengan una capacidad de ocupación de más de 100 personas.

Esta instrucción tiene por objeto garantizar la correcta instalación y funcionamiento de los servicios de seguridad, en especial aquellas dedicadas a alumbrado que faciliten la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios.

2. Alimentación de los servicios de seguridad

En el presente apartado se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes autoridades competentes en materia de seguridad.

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática.

En una alimentación automática la puesta en servicio de la alimentación no depende de la intervención de un operador.

Una alimentación automática se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- Sin corte: alimentación automática que puede estar asegurada de forma continua en las condiciones especificadas durante el periodo de transición, por ejemplo, en lo que se refiere a las variaciones de tensión y frecuencia.
- Con corte muy breve: alimentación automática disponible en 0,15 s como máximo.
- Con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 s como máximo.
- Con corte mediano: alimentación automática disponible en 15 s como máximo.
- Con corte largo: alimentación automática disponible en más de 15 s.

2.1 Generalidades y fuentes de alimentación

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto. En el esquema IT debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual.

Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente independientes de la alimentación normal.

Las fuentes para servicios para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- El emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- No se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- Cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

2.2 Fuentes propias de energía

Fuente propia de energía es la que está constituida por baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad en las condiciones señaladas en el apartado 3.1. de esta instrucción.

2.3 Suministros complementarios o de seguridad

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas, cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva:

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2 000 m^2 de superficie.
- Estadios y pabellones deportivos.

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará suministro de reserva.

En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para mas de 1 000 espectadores, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2 000 m^2 de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

3. Alumbrado de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

3.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje a menos del 70 % de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

3.1.1 *Alumbrado de evacuación*

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

3.1.2 *Alumbrado ambiente o anti-pánico*

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

3.1.3 *Alumbrado de zonas de alto riesgo*

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10 % de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

3.2 Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia

3.3.1 *Con alumbrado de seguridad*

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

a) En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.

b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.

c) En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

d) En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.

e) En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.

f) En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.

g) En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.

h) En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.

i) En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.

j) Cerca[1] de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.

k) Cerca[1] de cada cambio de nivel.

l) Cerca[1] de cada puesto de primeros auxilios.

m) Cerca[1] de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.

n) En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados *m)* y *n)*, el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran, según lo establecido en 3.1.3.

También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el articulo 19 de la **Norma básica de edificación NBE-CPI-96.**

3.3.2 *Con alumbrado de reemplazamiento*

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 h como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 h como mínimo.

[1] Cerca significa a una distancia inferior a 2 m, medida horizontalmente.

3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia

3.4.1 *Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia*

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las Normas **UNE-EN 60 598-2-22** y la Norma **UNE 20 392** o **UNE 20 062,** según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

3.4.2 *Luminaria alimentada por fuente central*

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la Norma **UNE-EN 60 598-2-22.**

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

4. Prescripciones de carácter general

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

a) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción **ITC-BT-17.** Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectarán mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 A se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

b) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

c) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

d) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

e) Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las **ITC-BT-19** e **ITC-BT-20** y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente construidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.
- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.

f) Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la Norma **UNE 21 123** parte 4 o 5; o a la Norma **UNE 211 002** (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como «no propagadores de la llama» de acuerdo con las Normas **UNE-EN 50 085-1** y **UNE-EN 50 086-1,** cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la Norma **UNE-EN 50 200** y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la Norma **UNE 21 123** partes 4 o 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

g) Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de baja tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

5. Prescripciones complementarias para locales de espectáculos y actividades recreativas

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo anterior, se cumplirán en los locales de espectáculos las siguientes prescripciones complementarias:

a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares con la debida protección al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Sala de público.
- Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
- Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a estos, almacenes, etcétera.
- Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

Cada uno de los grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los dispositivos de protección. En otros cuadros se ubicarán los interruptores, conmutadores, combinadores, etc. que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios así como en los almacenes y talleres anexos a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados. Los dispositivos de protección contra sobreintensidades estarán constituidos siempre por interruptores automáticos magnetotérmicos; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores con aislamiento del tipo doble o reforzado y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la Clase II.

c) Los cuadros secundarios de distribución deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.

d) Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:

- Camerinos.
- Almacenes.
- Talleres.
- Otros locales con peligro de incendio.
- Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.

e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.

f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de evacuación, conforme a las disposiciones del apartado 3.1.1, el cual funcionará permanentemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

g) Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al 8 % del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción.

La instalación de balizamiento debe estar construida de forma que el paso de alerta al de funcionamiento de emergencia se produzca cuando el valor de la tensión de alimentación descienda por debajo del 70 % de su valor nominal.

6. Prescripciones complementarias para locales de reunión y trabajo

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo 5, se cumplirán en los locales de reunión las siguientes prescripciones complementarias:

A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

Salas de venta o reunión, por planta del edificio.

- Escaparates.
- Almacenes.
- Talleres.
- Pasillos, escaleras y vestíbulos.

29

Instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión

Índice

1. Campo de aplicación 252
2. Terminología 252
3. Fundamentos para alcanzar la seguridad 253
4. Clasificación de emplazamientos 253
   - 4.1 Clases de emplazamientos 254
     - 4.1.1 Zonas de emplazamientos Clase I 254
     - 4.1.2 Zonas de emplazamiento Clase II 254
   - 4.2 Ejemplos de emplazamientos peligrosos 255
5. Requisitos de los equipos 256
6. Prescripciones generales 256
   - 6.1 Condiciones generales 256
   - 6.2 Documentación 256
   - 6.3 Mantenimiento y reparación 257
7. Emplazamientos de Clase I 257
   - 7.1 Generalidades 257
   - 7.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos) 257
   - 7.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos 258
8. Emplazamientos de Clase II 258
   - 8.1 Generalidades 258
   - 8.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos) 258
   - 8.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos 258
9. Sistemas de cableado 259
   - 9.1 Generalidades 259
   - 9.2 Requisitos de los cables 259
   - 9.3 Requisitos de los conductos 260

1. Campo de aplicación[1]

La presente instrucción tiene por objeto especificar las reglas esenciales para el diseño, ejecución, explotación, mantenimiento y reparación de las instalaciones eléctricas en emplazamientos en los que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la presencia de sustancias inflamables para que dichas instalaciones y sus equipos no puedan ser, dentro de límites razonables, la causa de inflamación de dichas sustancias.

Dentro del concepto de atmósferas potencialmente explosivas se consideran aquellos emplazamientos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamarse, deflagrar, o explosionar, siendo sostenida la reacción por el aporte de oxígeno procedente del aire ambiente en que se encuentran.

Debido a que son objeto de normativas específicas no se consideran incluidos en esta instrucción las instalaciones eléctricas siguientes:

- Las instalaciones correspondientes a los equipos excluidos del campo de aplicación del R.D. 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Cualquier otro entorno que disponga de una reglamentación particular.

En esta instrucción solo se consideran los riesgos asociados a la coexistencia en el espacio y tiempo de equipos e instalaciones eléctricas con atmósferas explosivas; para otras eventuales fuentes de ignición se aplicará lo dispuesto en las reglamentaciones pertinentes.

Las instalaciones y equipos eléctricos en emplazamientos en los que hay riesgo simultáneo por sustancias inflamables de tipo gaseoso y pulverulento cumplirán los requisitos particulares de cada caso.

Además de la situación anterior, así como en atmósferas enriquecidas en oxígeno, se pueden requerir medidas especiales en relación con lo aquí prescrito; estas medidas se justificarán en el proyecto de la instalación.

2. Terminología

A los efectos de la presente instrucción se entenderá:

Modo de protección. Conjunto de medidas específicas aplicadas a un equipo eléctrico para impedir la inflamación de una atmósfera explosiva que lo circunde.

Envolvente antideflagrante «d». Modo de protección en el que las partes que pueden inflamar una atmósfera explosiva están situadas dentro de una envolvente que puede soportar los efectos de la presión derivada de una explosión interna de la mezcla y que impide la transmisión de la explosión a la atmósfera explosiva circundante. Las reglas de este modo de protección se definen en la Norma **UNE-EN 50018.**

Inmersión en aceite «o». Modo de protección en el que el equipo eléctrico o partes de este, se sumergen en un líquido de protección de modo que la atmósfera explosiva que pueda encontrarse sobre la superficie del líquido o en el entorno de la envolvente, no resulta inflamado. Las reglas de este modo de protección se definen en la Norma **UNE-EN 50015.**

[1] El alcance de esta Instrucción, en el marco del **Reglamento electrotécnico para baja tensión,** se limita a los equipos e instalaciones eléctricas de baja tensión, en atmósferas potencialmente explosivas. Se llama la atención sobre el hecho de que el R.D. 400/1996, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 94/9/CE, sobre aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas, afecta a todo tipo de instalaciones en atmósferas potencialmente explosivas, incluyendo aquellas manifestaciones energéticas de origen no eléctrico.

Seguridad intrínseca «i». Modo de protección que aplicado a un circuito o a los circuitos de un equipo hace que cualquier chispa o cualquier efecto térmico producido en condiciones normalizadas, lo que incluye funcionamiento normal y funcionamiento en condiciones de fallo especificadas, no sea capaz de provocar la inflamación de una determinada atmósfera explosiva. Las reglas de este modo de protección se definen en la Norma **UNE-EN 50 020.**

Sistema de seguridad intrínseca. Conjunto de materiales y equipos eléctricos interconectados entre sí, descritos en un documento, en el que los circuitos o partes de circuitos destinados a ser empleados en atmósferas con riesgo de explosión, son de seguridad intrínseca. Las reglas a que deben someterse estos sistemas se encuentran en la Norma **UNE-EN 50 039.**

Categoría de aparatos. Clasificación de los equipos eléctricos o no eléctricos establecida por la Directiva 94/9/CE en función de la peligrosidad del emplazamiento en que se van a utilizar. Dentro del grupo II[(2)]de aparatos se distinguen:

- **Categoría 1.** Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.
- **Categoría 2.** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.
- **Categoría 3.** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.
- **Declaración CE de conformidad.** Documento emitido por el fabricante, o por su representante legal, por el que se afirma que un determinado aparato, sistema o componente cumple todas las prescripciones de la directiva o directivas aplicables.

3. Fundamentos para alcanzar la seguridad

El procedimiento para alcanzar un nivel de seguridad aceptable se fundamenta en el empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, inspección, mantenimiento y reparación, en relación con la acotación del riesgo de presencia de atmósfera explosiva mediante una clasificación de los emplazamientos en los que se pueden producir atmósferas explosivas.

Según la clasificación en que se incluye el emplazamiento, es necesario recurrir a un tipo determinado de medidas constructivas de los equipos, de instalación, supervisión o intervención, como se detalla en la presente instrucción y normas que en ella se citan.

Adicionalmente, es preciso llevar a cabo la explotación, conservación y mantenimiento de la instalación y sus componentes, dentro de unos límites estrictos, para que las condiciones de seguridad no se vean comprometidas durante su vida útil.

4. Clasificación de emplazamientos

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmósferas potencialmente explosivas, estos emplazamientos se agrupan en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable, denominadas como Clase I si el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas y como Clase II si el riesgo es debido a polvo.

En las anteriores clases se establece una subdivisión en zonas según la probabilidad de presencia de la atmósfera potencialmente explosiva.

La clasificación de emplazamientos se llevará a cabo por un técnico competente que justificarán los criterios y procedimientos aplicados. Esta decisión tendrá preferencia sobre las interpretaciones literales o ejemplos que figuran en los textos y figuras de los documentos de referencia que se citan para establecer esta clasificación.

[(2)] No se consideran las categorías del grupo I por pertenecer a un entorno reglamentario-minas-distinto a este.

4.1 Clases de emplazamientos

Los emplazamientos se agrupan como sigue:

- **Clase I.** Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.
- **Clase II.** Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable.

4.1.1 *Zonas de emplazamientos Clase I*

Se distinguen:

Zona 0. Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva construida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Zona 1. Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Zona 2. Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva solo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

En la Norma **UNE-EN 60079-10** se recogen reglas precisas para establecer zonas en emplazamientos de Clase I.

4.1.2 *Zonas de emplazamiento Clase II*

Se distinguen:

Zona 20. Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Las capas en sí mismas no constituyen una zona 20. En general estas condiciones se dan en el interior de conducciones, recipientes, etc. Los emplazamientos en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua o durante largos períodos de tiempo, no entran en este concepto.

Zona 21. Emplazamientos en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.

Esta zona puede incluir entre otros, los emplazamientos en la inmediata vecindad de, por ejemplo, lugares de vaciado o llenado de polvo.

Zona 22. Emplazamientos en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, solo subsiste por breve espacio de tiempo.

Esta zona puede incluir, entre otros, entornos próximos de sistemas conteniendo polvo de los que puede haber fugas y formar depósitos de polvo.

En la Norma **CEI 61241-3** se recogen reglas para establecer zonas en emplazamientos de Clase II.

4.2 Ejemplos de emplazamientos peligrosos

A título orientativo, sin que esta lista sea exhaustiva, y salvo que el proyectista pueda justificar que no existe el correspondiente riesgo, son ejemplos de emplazamientos peligrosos:

- **De Clase I**
  - Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
  - Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.
  - Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes.
  - Secaderos de material con disolventes inflamables.
  - Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
  - Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
  - Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables.
  - Salas de gasógenos.
  - Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
  - Salas de bombas y/o de compresores de líquidos y gases inflamables.
  - Interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.
- **De Clase II**
  - Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria que maneja granos y derivados.
  - Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo.
  - Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
  - Plantas de coquización.
  - Plantas de producción y manipulación de azufre.
  - Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etcétera).
  - Almacenes y muelles de expedición donde los materiales pulverulentos se almacenan o manipulan en sacos y contenedores.
  - Zonas de tratamiento de textiles como algodón, etcétera.
  - Plantas de fabricación y procesado de fibras.
  - Plantas desmotadoras de algodón.
  - Plantas de procesado de lino.
  - Talleres de confección.
  - Industria de procesado de madera tales como carpinterías, etcétera.

5. Requisitos de los equipos

Los equipos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes, destinados a su empleo en emplazamientos comprendidos en el ámbito de ésta instrucción, deberán cumplir las condiciones que se establecen en el **R.D. 400/1996** de 1 de Marzo.

Para aquellos elementos que no entran en el ámbito del mencionado **R.D. 400/1996** y para los que se estipule el cumplimiento de una norma, se considerarán conformes con las prescripciones de la presente instrucción aquellos que estén amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por organismos de control autorizados según lo dispuesto en el **R.D. 2 200/1995,** de 28 de diciembre.

6. Prescripciones generales

En todo lo que aquí no se indique explícitamente son de aplicación, en lo que corresponda, las demás instrucciones de este reglamento; caso de conflicto predominará la interpretación correspondiente a esta instrucción.

6.1 Condiciones generales

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

Los equipos eléctricos se instalarán de acuerdo con las condiciones de su documentación particular, se pondrá especial cuidado en asegurar que las partes recambiables, tales como lámparas, sean del tipo y características asignadas correctas. Las inspecciones de las instalaciones objeto de esta instrucción se realizarán según lo establecido en la Norma **UNE-EN 60 079-17.**

En el caso de circunstancias excepcionales, como por ejemplo, ciertas tareas de reparación que precisan soldadura, trabajos de investigación y desarrollo (operación en plantas piloto, realización de trabajos experimentales etc.) no será necesario que se reúnan todos los requisitos de los capítulos 6, 7 y 8 siguientes, supuesto que la instalación va a estar en operación solo durante un periodo limitado, está bajo la supervisión de personal especialmente formado, y se reúnen las siguientes condiciones:

- Se han tomado medidas para prevenir la aparición de atmósferas explosivas peligrosas.
- Se han tomado medidas para asegurar que el equipo eléctrico se desconecta en caso de formación de una atmósfera peligrosa.
- Se han tomado medidas para asegurar que las personas no van a resultar dañadas por incendios o explosiones.

Y adicionalmente, estas medidas se han comunicado por escrito a personal que está familiarizado con los requisitos de esta instrucción y con las normas que tratan de equipos e instalaciones en lugares con riesgo de explosión y tienen acceso a toda la información necesaria para llevar a cabo la actuación.

Para llevar a cabo estas operaciones será necesaria la previa elaboración de un permiso especial de trabajo autorizado por el responsable de la planta o instalación.

6.2 Documentación

Para instalaciones nuevas o ampliaciones de las existentes, en el ámbito de aplicación de la presente ITC, se incluirá la siguiente información (según corresponda) en el proyecto de la instalación:

- Clasificación de emplazamientos y plano representativo.
- Adecuación de la categoría de los equipos a los diferentes emplazamientos y zonas.
- Instrucciones de implantación, instalación y conexión de los aparatos y equipos.
- Condiciones especiales de instalación y utilización.

El propietario deberá conservar:

- Copia del proyecto en su forma definitiva.
- Manual de instrucciones de los equipos.
- Declaraciones de Conformidad de los equipos.
- Documentos descriptivos del sistema para los de seguridad intrínseca.
- Todo documento que pueda ser relevante para las condiciones de seguridad.

6.3 Mantenimiento y reparación

Las instalaciones objeto de esta instrucción se someterán a un mantenimiento que garantice la conservación de las condiciones de seguridad. Como criterio al respecto, se seguirá lo establecido en la Norma **UNE-EN 60 079-17.**

La reparación de equipos y sistemas de protección deberán ser llevados a cabo de forma que no comprometa la seguridad. Como criterio técnico se seguirá lo establecido en la Norma **CEI 60 079-19.**

7. Emplazamientos de Clase I

7.1 Generalidades

Estas instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la Norma **UNE-EN 60 079–14,** salvo que se contradiga con lo indicado en la presente instrucción, la cual prevalecerá sobre la norma.

7.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos)

Para seleccionar un equipo eléctrico el procedimiento a seguir comprende las siguientes fases:

1) Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso.

2) Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo.

3) Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la categoría esté de acuerdo a las limitaciones de la Tabla 29.1 y que éstos cumplan con los requisitos que les sea de aplicación, establecidos en la Norma **UNE-EN 60 079-14.** Si la temperatura ambiente prevista no está en el rango comprendido entre −20 °C y +40 °C el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente.

4) Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

Tabla 29.1. Categorías de equipos admisibles para atmósfera de gases y vapores.

7.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos

La instalación de los equipos eléctricos se realizará de acuerdo a lo especificado en la Norma **UNE-EN 60 079-14.**

Adicionalmente se tendrá en cuenta que la utilización de equipos con modo de protección por inmersión en aceite «o» queda restringida a equipos de instalación fija y que no tengan elementos generadores de arco en el seno del líquido de protección. Para la instalación de sistemas de seguridad intrínseca, se tendrá en cuenta también, lo indicado en la Norma **UNE-EN 50 039.**

8. Emplazamientos de Clase II

8.1 Generalidades

Estas instalaciones se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la Norma **EN 50 281-1-2,** salvo que contradiga con lo indicado en la presente instrucción, la cual prevalecerá sobre la norma.

8.2 Selección de equipos eléctricos (excluidos cables y conductos)

Para seleccionar un equipo eléctrico el procedimiento a seguir comprende las siguientes fases:

1) Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso.

2) Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo.

3) Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la categoría esté de acuerdo a las limitaciones de la Tabla 29.2 y que estos cumplan con los requisitos que les sea de aplicación, establecidos en la Norma **EN 50 281-1-2.**

4) Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	20, 21 y 22
Categoría 2	21 y 22
Categoría 3	22

Tabla 29.2. Categorías de equipos admisibles para atmósferas con polvo explosivo.

8.3 Reglas de instalación de equipos eléctricos

La instalación de los equipos eléctricos destinados a emplazamientos de Clase II se hará de acuerdo con lo especificado en la Norma **EN 50 281-1-2.**

Es necesario tener presente que si un equipo eléctrico dispone de un modo de protección para gases, no garantiza que su protección sea adecuada contra el riesgo de inflamación de polvo.

9. Sistemas de cableado

9.1 Generalidades

Para instalaciones de seguridad intrínseca, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la Norma **UNE-EN 60079-14** y de la Norma **UNE-EN 50039.**

Los cables para el resto de las instalaciones tendrán una tensión mínima asignada de 450/750 V.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

Para las canalizaciones para equipos móviles se tendrá en cuenta lo establecido en la instrucción **ITC MIE-BT 21.**

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 % respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos; para la protección de sobrecargas se tendrá en cuenta la intensidad de carga resultante fijada en el párrafo anterior y para la protección de cortocircuitos se tendrá en cuenta el valor máximo para un defecto en el comienzo del cable y el valor mínimo correspondiente a un defecto bifásico y franco al final del cable.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

9.2 Requisitos de los cables

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de Clase I y Clase II serán:

a) En instalaciones fijas:

- Cables de tensión asignada mínima 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico rígido o flexible conforme a Norma **UNE-EN 50086-1.**
- Cables construidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales:

- Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según **UNE 21157** parte 1.
- Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie **UNE 21123.**

Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la Norma **UNE 20432-3.**

b) En alimentación de equipos portátiles o móviles. Se utilizaran cables con cubierta de policloropreno según **UNE 21027** parte 4 o **UNE 21150,** que sean aptos para servicios móviles, de tensión asignada mínima 450/750 V, flexibles y de sección mínima 1,5 mm^2. La utilización de estos cables flexibles se restringirá a lo estrictamente necesario y como máximo a una longitud de 30 m.

9.3 Requisitos de los conductos

Cuando el cableado de las instalaciones fijas se realice mediante tubo o canal protector, éstos serán conformes a las especificaciones dadas en la Tabla 29.3 y Tabla 29.4.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos *D* • 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 29.3. Características mínimas para tubos.

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Fuerte	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15 °C	−5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C	+60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Tabla 29.4. Características mínimas para canales protectoras.

Esto no es aplicable en el caso de canalizaciones bajo tubo que se conecten a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos, en donde el tubo resistirá una presión interna mínima de 3 MPa durante 1 minuto y será, o bien de acero sin soldadura, galvanizado interior y exteriormente, conforme a la Norma **UNE 36 582,** o bien conforme a la Norma **UNE EN 50 086,** con el grado de resistencia de la Tabla 29.5.

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	2	+90 °C
Resistencia al curvado	1	Rígido
Propiedades eléctricas	1	Continuidad eléctrica
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	4	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

Tabla 29.5. Características mínimas para tubos que se conectan a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos.

Cuando por exigencias de la instalación, se precisen tubos flexibles (por ejemplo, por existir vibraciones en la conexión del cableado bajo tubo), estos serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos.

Los tubos con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

30

Instalaciones en locales de características especiales

Índice

1. Instalaciones en locales húmedos 263
   1.1 Canalizaciones eléctricas 263
      1.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos 263
      1.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes 263
      1.1.3 Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector 263
   1.2 Aparamenta 263
   1.3 Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado 263

2. Instalaciones en locales mojados 264
   2.1 Canalizaciones 264
      2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos 264
      2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes 264
   2.2 Aparamenta 264
   2.3 Dispositivos de protección 264
   2.4 Aparatos móviles o portátiles 264
   2.5 Receptores de alumbrado 264

3. Instalaciones en locales con riesgo de corrosión 265

4. Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión 265

5. Instalaciones en locales a temperatura elevada 265

6. Instalaciones en locales a muy baja temperatura 266

7. Instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores 266

8. Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico 267

9. Instalaciones en otros locales de características especiales 267
   9.1 Clasificación de las influencias externas 268

1. Instalaciones en locales húmedos

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico cuando no se utilice muy bajas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones:

1.1 Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IP X1). Este requisito lo deberán cumplir las canalizaciones prefabricadas.

1.1.1 *Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos*

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos:

Empotrados: según lo especificado en la instrucción **ITC-BT-21.**

En superficie: según lo especificado en la **ITC-BT-21,** pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 3.

1.1.2 *Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes*

Se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

1.1.3 *Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector*

Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV y discurrirán por:

- En el interior de huecos de la construcción.
- Fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.

1.2 Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IP X1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

1.3 Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IP X1 y no serán de Clase 0.

Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II, según la instrucción **ITC-BT-43.**

2. Instalaciones en locales mojados

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque solo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.

Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los lavaderos públicos, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además de las condiciones para locales húmedos del apartado 1, las siguientes:

2.1 Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IP X4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IP X4.

2.1.1 *Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos*

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la **ITC-BT-21.**
- En superficie: según lo especificado en la **ITC-BT-21,** pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 4.

2.1.2 *Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes*

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

2.2 Aparamenta

Se instalarán los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IP X4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

2.3 Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la **ITC-BT-22,** se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

2.4 Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibida en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS según la instrucción **ITC-BT-36.**

2.5 Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IP X4. No serán de Clase 0.

3. Instalaciones en locales con riesgo de corrosión

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etcétera.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

4. Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

Las canalizaciones eléctricas prefabricadas o no, tendrán un grado de protección mínimo IP 5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la Norma **UNE 20 324**), salvo que las características del local exijan uno más elevado.

Los equipos o aparamenta utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP 5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la Norma **UNE 20 324**) o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección IP 5X, salvo que las características del local exijan uno más elevado.

5. Instalaciones en locales a temperatura elevada

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 °C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 °C.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los cables aislados con materias plásticas o elastómeras podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 °C aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible, señalados en la Norma **UNE 20 460-5-523.**

  Para temperaturas ambientes superiores a 50 °C se utilizarán cables especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre soportes aislantes. Los soportes estarán construidos con un material cuyas propiedades y estabilidad queden garantizadas a la temperatura de utilización.

- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.

6. Instalaciones en locales a muy baja temperatura

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde pueden presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a −20 °C.

Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.

Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

7. Instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo y evitar la penetración de gases en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes en tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no podrá ser afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 m.
- Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 V con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 75 V en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

8. Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, solo tienen acceso a las mismas personas cualificadas para ello. Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etcétera.

En estos locales se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 m y una anchura mínima de 0,7 m. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 m. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 m. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 m.
- El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 m, como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 m.
- Solo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.
- Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.
- Los locales que estén bajo rasante deberán disponer de un sumidero.

9. Instalaciones en otros locales de características especiales

Cuando en los locales o emplazamientos donde se tengan que establecer instalaciones eléctricas concurran circunstancias especiales no especificadas en estas instrucciones y que puedan originar peligro para las personas o cosas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los equipos eléctricos deberán seleccionarse e instalarse en función de las influencias externas definidas en la Norma **UNE 20460-3,** a las que dichos materiales pueden estar sometidos de forma que garanticen su funcionamiento y la fiabilidad de las medidas de protección.
- Cuando un equipo no posea por su construcción, las características correspondientes a las influencias externas del local (o las derivadas de su ubicación), podrá utilizarse a condición de que se le proporcione, durante la realización de la instalación, una protección complementaria adecuada. Esta protección no deberá perjudicar las condiciones de funcionamiento del material así protegido.
- Cuando se produzcan simultáneamente diferentes influencias externas, sus efectos podrá ser independientes o influirse mutuamente, y los grados de protección deberán seleccionarse en consecuencia.

9.1 Clasificación de las influencias externas

La Norma **UNE 20 460-3** establece una clasificación y una codificación de las influencias que deben ser tenidas en cuenta para el proyecto y la ejecución de las instalaciones eléctricas.

Esta codificación no está prevista para su utilización el marcado de los equipos.

Capítulo VII

Instalaciones con fines especiales

31

Piscinas y fuentes

Índice

1. Campo de aplicación 272

2. Piscinas y pediluvios 272

2.1 Clasificación de los volúmenes 272

2.2 Prescripciones generales 273

2.2.1 Canalizaciones 274

2.2.2 Cajas de conexión 274

2.2.3 Luminarias 274

2.2.4 Aparamenta y otros equipos 274

3. Fuentes 275

3.1 Requisitos del volumen 0 y 1 de las fuentes 275

3.2 Conexión equipotencial suplementaria 276

3.3 Protección contra la penetración del agua en los equipos eléctricos 276

3.4 Canalizaciones 276

4. Prescripciones particulares de equipos eléctricos de baja tensión instalados en el volumen 1 de las piscinas y otros baños 276

1. Campo de aplicación

Esta ITC trata de las prescripciones de las instalaciones eléctricas de las piscinas, pediluvios y fuentes ornamentales.

2. Piscinas y pediluvios

2.1 Clasificación de los volúmenes

Se definen los volúmenes sobre los cuales se indican las medidas de protección que se enumeran en los apartados siguientes, como:

a) Zona 0: Esta zona comprende el interior de los recipientes, incluyendo cualquier canal en las paredes o suelos, y los pediluvios o el interior de los inyectores de agua o cascadas.

b) Zona 1: Esta zona esta limitada por:

- Zona 0.
- Un plano vertical a 2 m del borde del recipiente.
- El suelo o la superficie susceptible de ser ocupada por personas.
- El plano horizontal a 2,5 m por encima del suelo o la superficie.

Cuando la piscina contiene trampolines, bloques de salida de competición, toboganes u otros componentes susceptibles de ser ocupados por personas, la Zona 1 comprende la zona limitada por:

- Un plano vertical situado a 1,5 m alrededor de los trampolines, bloques de salida de competición, toboganes y otros componentes tales como esculturas, recipientes decorativos.
- El plano horizontal situado 2,5 m por encima de la superficie más alta destinada a ser ocupada por personas.

c) Zona 2: Esta zona está limitada por:

- El plano vertical externo a la Zona 1 y el plano paralelo a 1,5 m del anterior.
- El suelo o superficie destinada a ser ocupada por personas y el plano horizontal situado a 2,5 m por encima del suelo o superficie.

No existe Zona 2 para fuentes. Ejemplos de estos volúmenes se indican en las Figuras 31.1, 31.2, 31.3, 31.4 y 31.5.

En las Figura 31.3 y Figura 31.4 se presentan dos ejemplos de cómo los paramentos o muros aislantes modifican los volúmenes definidos en las Figura 31.1 y Figura 31.2.

Los cuartos de máquinas, definidos como aquellos locales que tengan como mínimo un equipo eléctrico para el uso de la piscina, podrán estar ubicados en cualquier lugar, siempre y cuando sean inaccesibles para todas las personas no autorizadas.

Dichos locales cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-30** para locales húmedos o mojados, según corresponda.

2.2 Prescripciones generales

Los equipos eléctricos (incluyendo canalizaciones, empalmes, conexiones, etc.) presentarán el grado de protección siguiente, de acuerdo con la **UNE 20 324:**

- Zona 0:

  IP X8.

- Zona 1:

  IP X5.

  IP X4, para piscinas en el interior de edificios que normalmente no se limpian con chorros de agua.

- Zona 2:

  IP X2, para ubicaciones interiores.

  IP X4, para ubicaciones en el exterior.

  IP X5, en aquellas localizaciones que puedan ser alcanzadas por los chorros de agua durante las operaciones de limpieza.

Cuando se usa MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra los contactos directos debe proporcionarse mediante:

- Barreras o cubiertas que proporcionen un grado de protección mínimo IP 2X o IP XXB, según **UNE 20 324.**
- Un aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en corriente alterna, durante 1 minuto.

Las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos o por puesta fuera de alcance por alejamiento, no son admisibles.

No se admitirán las medidas de protección contra contactos indirectos mediante locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no conectadas a tierra.

Todos los elementos conductores de los volúmenes 0, 1 y 2, y los conductores de protección de todos los equipos con partes conductoras accesibles situados en estos volúmenes, deben conectarse a una conexión equipotencial suplementaria local. Las partes conductoras incluyen los suelos no aislados.

Con la excepción de las fuentes mencionadas en el capítulo siguiente, en las zonas 0 y 1, solo se admite protección mediante MBTS a tensiones asignadas no superiores a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua. La fuente de alimentación de seguridad se instalará fuera de las Zonas 0, 1 y 2.

En la Zona 2 y los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, deben alimentarse por circuitos protegidos:

- Bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0, 1 y 2.
- Bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máxima 30 mA.
- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las tomas de corriente de los circuitos que alimentan los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la zona 0, así como el dispositivo de control de dichos equipos deben incorporar una señal de advertencia al usuario de que dicho equipo solo debe usarse cuando la piscina no está ocupada por personas.

2.2.1 *Canalizaciones*

En el volumen 0 ninguna canalización se encontrará en el interior de la piscina al alcance de los bañistas. No se instalarán líneas aéreas por encima de los volúmenes 0, 1 y 2 o de cualquier estructura comprendida dentro de dichos volúmenes.

En los volúmenes 0, 1 y 2, las canalizaciones no tendrán cubiertas metálicas accesibles. Las cubiertas metálicas no accesibles estarán unidas a una línea equipotencial suplementaria.

Los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1, y 2 serán de las características indicadas en la **ITC-BT-30,** para los locales mojados.

2.2.2 *Cajas de conexión*

En los volúmenes 0 y 1 no se admitirán cajas de conexión, salvo que en el volumen 1 se admitirán cajas para muy baja tensión de seguridad (MBTS) que deberán poseer un grado de protección IP X5 y ser de material aislante. Para su apertura será necesario el empleo de un útil o herramienta; su unión con los tubos de las canalizaciones debe conservar el grado de protección IP X5.

2.2.3 *Luminarias*

Las luminarias para uso en el agua o en contacto con el agua deben cumplir con la Norma **UNE-EN 60 598-2-18.**

Las luminarias colocadas bajo el agua en hornacinas o huecos detrás de una mirilla estanca y cuyo acceso solo sea posible por detrás deberán cumplir con la parte correspondiente de Norma **UNE-EN 60 598** y se instalarán de manera que no pueda haber ningún contacto intencionado o no entre partes conductoras accesibles de la mirilla y partes metálicas de la luminaria, incluyendo su fijación.

2.2.4 *Aparamenta y otros equipos*

Elementos tales como interruptores, programadores, y bases de toma de corriente no deben instalarse en los volúmenes 0 y 1.

No obstante, para las piscinas pequeñas, en las que la instalación de bases de toma de corriente fuera del volumen 1 no sea posible, se admitirán bases de toma de corriente, preferentemente no metálicas, si se instalan fuera del alcance de la mano (al menos 1,25 m) a partir del límite del volumen 0 y al menos 0,3 m por encima del suelo, estando protegidas, además por una de las medidas siguientes:

- Protegidas por MBTS, de tensión nominal no superior a 25 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua, estando instalada la fuente de seguridad fuera de los volúmenes 0 y 1.
- Protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.
- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1.

En el volumen 2 se podrán instalar base de toma de corriente e interruptores siempre que estén protegidos por una de las siguientes medidas:

- MBTS, con la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2 protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.
- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

En los volúmenes 0 y 1 solo se podrán instalar equipos de uso específico en piscinas, si cumplen las prescripciones del capitulo 3 siguiente.

Los equipos destinados a utilizarse únicamente cuando las personas están fuera del volumen 0 se podrán colocar en cualquier volumen si se alimentan por circuitos protegidos por una de las siguientes formas:

- Bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las zonas 0,1 y 2.
- Bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máxima 30 mA.
- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la zona 0, 1 y 2.

Las bombas eléctricas deberán cumplir lo indicado en **UNE-EN 60 335-2-41.**

Los eventuales elementos calefactores eléctricos instalados debajo del suelo de la piscina se admiten si cumplen una de las siguientes condiciones:

Estén protegidos por MBTS, estando la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Están blindados por una malla o cubierta metálica puesta a tierra o unida a la línea equipotencial suplementaria mencionada en el apartado 2.2.1 y que sus circuitos de alimentación estén protegidos por un dispositivo de corriente diferencia-residual de corriente nominal como máximo de 30 mA.

3. Fuentes

En las fuentes se diferencian solo dos volúmenes 0 y 1 tal como se describe en la Figura 31.5.

3.1 Requisitos del volumen 0 y 1 de las fuentes

Se deberán emplear una de las siguientes medidas de protección:

- Protección mediante (MBTS) muy baja tensión de seguridad hasta un valor de 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua. La protección contra el contacto directo debe estar asegurada.
- Corte automático mediante dispositivo de protección por corriente diferencial-residual asignada no superior a 30 mA.
- Separación eléctrica mediante fuente situada fuera del volumen 0.

Para poder cumplir las medidas de protección anteriores, se requiere además que:

- El equipo eléctrico sea inaccesible, por ejemplo, por rejillas que solo puedan retirarse mediante herramientas apropiadas.
- Se utilicen solo equipos de Clase I o III o especialmente diseñados para fuentes.
- Las luminarias cumplan lo indicado en la Norma **UNE-EN 60 598-2-18.**
- Las bases de enchufe no están permitidas en estos volúmenes.
- Las bombas eléctricas cumplan lo indicado en la Norma **UNE-EN 60 335-2-41.**

3.2 Conexión equipotencial suplementaria

En los volúmenes 0 y 1 debe instalarse una conexión equipotencial suplementaria local. Todas las partes conductoras accesibles de tamaño apreciable, por ejemplo: surtidores, elementos metálicos y sistemas de tuberías metálicas deberán estar interconectadas conductivamente por un conductor de conexión equipotencial.

3.3 Protección contra la penetración del agua en los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos deberán tener un grado de protección mínimo contra la penetración del agua, según:

- Volumen 0 IP X8.
- Volumen 1 IP X5.

3.4 Canalizaciones

Los cables resistirán permanentemente los efectos ambientales en el lugar de la instalación.

En los volúmenes 0 y 1 solo se permiten aquellos cables necesarios para alimentar al equipo receptor permanentemente instalado en estas zonas.

Los cables para el equipo eléctrico en el volumen 0 deben instalarse lo más lejos posible del borde de la pileta.

En los volúmenes 0 y 1 los cables y su instalación serán de las características indicadas en la **ITC-BT-30,** para locales mojados y los cables deberán colocarse mecánicamente protegidos en el interior de canalizaciones que cumplan la resistencia al impacto, código 5, según **UNE-EN 50 086-1.**

4. Prescripciones particulares de equipos eléctricos de baja tensión instalados en el volumen 1 de las piscinas y otros baños

Los equipos eléctricos fijos especialmente destinados a ser utilizados en las piscinas y otros baños (por ejemplo equipo de filtrado, contracorrientes, etc.) alimentados en baja tensión, que no sea MBTS, limitada a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua, se admiten en el volumen 1, siempre que cumplan los siguientes requisitos:

a) Los equipos eléctricos deberán estar situados en un recinto cuyo aislamiento sea equivalente a un aislamiento suplementario y con una protección mecánica AG2 (choques medios), según **UNE 20 460-3.**

b) Los equipos eléctricos no deben ser accesibles más que por un registro (o puerta), por medio de una llave o un útil. La apertura del registro (o de la puerta) debe cortar todos los conductores activos de los equipos. La instalación del dispositivo de seccionamiento y la entrada del cable debe ser de Clase II o tener una protección equivalente.

c) Cuando el registro (o puerta) esté abierta, el grado de protección para los equipos eléctricos debe ser al menos IP XXB según **UNE 20 324.**

d) La alimentación de estos equipos estará protegida:

- Bien por MBTS con una tensión asignada no superior a 25 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua, siempre que la fuente de alimentación de seguridad esté situada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.
- Bien por un dispositivo de corte diferencial como máximo de 30 mA.
- Por separación eléctrica, cuya fuente de separación esté instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Para las piscinas pequeñas donde no es posible instalar luminarias fuera del volumen 1, su instalación se admite a 1,25 m a partir del borde del volumen 0 y estarán protegidas:

- Bien por MBTS.
- Bien por un dispositivo de corte diferencial como máximo de 30 mA.
- Bien por separación eléctrica, cuya fuente de separación esté instalada fuera de los volúmenes 0 y 1.

Además las luminarias deben poseer una envolvente con un aislamiento de Clase II o similar y protección a los choques AG2 (choques medios) según **UNE 20 460-3.**

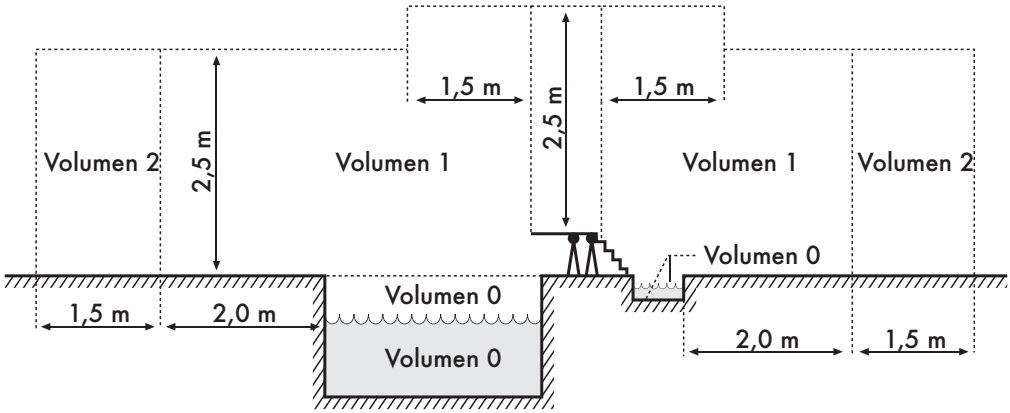


Figura 31.1. Dimensiones de los volúmenes para depósitos de piscinas y pediluvios.

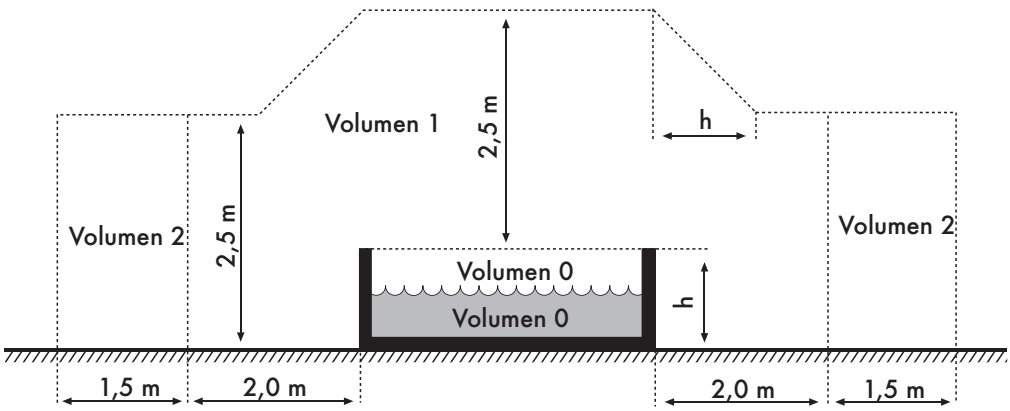


Figura 31.2. Dimensiones de los volúmenes para depósitos por encima del suelo.

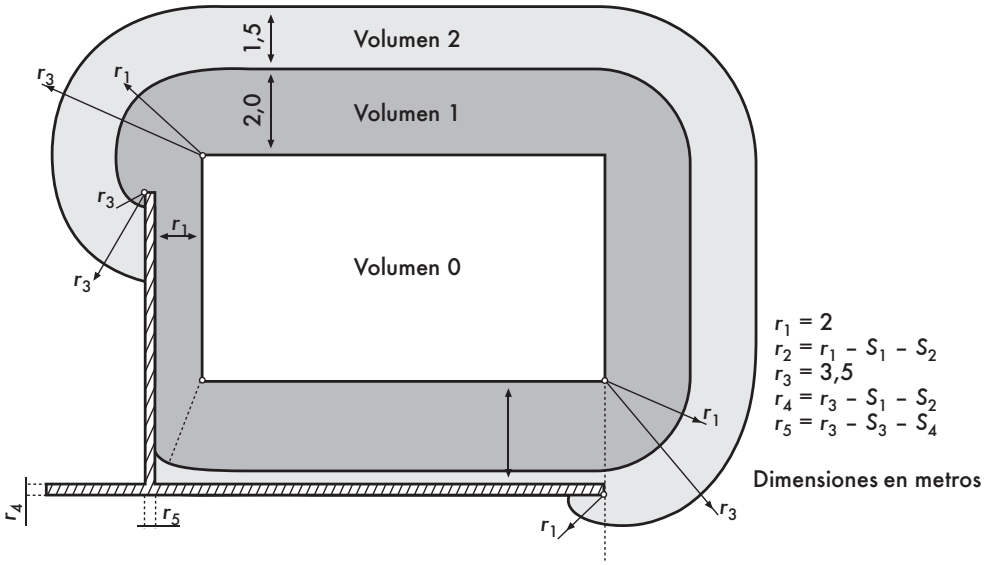


Figura 31.3. Dimensiones de protección en piscinas con paredes de altura mínima 2,5 m.

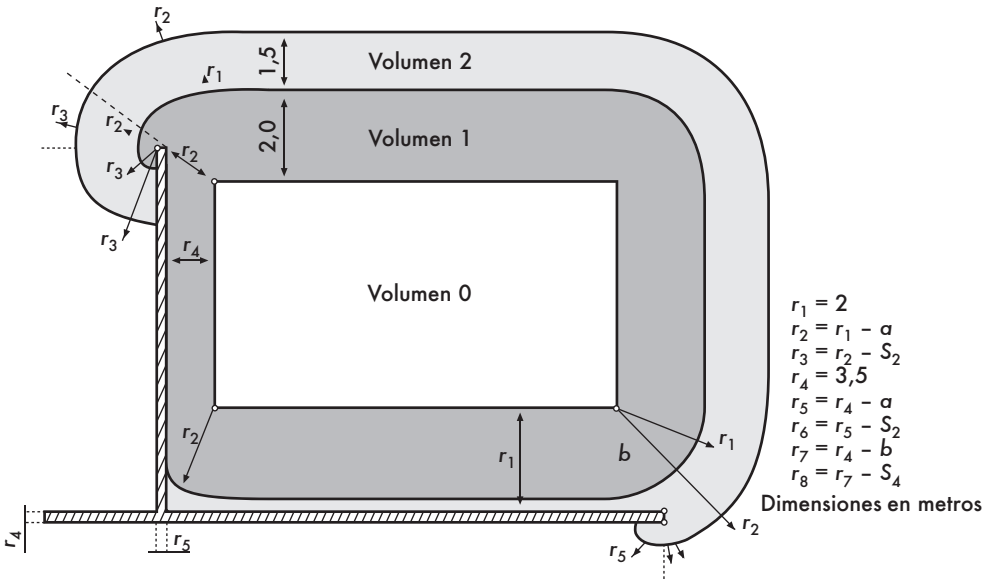


Figura 31.4. Volúmenes de protección en piscinas con paredes.

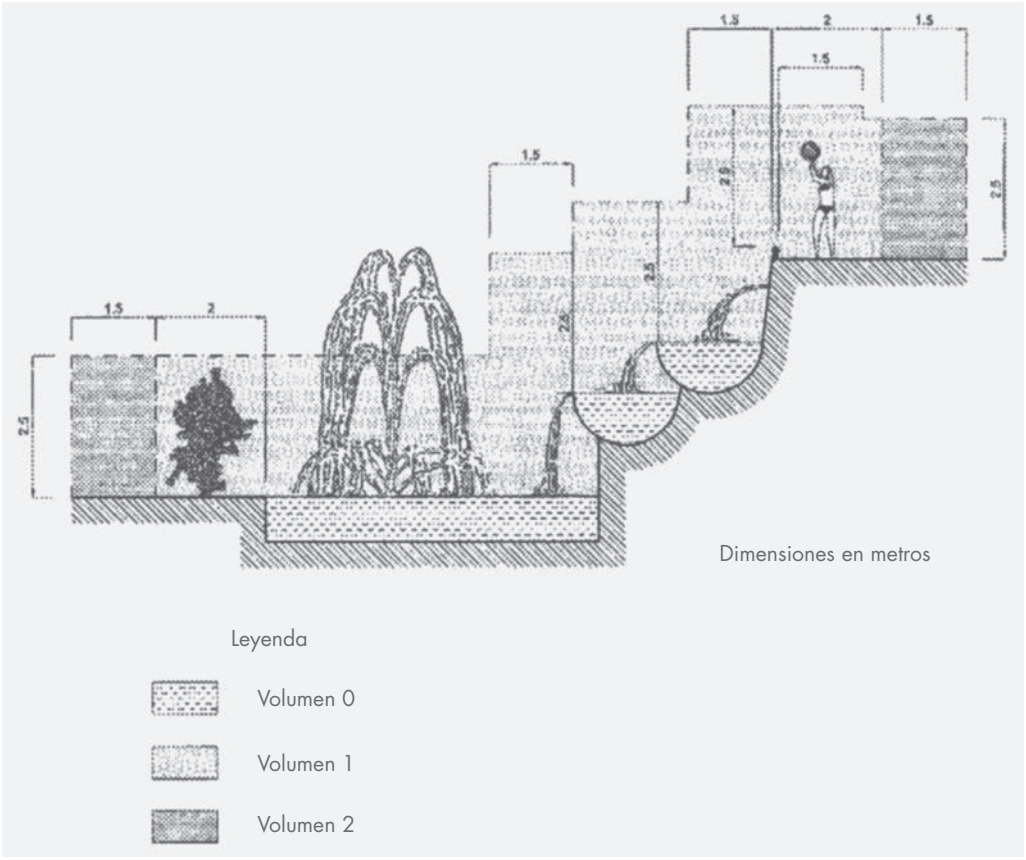


Figura 31.5. Volúmenes de protección en fuentes.

32

Máquinas de elevación y transporte

Índice

1. Ámbito de aplicación 281

2. Requisitos generales 281

3. Protección para garantizar la seguridad 282
   - 3.1 Protección contra los contactos directos 282
   - 3.2 Protección contra sobreintensidades 282

4. Seccionamiento y corte 282
   - 4.1 Corte por mantenimiento mecánico 282
   - 4.2 Corte y parada de emergencia 283

5. Aparamenta 283
   - 5.1 Interruptores 283
   - 5.2 Interruptores en el lado de la alimentación de la instalación 284

6. Disposición de la toma de tierra y conductores de protección 284

1. Ámbito de aplicación

Esta instrucción trata de los requisitos particulares de los sistemas de instalación del equipo eléctrico de grúas, aparatos de elevación y transporte y otros equipos similares tales como escaleras mecánicas, cintas transportadoras, puentes rodantes, cabrestantes, andamios eléctricos, etcétera.

2. Requisitos generales

La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general de accionamiento manual, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo local o recinto en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.

Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento deberán estar dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 %.

Únicamente en el caso de que las máquinas destinadas exclusivamente al transporte de mercancías no dispongan de jaulas para el transporte, se permitirá la instalación de interruptores suspendidos de la extremidad de la canalización móvil.

Las canalizaciones móviles de mando y señalización se podrán colocar bajo la misma envolvente protectora de las demás líneas móviles, incluso si pertenecen a circuitos diferentes, siempre que cumplan las condiciones establecidas en la instrucción **ITC-BT-20.**

En las instalaciones en el exterior para servicios móviles se utilizarán cables flexibles con cubierta de policloropeno o similar según **UNE 21 027** o **UNE 21 150.**

Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellas y en el hueco, se conectarán a tierra.

Se considerarán conectados a tierra los equipos montados sobre elementos de estructura metálica del edificio si dicha estructura ha sido conectada previamente a tierra y satisface las siguientes prescripciones:

- Su continuidad eléctrica está asegurada, ya sea por construcción, ya sea por medio de conexiones apropiadas, de manera que estén protegidas contra deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductibilidad debe ser adecuada a este uso.
- Solo podrá ser desmontada si se han previsto medidas compensatorias.
- Ha sido estudiada y adaptada para este uso.

La estructura metálica de la caja soportada por los cables elevadores metálicos que pasen por poleas o tambores de la máquina elevadora se considerarán conectados a tierra con la condición de ofrecer toda garantía en las conexiones eléctricas entre ellos y tierra. Si esto no se cumpliera se instalará un conductor especial de protección.

Las vías de rodadura de toda grúa de taller estarán unidas a un conductor de protección.

Los locales, recintos, etc. en los que esté instalado el equipo eléctrico de accionamiento, solo deberán ser accesibles a personas cualificadas. Cuando sus dimensiones permitan penetrar en él, deberán adoptarse las disposiciones relativas a las instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico según lo establecido en la **ITC-BT-30.** En estos lugares se colocará un esquema eléctrico de la instalación.

3. Protección para garantizar la seguridad

3.1 Protección contra los contactos directos

En los sistemas colectores y conjunto de anillos colectores, los cables y barras colectoras, así como los montajes de las vías de rodadura deben estar encerrados o alejados, de forma que cualquiera que tenga acceso a las zonas correspondientes de la instalación, por ejemplo, los pasillos de las guías de deslizamiento o los pasillos de la viga portagrúa, incluyendo los puntos de acceso, tenga protección frente al contacto directo con las partes en tensión, de acuerdo con el apartado 2 de la **ITC-BT-24.**

En las áreas donde solo se admite el acceso de personas con formación específica, debe existir una protección por puesta fuera de alcance por alejamiento, para el caso de los cables o barras colectoras, de acuerdo con el apartado 2.4 de la **ITC-BT-24.** En este caso, el límite del volumen de accesibilidad inferior a la superficie susceptible de ocupación por personas, finaliza en los límites de dicha superficie.

La protección mediante la colocación fuera del alcance está pensada únicamente para evitar el contacto accidental con las partes en tensión.

Los cables y barras colectoras deben estar dispuestos o protegidos de forma que incluso con una carga oscilante no puedan entrar en contacto con el aparejo de izar ni con ningún cable de control, cadenas de accionamiento, elementos similares que sean conductores eléctricos.

3.2 Protección contra sobreintensidades

El equipo eléctrico se protegerá mediante uno o más dispositivos automáticos de protección que actúen en caso de una sobreintensidad provocada por sobrecarga o cortocircuito. Este requisito no es aplicable a equipos diseñados para resistir sobreintensidades por sí mismos.

El funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobreintensidades para los accionadores de los frenos mecánicos producirá la desconexión simultánea de los accionadores del movimiento correspondiente.

Los dispositivos protectores contra temperatura excesiva que incluyen elementos sensibles a la temperatura (por ejemplo, resistencias dependientes de la temperatura o contactos bimetálicos) y que están montados en o sobre los devanados del motor en combinación con un contacto, no pueden considerarse como una protección suficiente contra una corriente de cortocircuito.

4. Seccionamiento y corte

4.1 Corte por mantenimiento mecánico

Los interruptores deben ser de corte omnipolar y deberá tener los medios necesarios para impedir toda puesta en tensión de las instalaciones de forma imprevista.

En el lado de la alimentación de los anillos colectores o barras, debe instalarse un interruptor que permita el aislamiento y desconexión de todos los conductores de línea de la instalación y el conductor neutro.

Las instalaciones eléctricas de grúas y aparatos de elevación y transporte, deben estar equipadas con un interruptor de desconexión que permita que la instalación eléctrica quede desconectada durante el mantenimiento y reparación.

Los conjuntos de aparamenta deben ser capaces de quedar desconectados. Esta desconexión debe incluir circuitos de potencia y control.

Los medios de corte deben estar situados en las proximidades de los conjuntos de aparamenta.

Las partes activas de los conjuntos de aparamenta que por motivos de seguridad o mantenimiento deben permanecer en servicio después de la apertura, deben estar marcadas con una etiqueta que indique que están con tensión y protegidas contra un contacto directo no intencionado.

Si los circuitos después de los interruptores de desconexión pasan a través de los anillos o barras colectoras, éstos deben estar protegidos contra el contacto directo con un grado de protección de al menos IP 2X.

Puede prescindirse de los interruptores de desconexión de mantenimiento si los interruptores de emergencia especificados en el apartado 4.2 están conectados a la entrada de la alimentación de la instalación.

En el caso de una única grúa puede prescindirse del interruptor de desconexión al cumplir esta función el interruptor situado en la alimentación de la instalación de la grúa.

4.2 Corte y parada de emergencia

Cada grúa, aparato de elevación o transporte debe tener uno o más mecanismos de parada de emergencia, en todos los puestos de mando de movimiento. Cuando existen varios circuitos, los mecanismos de parada de emergencia deben ser tales que, con una sola acción, provoquen el corte de toda alimentación apropiada.

Los medios de corte de emergencia deben actuar lo más directamente posible sobre los conductores de alimentación apropiados.

Debe evitarse la reconexión del suministro después del corte de emergencia mediante enclavamientos mecánicos o eléctricos. La reconexión solamente puede ser posible desde el dispositivo de control desde el cual se realizó el corte de emergencia.

Cada grúa debe tener un dispositivo para la parada de emergencia accionado desde el suelo.

Cuando la parada de emergencia así lo permita, el corte de emergencia puede realizarse mediante el accionamiento de un interruptor situado en el punto de alimentación de la instalación, si es de corte en carga y está situado en una posición donde quede fácilmente accesible.

Las grúas controladas desde el suelo y los aparatos de elevación deben pararse automáticamente cuando esté desconectado el mecanismo de control de funcionamiento.

5. Aparamenta

5.1 Interruptores

Los interruptores deberán cumplir la **UNE-EN 60 947-2** e instalarse en posiciones que permitan que los ensayos funcionales, se realicen sin peligro.

Están también permitidos los contactores como interruptores. Los contactores no deben utilizarse para seccionamiento.

5.2 Interruptores en el lado de la alimentación de la instalación

Debe ser posible aislar los anillos del colector y las barras o cables del suministro principal antes del punto de conexión de la grúa, mediante interruptores en el lado del suministro de la instalación para reparaciones y mantenimientos.

Los conectores y tomas de corriente conformes a **UNE-EN 60 309-1** pueden usarse para este fin.

Cuando un anillo colector o barra está alimentado a través de varios interruptores en paralelo por el lado de la alimentación de la instalación, éstos deben estar enclavados de manera que se desconecten todos simultáneamente aún cuando solamente uno de ellos esté funcionando.

Solamente debe ser posible poner en servicio un anillo colector accesible o barra desde un lugar tal que el anillo colector o barra quede a la vista.

Los interruptores en el lado de la alimentación de la instalación o sus mecanismos de control deben tener un dispositivo de protección contra el cierre intempestivo o no autorizado.

En el caso de grúas y aparatos de elevación en lugares de edificación, el interruptor principal de la máquina puede ser utilizado como interruptor del lado de la alimentación de la instalación. El requisito de que este interruptor pueda tener protección contra el cierre intempestivo o no autorizado se considera como satisfecho si hay otras medidas que prevengan la puesta en servicio del aparato de elevación, por ejemplo, bloqueo por llave o candado.

6. Disposición de la toma de tierra y conductores de protección

Cuando la alimentación se suministra a través de cables colectores, barras colectoras o conjuntos de anillos colectores, el conductor de protección debe tener un anillo colector individual o una barra colectora, cuyos soportes sean claramente visibles y distinguibles de aquellos de los anillos o barras colectoras activos.

En lugares donde haya gases corrosivos, humedad o polvo, deben tomarse medidas especiales en los anillos, barras o carriles colectores utilizados como conductores de protección.

Los conductores de protección no deben transportar ninguna corriente cuando funcionen normalmente. No tienen que instalarse mediante soportes deslizantes sobre aislantes. Los aparatos de elevación deben conectarse a los conductores de protección no admitiéndose ruedas o rodillos para su conexión. Los colectores para conductores de protección que no serán intercambiables con los demás colectores.

33

Instalaciones provisionales y temporales de obras

Índice

1. Campo de aplicación 286

2. Características generales 286
   2.1 Alimentación 286

3. Instalaciones de seguridad 286
   3.1 Alumbrado de seguridad 286
   3.2 Otros circuitos de seguridad 286

4. Protección contra los choques eléctricos 287
   4.1 Medidas de protección contra contactos directos 287
   4.2 Medidas de protección contra contactos indirectos 287

5. Elección e instalación de los equipos 287
   5.1 Reglas comunes 287
   5.2 Canalizaciones 287
   5.3 Cables eléctricos 288

6. Aparamenta 288
   6.1 Aparamenta de mando y seccionamiento 288

1. Campo de aplicación

Las prescripciones particulares de esta instrucción se aplican a las instalaciones temporales destinadas:

- A la construcción de nuevos edificios.
- A trabajos de reparación, modificación, extensión o demolición de edificios existentes.
- A trabajos públicos.
- A trabajos de excavación.
- A trabajos similares.

Las partes de edificios que sufran transformaciones tales como ampliaciones, reparaciones importantes o demoliciones serán consideradas como obras durante el tiempo que duren los trabajos correspondientes, en la medida que esos trabajos necesitan la realización de una instalación eléctrica temporal.

En los locales de servicios de las obras (oficinas, vestuarios, salas de reunión, restaurantes, dormitorios, locales sanitarios, etc.) serán aplicables las prescripciones técnicas recogidas en la **ITC-BT-24.**

En las instalaciones de obras, las instalaciones fijas están limitadas al conjunto que comprende el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

2. Características generales

2.1 Alimentación

Toda instalación deberá estar identificada según la fuente que la alimente y solo debe incluir elementos alimentados por ella, excepto circuitos de alimentación complementaria de señalización o control.

Una misma obra puede ser alimentada a partir de varias fuentes de alimentación incluidos los generadores fijos o móviles.

Las distintas alimentaciones deben ser conectadas mediante dispositivos diseñados de modo que impidan la interconexión entre ellas.

3. Instalaciones de seguridad

Cuando debido al posible fallo de la alimentación normal de un circuito o aparato existan riesgos para la seguridad de las personas, deberán preverse instalaciones de seguridad.

3.1 Alumbrado de seguridad

Según el tipo de obra o la reglamentación existente, el alumbrado de seguridad permitirá, en caso de fallo del alumbrado normal, la evacuación del personal y la puesta en marcha de las medidas de seguridad previstas.

3.2 Otros circuitos de seguridad

Otros circuitos como los que alimentan bombas de elevación, ventiladores y elevadores o montacargas para personas, cuya continuidad de servicio sea esencial, deberán preverse de tal forma que la protección contra los contactos indirectos quede asegurada sin corte automático de la alimentación. Dichos circuitos estarán alimentados por un sistema automático con corte breve que podrá ser de uno de los tipos siguientes:

- Grupos generadores con motores térmicos.
- Baterías de acumuladores asociadas a un rectificador o un ondulador.

4. Protección contra los choques eléctricos

Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la **ITC-BT-24,** teniendo en cuenta lo indicado a continuación:

4.1 Medidas de protección contra contactos directos

Las medidas de protección contra los contactos directos serán preferentemente:

- Protección por aislamiento de partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.

4.2 Medidas de protección contra contactos indirectos

Además de las medidas generales señaladas en la **ITC-BT-24,** serán aplicables las siguientes:

Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna, o 60 V en corriente continua.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.

5. Elección e instalación de los equipos

5.1 Reglas comunes

Todos los conjuntos de aparamenta empleados en las instalaciones de obras deben cumplir las prescripciones de la Norma **UNE-EN 60 439-4.**

Las envolventes, aparamenta, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie, deberán tener como mínimo un grado de protección IP 45, según **UNE 20 324.**

El resto de los equipos tendrán los grados de protección adecuados, según las influencias externas determinadas por las condiciones de instalación.

5.2 Canalizaciones

Las canalizaciones deben estar dispuestas de manera que no se ejerza ningún esfuerzo sobre las conexiones de los cables, a menos que estén previstas especialmente a este efecto.

Con el fin de evitar el deterioro de los cables, éstos no deben estar tendidos en pasos para peatones o vehículos. Si tal tendido es necesario, debe disponerse protección especial contra los daños mecánicos y contra contactos con elementos de la construcción.

En caso de cables enterrados su instalación será conforme a lo indicado en **ITC-BT-20** e **ITC-BT-21.**

El grado de protección mínimo suministrado por las canalizaciones será el siguiente:

- Para tubos, según **UNE-EN 50 086-1:**
  - Resistencia a la compresión «muy fuerte».
  - Resistencia al impacto «muy fuerte».
- Para otros tipos de canalización:
  - Resistencia a la compresión y resistencia al impacto, equivalentes a las definidas para tubos.

5.3 Cables eléctricos

Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según **UNE 21 027** o **UNE 21 150** y aptos para servicios móviles.

Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según **UNE 21 027** o **UNE 21 031,** y aptos para servicios móviles.

6. Aparamenta

6.1 Aparamenta de mando y seccionamiento

En el origen de cada instalación debe existir un conjunto que incluya el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

En la alimentación de cada sector de distribución debe existir uno o varios dispositivos que aseguren las funciones de seccionamiento y de corte omnipolar en carga.

En la alimentación de todos los aparatos de utilización deben existir medios de seccionamiento y corte omnipolar en carga.

Los dispositivos de seccionamiento y de protección de los circuitos de distribución pueden estar incluidos en el cuadro principal o en cuadros distintos del principal.

Los dispositivos de seccionamiento de las alimentaciones de cada sector deben poder ser bloqueados en posición abierta (por ejemplo, por enclavamiento o ubicación en el interior de una envolvente cerrada con llave).

La alimentación de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución, en los que se integren:

- Dispositivos de protección contra las sobreintensidades.
- Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
- Bases de toma de corriente.

34

Ferias y *stands*

Índice

1. Campo de aplicación 290

2. Características generales 290
   - 2.1 Alimentación 290
   - 2.2 Influencias externas 290

3. Protección para garantizar la seguridad 290
   - 3.1 Protección contra contactos directos e indirectos 290
   - 3.2 Medidas de protección en función de las influencias externas 291
   - 3.3 Medidas de protección contra sobreintensidades 291

4. Protección contra el fuego 291

5. Protección contra altas temperaturas 291

6. Aparamenta y montaje de equipos 292
   - 6.1 Reglas comunes 292
   - 6.2 Cables eléctricos 292
   - 6.3 Canalizaciones 292
   - 6.4 Otros equipos 292
     - 6.4.1 Luminarias 292
     - 6.4.2 Alumbrado de emergencia 292
     - 6.4.3 Interruptores de emergencia 292
     - 6.4.4 Bases y tomas de corriente 292
   - 6.5 Conexiones a tierra 293
   - 6.6 Conductores de protección 293
   - 6.7 Cajas, cuadros y armarios de control 293

1. Campo de aplicación

Las prescripciones de la presente instrucción se aplican a las instalaciones eléctricas temporales de ferias, exposiciones, muestras, ***stands***, alumbrados festivos de calles, verbenas y manifestaciones análogas.

Para los efectos de esta instrucción se aplican las siguientes definiciones:

Exposición. Es un acontecimiento destinado a la exposición o venta de productos que puede tener lugar en un emplazamiento adecuado, ya sea edificio, estructura temporal o bien al aire libre.

Muestra. Es una presentación o espectáculo realizado en cualquier emplazamiento apropiado ya sea una estancia, edificio, estructura temporal o al aire libre.

Stand. Es un área o estructura temporal utilizada para presentación, marketing, ventas, ocio, etcétera.

Parque de atracciones. Es un lugar o área en el que se incluyen tiovivos, barracas de feria, casetas, atracciones, etc., que tienen la finalidad específica de la diversión del público.

Estructura temporal. Es una unidad o parte de ella situada en interior o exterior diseñada o concebida para su fácil instalación, retiro y transporte. Se incluyen las unidades móviles y portátiles.

Instalación eléctrica temporal. Es una instalación eléctrica destinada a ser montada y desmontada al mismo tiempo que la exposición, muestra, *stand*, etc., con la que está asociada.

Origen de una instalación eléctrica temporal. Es el punto de la instalación permanente o de otra fuente de suministro desde la que se alimenta a las instalaciones eléctricas temporales.

2. Características generales

2.1 Alimentación

La tensión nominal de las instalaciones eléctricas temporales en exposiciones, muestras, *stands* y parques de atracciones no será superior a 230/400 V en corriente alterna.

2.2 Influencias externas

Las condiciones de influencias externas son las de los emplazamientos particulares, donde se realizan estas instalaciones, por ejemplo choques mecánicos, agua, temperaturas extremas, etcétera.

3. Protección para garantizar la seguridad

3.1 Protección contra contactos directos e indirectos

No se aceptan las medidas protectoras contra el contacto directo por medio de obstáculos ni por su colocación fuera del alcance.

No se aceptan medidas protectoras contra el contacto indirecto mediante un emplazamiento no conductivo ni mediante uniones equipotenciales sin conexión a tierra. Cualquiera que sea

el esquema de distribución utilizado, la protección de las instalaciones de los equipos eléctricos accesibles al público debe asegurarse mediante dispositivos diferenciales de corriente diferencial-residual asignada máxima de 30 mA.

Cuando se utilice una MBTS, la protección contra contactos directos debe ser asegurada cualquiera que sea la tensión nominal asignada, mediante un aislamiento capaz de resistir un ensayo dieléctrico de 500 V durante un minuto.

3.2 Medidas de protección en función de las influencias externas

Es recomendable que el corte automático de cables destinados a alimentar instalaciones temporales se realice mediante dispositivo diferencial cuya corriente diferencial residual asignada no supere 500 mA.

Estos dispositivos serán selectivos con los dispositivos diferenciales de los circuitos terminales.

Todos los circuitos de alumbrado además de las luminarias de emergencia y las tomas de corriente de valor asignado inferior a 32 A, deberán ser protegidos por un dispositivo diferencial cuya corriente asignada no supere los 30 mA.

3.3 Medidas de protección contra sobreintensidades

Todos los circuitos deben estar protegidos contra sobreintensidades mediante un dispositivo de protección apropiado, situado en el origen del circuito.

4. Protección contra el fuego

El riesgo de incendio es superior debido a la naturaleza temporal de las instalaciones y a la presencia de público. Esto debe tenerse en cuanta cuando se valoren las influencias externas, de acuerdo con la «naturaleza del material procesado o almacenado».

El equipo eléctrico debe seleccionarse y construirse de forma que el aumento de su temperatura normal y el aumento de temperatura previsible, en el caso de que se produzca un posible fallo, no den lugar a una situación peligrosa.

5. Protección contra altas temperaturas

El equipo de iluminación, como por ejemplo, las lámparas incandescentes, focos, pequeños proyectores y otros aparatos o dispositivos con superficies que alcanzan altas temperaturas, además de protegerse adecuadamente, deben disponerse suficientemente apartados de los materiales combustibles.

Los escaparates y los rótulos con iluminación interna se construirán con materiales que tengan una resistencia al calor apropiada, sean mecánicamente resistentes y tengan aislamiento eléctrico, al tiempo que contarán con una ventilación adecuada.

A menos que los artículos expuestos sean de naturaleza incombustible, los escaparates se iluminarán solamente desde el exterior, o con lámparas de poca emisión de calor, en su funcionamiento.

Los *stands* que contengan una concentración de aparatos eléctricos, accesorios de iluminación o lámparas, propensos a generar un calor superior al normal, tendrán una cubierta bien ventilada, construida con materiales incombustibles.

6. Aparamenta y montaje de equipos

6.1 Reglas comunes

La aparamenta de mando y protección deberá estar situada en envolventes cerradas que no puedan abrirse o desmontarse más que con la ayuda de un útil o una llave, a excepción de sus accionamientos manuales. Los grados de protección para las canalizaciones y envolventes será IP 4X para instalaciones de interior e IP 45 para instalaciones de exterior, según **UNE 20 324.**

6.2 Cables eléctricos

Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V según **UNE 21 027** o **UNE 21 031** y aptos para servicios móviles.

En instalaciones exteriores los cables serán de tensión asignada mínima 450/750 V con cubierta de policloropeno o similar, según **UNE 21 027** o **UNE 21 150** y aptos para servicios móviles.

Para alumbrados festivos se utilizan cables flexibles de características constructivas según **UNE 21 027** o **UNE 21 031.**

La longitud de los cables de conexión flexibles o cordones no sobrepasará los 2 m.

6.3 Canalizaciones

Las canalizaciones se realizarán mediante tubos o canales según lo dispuesto en la **ITC-BT-20** y **ITC-BT-21**.

Las canalizaciones metálicas o no metálicas deberán tener un grado de protección IP 4X según **UNE 20 324.**

6.4 Otros equipos

6.4.1 *Luminarias*

Las luminarias fijas situadas a menos de 2,5 m del suelo o en lugares accesibles a las personas, deberán estar firmemente fijadas y situadas de forma que se impida todo riesgo de peligro para las personas o inflamación de materiales. El acceso al interior de las luminarias solo podrá realizarse mediante el empleo de una herramienta.

6.4.2 *Alumbrado de emergencia*

Se instalará alumbrado de seguridad siguiendo lo estipulado en la **ITC-BT-28** en aquellas instalaciones temporales interiores que puedan albergar más de 100 personas.

6.4.3 *Interruptores de emergencia*

Un circuito independiente alimentará a las luminarias, alumbrado de vitrinas, etc., los cuales deberán ser controlados por un interruptor de emergencia.

6.4.4 *Bases y tomas de corriente*

Un número apropiado de tomas de corriente deberán ser instaladas a fin de permitir a los usuarios cumplir las reglas de seguridad.

Las tomas de corriente instaladas en el suelo irán dentro de envolventes protegidas contra la penetración del agua. Adicionalmente a los grados de protección indicados en 6.1, deberán tener un grado de protección contra el impacto IK10, según **UNE EN 50 102.**

Un solo cable o cordón debe ser unido a una toma. No se deben utilizar adaptadores multivía. No se deben utilizar las bases múltiples, excepto las bases múltiples móviles, que se alimentaran desde una base fija con un cable de longitud máxima 2 m.

6.5 Conexiones a tierra

Cuando se instale un generador para suministrar alimentación a una instalación temporal, utilizando un sistema TN, TT o IT, debe tenerse cuidado para garantizar que la instalación está correctamente conectada a tierra.

El conductor neutro o punto neutro del generador debe conectarse a las partes conductoras accesibles del generador.

6.6 Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán una sección de acuerdo con el apartado 2.3 de la **ITC-BT-19.**

6.7 Cajas, cuadros y armarios de control

Las cajas destinadas a las conexiones eléctricas, cuadros y armarios deberán tener un grado de protección mínimo igual al indicado en 6.1.

35

Establecimientos hortícolas y agrícolas

Índice

1. Campo de aplicación 295

2. Requisitos generales 295

1. Campo de aplicación

La presente instrucción se aplica a las instalaciones fijas de los establecimientos agrícolas y hortícolas en los cuales se hallan los animales (tales como cuadras, establos, gallineros, porquerizas, locales para la preparación de piensos de animales, graneros, granjas para el heno, la paja y los fertilizantes) o que estén situados al exterior, estando excluidos los locales habitables.

2. Requisitos generales

Las prescripciones particulares para este tipo de establecimientos quedan recogidas en la Norma **UNE 20 460-7-705.**

Para aquellos apartados que en esta citada norma se encuentran en estudio, se aplicará lo dispuesto para estos apartados en la instrucción **ITC-BT-33.**

36

Instalaciones a muy baja tensión

Índice

1. Generalidades 297

2. Requisitos generales para las instalaciones a muy baja tensión de seguridad (MBTS) y muy baja tensión de protección (MBTP) 297
   - 2.1 Fuentes de alimentación 297
   - 2.2 Condiciones de instalación de los circuitos 298

3. Requisitos particulares para las instalaciones a muy baja tensión de seguridad (MBTS) 298

4. Requisitos particulares para las instalaciones a muy baja tensión de protección (MBTP) 299

1. Generalidades

A los efectos de la presente instrucción se consideran tres tipos de instalaciones a muy baja tensión: muy baja tensión de seguridad (MBTS); muy baja tensión de protección (MBTP) y muy baja tensión funcional (MBTF).

Las instalaciones a **muy baja tensión de seguridad** comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. o 75 V en c.c, alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la Norma **UNE-EN 60 742** o **UNE-EN 61 558-2-4** o fuentes equivalentes, cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y no están conectados a tierra. Las masas no deben estar conectadas intencionadamente a tierra o a un conductor de protección.

Las instalaciones a **muy baja tensión de protección** comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. o 75 V en c.c, alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la Norma **UNE-EN 60 742** o **UNE-EN 61 558-2-4** o fuentes equivalentes, cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y, por razones funcionales, los circuitos y/o las masas están conectados a tierra o a un conductor de protección. La puesta a tierra de los circuitos puede ser realizada por una conexión adecuada al conductor de protección del circuito primario de la instalación.

Las instalaciones a **muy baja tensión funcional** comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. o 75 V en c.c, y que no cumplen los requisitos de MBTS ni de MBTP. Este tipo de instalaciones bien están alimentadas por una fuente sin aislamiento de protección, tal como fuentes con aislamiento principal, o bien sus circuitos no tienen aislamiento de protección frente a otros circuitos. La protección contra los choques eléctricos de este tipo de instalaciones deberá realizarse conforme a lo establecido en la **ITC-BT-24,** para circuitos distintos de MBTS o MBTP.

2. Requisitos generales para las instalaciones a muy baja tensión de seguridad (MBTS) y muy baja tensión de protección (MBTP)

2.1 Fuentes de alimentación

Estas instalaciones deben estar alimentadas mediante una fuente que incorpore:

- Un transformador de aislamiento de seguridad conforme a la **UNE-EN 60 742.** Para el caso de la MBTP, el transformador puede ser con aislamiento principal con pantalla de separación entre primario y secundario puesta a tierra, siempre que exista un sistema de protección en el circuito primario por corte automático de la alimentación.
- Una fuente corriente que asegure un grado de protección equivalente al del transformador de seguridad anterior (por ejemplo, un motor-generador con devanados con separación equivalente).
- Una fuente electroquímica (pilas o acumuladores), que no dependa o que esté separada con aislamiento de protección de circuitos a MBTF o de circuitos de tensión más elevada.
- Otras fuentes que no dependan de la MBTF o circuitos de tensión más elevada, por ejemplo grupo electrógeno.
- Determinados dispositivos electrónicos en los cuales se han adoptado medidas para que, en caso de primer defecto, la tensión de salida no supere los valores correspondientes a muy baja tensión.

Cuando la intensidad de cortocircuito en los bornes del circuito de utilización de la fuente de energía sea inferior a la intensidad admisible en los conductores que forman este circuito, no será necesario instalar en su origen dispositivos de protección contra sobreintensidades.

2.2 Condiciones de instalación de los circuitos

La separación de protección entre los conductores de cada circuito MBTS o MBTP y los de cualquier otro circuito, incluidos los de MBTF, debe ser realizada por una de las disposiciones siguientes:

- La separación física de los conductores.
- Los conductores de los circuitos de muy baja tensión MBTS o MBTP deben estar provistos, además de su aislamiento principal, de una cubierta no metálica.
- Los conductores de los circuitos a tensiones diferentes, deben estar separados entre sí por una pantalla metálica conectada a tierra o por una vaina metálica conectada a tierra.
- Un cable multiconductor o un agrupamiento de conductores, pueden contener circuitos a tensiones diferentes, siempre que los conductores de los circuitos MBTS o MBTP estén aislados, individual o colectivamente, para la tensión más alta que tienen que soportar.

Las tomas de corriente de los circuitos de MBTS y MBTP deben satisfacer las prescripciones siguientes:

- Los conectores no deben poder entrar en las bases de toma de corriente alimentadas por otras tensiones.
- Las bases deben impedir la introducción de conectores concebidos para otras tensiones.
- Las bases de enchufe de los circuitos MBTS no deben llevar contacto de protección, las de los circuitos MBTP si pueden llevarlo.
- Los conectores de los circuitos MBTS no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTP.
- Los conectores de los circuitos MBTP no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTS.

A todos los efectos, un circuito MBTF se considera siempre como circuito de tensión diferente.

No es necesario en este tipo de instalaciones seguir las prescripciones fijadas en la instrucción **ITC-BT-19** para identificación de los conductores ni seguir las prescripciones de la instrucción **ITC-BT-06** para los requisitos de distancia de conductores al suelo y la separación mínima entre ellos.

Los cables enterrados se situarán entre dos capas de arena o de tierra fina cribada, de 10 a 15 cm de espesor.

Cuando los cables no presenten una resistencia mecánica suficiente, se colocarán en el interior de conductos que los protejan convenientemente.

Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización, no será superior al 5 %.

3. Requisitos particulares para las instalaciones a muy baja tensión de seguridad (MBTS)

Las partes activas de los circuitos de MBTS no deben ser conectadas eléctricamente a tierra, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos diferentes.

Las masas no deben conectarse intencionadamente ni a tierra, ni a conductores de protección o masas de circuitos diferentes, ni a elementos conductores. No obstante, para los equipos que, por su disposición, tengan conexiones francas a elementos conductores, la presente medida sigue siendo válida si puede asegurarse que estas partes no pueden conectarse a un potencial superior a 50 V en corriente alterna o 75 V en corriente continua.

Por otro lado, si hay masas de circuitos MBTS que son susceptibles de ponerse en contacto con masas de otros circuitos, la protección contra los choques eléctricos ya no se basa en la medida exclusiva de protección para MBTS, sino en las medidas de protección correspondientes a estas últimas masas.

Cuando la tensión nominal del circuito es superior a 25 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua sin ondulación, debe asegurarse la protección contra los contactos directos mediante uno de los métodos siguientes:

- Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP 2X; o IP XXB según **UNE 20 324.**
- Por un aislamiento que pueda soportar una tensión de 500 V durante un minuto.

Para tensiones inferiores a las anteriores no se requiere protección alguna contra contactos directos, salvo para determinadas condiciones de influencias externas.

La corriente continua sin ondulación es aquella en la que el porcentaje de ondulación no supera el 10 % del valor eficaz.

4. Requisitos particulares para las instalaciones a muy baja tensión de protección (MBTP)

La protección contra los contactos directos debe quedar garantizada:

- Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP 2X; o IP XXB según **UNE 20 324.**
- Por un aislamiento que pueda soportar una tensión de 500 V durante un minuto.

No obstante, no se requiere protección contra los contactos directos para equipos situados en el interior de un edificio en el cual las masas y los elementos conductores, simultáneamente accesibles, estén conectados a la misma toma de tierra y si la tensión nominal no es superior a:

- 25 V eficaces en corriente alterna o 60 V en corriente continua sin ondulación, siempre y cuando el equipo se utilice únicamente en emplazamientos secos, y no se prevean contactos francos entre partes activas y el cuerpo humano o de un animal.
- 6 V eficaces en corriente alterna o 15 V en corriente continua sin ondulación, en los demás casos.

37

Instalaciones a tensiones especiales

Índice

1. Prescripciones particulares..... 301

1. Prescripciones particulares

Las instalaciones a tensiones especiales son aquellas en las que la tensión nominal es superior a 500 V de valor eficaz en corriente alterna o 750 V de valor medio aritmético en corriente continua, dentro del campo de aplicación del presente reglamento.

Estas instalaciones, además de cumplir con las prescripciones establecidas para las instalaciones a tensiones usuales y las prescripciones complementarias según su emplazamiento, cumplirán las siguientes:

- Se aplicará obligatoriamente uno de los sistemas de protección para contactos indirectos indicada en la **ITC-BT-24,** tanto a las envolventes conductoras de las canalizaciones como a las masas de los aparatos que no posean aislamiento reforzado o doble aislamiento.
- Los cables empleados serán siempre de tensión nominal no inferior a 1 000 V. Cuando estos cables se instalen sobre soportes aislantes, deberán poseer una envolvente que los proteja contra el deterioro mecánico.
- La presencia de piezas desnudas bajo tensión que no estén completamente protegidas contra los contactos directos, de acuerdo a lo establecido en la instrucción **ITC-BT-24,** se permitirá únicamente en locales afectos a un servicio eléctrico, siempre que solo personal cualificado tenga acceso al mismo.
- Las canalizaciones deberán ser fácilmente identificables, sobre todo cuando existan en sus proximidades otras canalizaciones a tensiones usuales o pequeñas tensiones.
- La instalación a tensión usual, a partir de sus aparatos de protección, estará aislada igual que la instalación a tensión especial en el caso excepcional de empleo de un autotransformador para la elevación de la tensión usual a la tensión especial.

38

Instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 303

2. Condiciones generales de seguridad e instalación 303

2.1 Medidas de protección 303

2.1.1 Puesta a tierra de protección 303

2.1.2 Conexión de equipotencialidad 303

2.1.3 Suministro a través de un transformador de aislamiento 304

2.1.4 Protección diferencial y contra sobreintensidades 304

2.1.5 Empleo de muy baja tensión de seguridad 304

2.2 Suministros complementarios 304

2.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión 305

2.4 Control y mantenimiento 306

2.4.1 Antes de la puesta en servicio de la instalación 306

2.4.2 Después de su puesta en servicio 306

2.4.3 Libro de mantenimiento 307

3. Condiciones especiales de instalación de receptores en quirófanos y salas de intervención 307

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos particulares para las instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención así como las condiciones de instalación de los receptores utilizados en ellas.

Los receptores objeto de esta instrucción cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

Además de las prescripciones generales para locales de usos sanitarios señaladas en la **ITC-BT-28,** se cumplirán las prescripciones particulares incluidas en la presente instrucción.

2. Condiciones generales de seguridad e instalación

Las salas de anestesia y demás dependencias donde puedan utilizarse anestésicos u otros productos inflamables, serán considerados como locales con riesgo de incendio o explosión Clase I, Zona 1, salvo indicación en contra, y como tales las instalaciones deberán satisfacer las indicaciones para ellas establecidas en la **ITC-BT-29.**

Las bases de toma de corriente para diferentes tensiones, tendrán separaciones o formas distintas para las espigas de las clavijas correspondientes.

Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2,5 m, o cuando sus interruptores presenten partes metálicas accesibles, deberá ser protegida contra los contactos indirectos mediante un dispositivo diferencial, conforme a lo establecido en la **ITC-BT-24.**

Las características de aislamiento de los conductores, responderán a lo dispuesto en la **ITC-BT-19** y, en su caso, la **ITC-BT-29.**

2.1 Medidas de protección

2.1.1 *Puesta a tierra de protección*

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos o salas de intervención, deberán disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección. Tanto el neutro como el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano o sala de intervención y las conexiones a masa, o los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

2.1.2 *Conexión de equipotencialidad*

Todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad (EE en la Figura 38.1), mediante conductores de cobre aislados e independientes. La impedancia entre estas partes y el embarrado (EE) no deberá exceder de 0,1 ohmios.

Se deberá emplear la identificación verde-amarillo para los conductores de equipotencialidad y para los de protección.

El embarrado de equipotencialidad (EE) estará unido al de puesta a tierra de protección (PT en la Figura 38.1) por un conductor aislado con la identificación verde-amarillo, y de sección no inferior a 16 mm^2 de cobre.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad (EE) no deberán exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

2.1.3 *Suministro a través de un transformador de aislamiento*

Es obligatorio el empleo de transformadores de aislamiento o de separación de circuitos, como mínimo uno por cada quirófano o sala de intervención, para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse (véase Figura 38.1).

Se realizará una adecuada protección contra sobreintensidades del propio transformador y de los circuitos por él alimentados. Se concede importancia muy especial a la coordinación de las protecciones contra sobreintensidades de todos los circuitos y equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento, con objeto de evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del citado transformador.

El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento, cumplirán la Norma **UNE 20 615.**

Se dispondrá de un cuadro de mando y protección por quirófano o sala de intervención, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones. Este deberá incluir la protección contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento. Es muy importante que en el cuadro de mando y panel indicador del estado del aislamiento, todos los mandos queden perfectamente identificados y sean de fácil acceso. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento deberá estar en el interior del quirófano o sala de intervención y ser fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

2.1.4 *Protección diferencial y contra sobreintensidades*

Se emplearán dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad ($\leq$ 30 mA) y de clase A, para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad.

Se dispondrán las correspondientes protecciones contra sobreintensidades.

Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador.

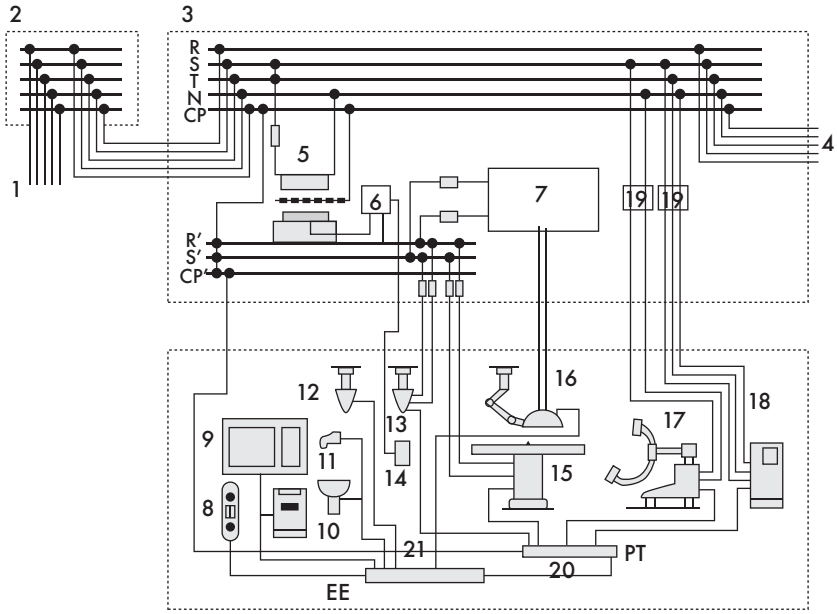
2.1.5 *Empleo de muy baja tensión de seguridad*

Las instalaciones con muy baja tensión de seguridad (MBTS) tendrán una tensión asignada no superior a 24 V en corriente alterna y 50 V en corriente continua y cumplirá lo establecido en la **ITC-BT-36.**

2.2 Suministros complementarios

Además del suministro complementario de reserva requerido en la **ITC-BT-28** será obligatorio disponer de un suministro especial complementario, por ejemplo con baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 s (corte breve) y con una autonomía no inferior a 2 h. La lámpara de quirófano o sala de intervención siempre estará alimentada a través de un transformador de aislamiento (véase Figura 38.1).

Todo el sistema de protección deberá funcionar con idéntica fiabilidad tanto si la alimentación es realizada por el suministro normal como por el complementario.



1. Alimentación general o línea general de alimentación.
2. Distribución en la planta o derivación individual.
3. Cuadro de distribución en la sala de operaciones.
4. Suministro complementario.
5. Transformador de aislamiento tipo médico.
6. Dispositivo de vigilancia de aislamiento o monitor de detección de fugas.
7. Suministro normal y especial complementario para alumbrado de lámpara de quirófano.
8. Radiadores de calefacción central.
9. Marco metálico de ventanas.
10. Armario metálico para instrumentos.
11. Partes metálicas de lavabos y suministro de agua.
12. Torreta aérea de tomas de suministro de gas.
13. Torreta aérea de tomas de corriente (con terminales para conexión equipotencial envolvente conectada al embarrado conductor de protección).
14. Cuadro de alarmas del dispositivo de vigilancia de aislamiento.
15. Mesa de operaciones (de mando eléctrico).
16. Lámpara de quirófano.
17. Equipos de rayos X.
18. Esterilizador.
19. Interruptor de protección diferencial.
20. Embarrado de puesta a tierra.
21. Embarrado de equipotencialidad.

Figura 38.1. Ejemplo de un esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano.

2.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión

Para los quirófanos o salas de intervención en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la Figura 38.2 muestra las zonas G y M, que deberán ser consideradas como zonas de la Clase I; Zona 1 y Clase I; Zona 2, respectivamente, conforme a lo establecido en la **ITC-BT-29.** La zona M, situada debajo de la mesa de operaciones (véase Figura 38.2), podrá considerarse como zona sin riesgo de incendio o explosión cuando se asegure una ventilación de 15 renovaciones de aire/hora.

Los suelos de los quirófanos o salas de intervención serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de 1 MΩ, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a 100 MΩ, no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

En general, se prescribe un sistema de ventilación adecuado que evite las concentraciones de los gases empleados para la anestesia y desinfección.

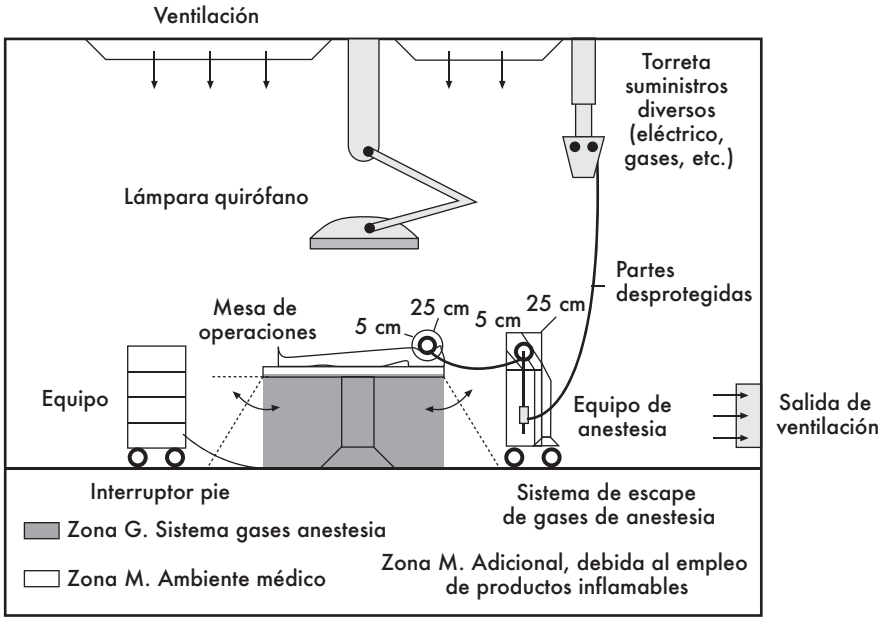


Figura 38.2. Zonas con riesgo de incendio y explosión en el quirófano, cuando se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables.

2.4 Control y mantenimiento

2.4.1 *Antes de la puesta en servicio de la instalación*

La empresa instaladora autorizada deberá proporcionar un informe escrito sobre los resultados de los controles realizados al término de la ejecución de la instalación, que comprenderá, al menos:

- El funcionamiento de las medidas de protección.
- La continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra.
- La resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.
- La resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito.
- La resistencia de puesta a tierra.
- La resistencia de aislamiento de suelos antielectrostáticos.
- El funcionamiento de todos los suministros complementarios.

2.4.2 *Después de su puesta en servicio*

Se realizará un control, al menos semanal, del correcto funcionamiento del dispositivo de vigilancia de aislamiento y de los dispositivos de protección.

Así mismo, se realizarán medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento, de los diversos circuitos en el interior de los quirófanos o salas de intervención, como mínimo mensualmente.

El mantenimiento de los diversos equipos deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones de sus fabricantes. La revisión periódica de las instalaciones, en general, deberá realizarse conforme a lo establecido en la **ITC-BT-05,** incluyendo en cualquier caso, las verificaciones indicadas en el apartado 2.4.1.

Además de las inspecciones periódicas establecidas en la **ITC-BT-05,** se realizará una revisión anual de la instalación por una empresa instaladora autorizada, incluyendo, en ambos casos, las verificaciones indicadas en el apartado 2.4.1.

2.4.3 *Libro de mantenimiento*

Todos los controles realizados serán recogidos en un «Libro de mantenimiento» de cada quirófano o sala de intervención, en el que se expresen los resultados obtenidos y las fechas en que se efectuaron, con firma del técnico que los realizó. En el mismo, deberán reflejarse con detalle las anomalías observadas, para disponer de antecedentes que puedan servir de base a la corrección de deficiencias.

3. Condiciones especiales de instalación de receptores en quirófanos y salas de intervención

Todas las masas metálicas de los receptores invasivos eléctricamente deben conectarse a través de un conductor de protección a un embarrado común de puesta a tierra de protección (PT en la Figura 38.1) y éste, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio.

Se entiende por receptor invasivo eléctricamente aquel que desde el punto de vista eléctrico penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal. Esto es, aquellos productos que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente. A título de ejemplo pueden citarse, electrobisturíes, equipos radiológicos de aplicación cardiovascular de intervención, ciertos equipos de monitorización, etc. Los receptores invasivos deberán conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La instalación de receptores no invasivos eléctricamente, tales como, resonancia magnética, ultrasonidos, equipos analíticos, equipos radiológicos no de intervención, se atendrán a las reglas generales de instalación de receptores indicadas en la **ITC-BT-43.**

39

Cercas eléctricas para ganado

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 309

2. Alimentación 309

3. Prescripciones particulares 309

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos particulares de las cercas eléctricas para ganado, su alimentador y su instalación.

Se entiende por cerca eléctrica para ganado, a una barrera para animales que comprende uno o varios conductores formados por hilos metálicos, barrotes o alambradas.

Se entiende por alimentador de cerca eléctrica, al aparato destinado a suministrar regularmente impulsos de tensión a la cerca a la que está conectado.

2. Alimentación

El alimentador de cerca eléctrica puede estar alimentada a su vez mediante una de las siguientes formas:

- Conectado a una red de distribución de energía eléctrica.
- Conectado a baterías o acumuladores cuya carga se realiza mediante una red de distribución de energía eléctrica.
- Conectados a baterías o acumuladores autónomos, es decir que no están destinados a ser conectados a una red de distribución de energía eléctrica.

3. Prescripciones particulares

Los alimentadores de cercas eléctricas conectados a una red de distribución de energía eléctrica, deberán cumplir la Norma **UNE-EN 60 335-2-76** y su circuito de alimentación las prescripciones de las **ITC-BT-22, ITC-BT-23** e **ITC-BT-24.**

Los alimentadores se colocarán en lugares donde no puedan quedar cubiertos por paja, heno, etc., y estarán próximos a la cerca que alimentan.

Los conductores de la cerca estarán separados de cualquier objeto metálico no perteneciente a la misma, de manera que no haya riesgo de contacto entre ellos.

Los conductores de la cerca y los de conexión de ésta a su alimentador no se sujetarán en apoyos correspondientes a otra canalización, sea de alta o baja tensión, de telecomunicación, etcétera.

Los elementos de maniobra de las puertas de la cerca estarán aislados convenientemente de los conductores de la misma y su maniobra tendrá por efecto la puesta fuera de tensión de los conductores comprendidos entre los soportes laterales de la puerta.

Entre cercas que no estén alimentadas por un mismo alimentador, se tomarán medidas convenientes para evitar que una persona o animal pueda tocarlas simultáneamente. Normalmente se considera suficiente una separación de 2 m, entre los conductores de unas y otras cercas.

Se colocarán carteles de aviso cuando las cercas puedan estar al alcance de personas no prevenidas de su presencia y, en todo caso, cuando estén junto a una vía pública.

El mínimo de carteles será de uno por cada alineación recta de la cerca y, en todo caso, a distancias máximas de 50 m.

Los carteles se colocarán en lugares bien visibles y preferentemente sujetos al conductor superior de la cerca si la altura de éste sobre el suelo asegura esa visibilidad; en caso contrario, se colocarán sobre los apoyos de los conductores, de manera que sean visibles tanto desde el exterior como desde el interior del cercado.

Los carteles llevarán la indicación **«cerca eléctrica»** escrito sobre un triángulo equilátero de base horizontal con letras negras sobre fondo amarillo. El cartel tendrá unas dimensiones mínimas de 105 × 210 mm y las letras 25 mm de altura.

La toma de tierra del alimentador de la cerca tendrá las características de «tierra separada» de cualquier otra, incluso de la tierra de masa del mismo aparato.

Cuando una cerca eléctrica esté situada en una zona particularmente expuesta a los efectos de descargas atmosféricas, el alimentador estará situado en el exterior de los edificios o en un local destinado expresamente a él y se tomarán las medidas de protección apropiadas.

40

Instalaciones generadoras de baja tensión

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 313

2. Clasificación 313

3. Condiciones generales 313

4. Condiciones para la conexión 313

4.1 Instalaciones generadoras aisladas 313

4.2 Instalaciones generadoras asistidas 314

4.3 Instalaciones generadoras interconectadas 314

4.3.1 Potencias máximas de las centrales interconectadas en baja tensión 314

4.3.2 Condiciones específicas para el arranque y acoplamiento de la instalación generadora a la red de distribución pública 315

4.3.3 Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión 315

4.3.4 Control de la energía reactiva 316

5. Cables de conexión 316

6. Forma de la onda 316

7. Protecciones 317

8. Instalaciones de puesta a tierra 317

8.1 Generalidades 317

8.2 Características de la puesta a tierra según el funcionamiento de la instalación generadora respecto a la red de distribución pública 317

8.2.1 Instalaciones generadoras aisladas conectadas a instalaciones receptoras que son alimentadas de forma exclusiva por dichos grupos 317

8.2.2 Instalaciones generadoras asistidas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública 318

8.2.3 Instalaciones generadoras interconectadas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma simultánea o independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública 318

8.3 Generadores eólicos 318

9. Puesta en marcha 318

10. Otras disposiciones 319

1. Objeto y campo de aplicación

La presente instrucción se aplica a las instalaciones generadoras, entendiendo como tales, las destinadas a transformar cualquier tipo de energía no eléctrica en energía eléctrica.

A los efectos de esta Instrucción se entiende por «redes de distribución pública» a las redes eléctricas que pertenecen o son explotadas por empresas cuyo fin principal es la distribución de energía eléctrica para su venta a terceros. Asimismo, se entiende por «autogenerador» a la empresa que, subsidiariamente a sus actividades principales, produce, individualmente o en común, la energía eléctrica destinada en su totalidad o en parte, a sus necesidades propias.

2. Clasificación

Las instalaciones generadoras se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la red de distribución pública, en:

a) Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la red de distribución pública.

b) Instalaciones generadoras asistidas: aquellas en las que existe una conexión con la red de distribución pública, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la red de distribución pública, quedando la otra fuente como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que se cumplan los requisitos técnicos descritos en el apartado 4.2.

c) Instalaciones generadoras interconectadas: aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la red de distribución pública.

3. Condiciones generales

Los generadores y las instalaciones complementarias de las instalaciones generadoras, como los depósitos de combustibles, canalizaciones de líquidos o gases, etc., deberán cumplir, además, las disposiciones que establecen los reglamentos y directivas específicos que les sean aplicables.

Cuando las instalaciones generadoras estén alojadas en edificios o establecimientos industriales, sus locales, que serán de usos exclusivos, cumplirán con las disposiciones reguladoras de protección contra incendios correspondientes.

Los locales donde estén instalados los motores térmicos, cualquiera que sea su potencia, deberán estar suficientemente ventilados.

Los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior o a través de un sistema de aprovechamiento energético.

4. Condiciones para la conexión

4.1 Instalaciones generadoras aisladas

La conexión a los receptores, en las instalaciones donde no pueda darse la posibilidad del acoplamiento con la red de distribución pública o con otro generador, precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

Cuando exista más de un generador y su conexión exija la sincronización, se deberá disponer de un equipo manual o automático para realizar dicha operación.

Los generadores portátiles deberán incorporar las protecciones generales contra sobreintensidades y contactos directos e indirectos necesarios para la instalación que alimenten.

4.2 Instalaciones generadoras asistidas

En la instalación interior la alimentación alternativa (red o generador) podrá hacerse en varios puntos que irán provistos de un sistema de conmutación para todos los conductores activos y el neutro, que impida el acoplamiento simultáneo a ambas fuentes de alimentación.

En el caso en el que esté previsto realizar maniobras de transferencia de carga sin corte, la conexión de la instalación generadora asistida con la red de distribución pública se hará en un punto único y deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- Solo podrán realizar maniobras de transferencia de carga sin corte los generadores de potencia superior a 100 kVA.
- En el momento de interconexión entre el generador y la red de distribución pública se desconectará el neutro del generador de tierra.
- El sistema de conmutación deberá instalarse junto a los aparatos de medida de la red de distribución pública, con accesibilidad para la empresa distribuidora.
- Deberá incluirse un sistema de protección que imposibilite el envío de potencia del generador a la red.
- Deberán incluirse sistemas de protección por tensión del generador fuera de límites, frecuencia fuera de límites, sobrecarga y cortocircuito, enclavamiento para no poder energizar la línea sin tensión y protección por fuera de sincronismo.
- Dispondrá de un equipo de sincronización y no se podrá mantener la interconexión más de 5 s.

El conmutador llevará un contacto auxiliar que permita conectar a una tierra propia el neutro de la generación, en los casos que se prevea la transferencia de carga sin corte.

Los elementos de protección y sus conexiones al conmutador serán precintables o se garantizará mediante método alternativo que no se pueden modificar los parámetros de conmutación iniciales y la empresa distribuidora de energía eléctrica, deberá poder acceder de forma permanente a dicho elemento, en los casos en que se prevea la transferencia de carga sin corte. El dispositivo de maniobra del conmutador será accesible al autogenerador.

4.3 Instalaciones generadoras interconectadas

La potencia máxima de las centrales interconectadas a una red de distribución pública, estará condicionada por las características de ésta: tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etcétera.

4.3.1 *Potencias máximas de las centrales interconectadas en baja tensión*

Con carácter general la interconexión de centrales generadoras a las redes de baja tensión de $3 \times 400/230$ V será admisible cuando la suma de las potencias nominales de los generadores no exceda de 100 kVA, ni de la mitad de la capacidad de la salida del centro de transformación correspondiente a la línea de la red de distribución pública a la que se conecte la central.

En redes trifásicas a $3 \times 220/127$ V, se podrán conectar centrales de potencia total no superior a 60 kVA ni de la mitad de la capacidad de la salida del centro de transformación correspondiente a la línea de la red de distribución pública a la que se conecte la central. En estos casos toda la instalación deberá estar preparada para un funcionamiento futuro a $3 \times 400/230$ V.

En los generadores eólicos, para evitar fluctuaciones en la red, la potencia de los generadores no será superior al 5 % de la potencia de cortocircuito en el punto de conexión a la red de distribución pública.

4.3.2 *Condiciones específicas para el arranque y acoplamiento de la instalación generadora a la red de distribución pública*

4.3.2.1 Generadores asíncronos

La caída de tensión que puede producirse en la conexión de los generadores no será superior al 3 % de la tensión asignada de la red.

En el caso de generadores eólicos la frecuencia de las conexiones será como máximo de 3 por minuto, siendo el límite de la caída de tensión del 2 % de la tensión asignada durante 1 s.

Para limitar la intensidad en el momento de la conexión y las caídas de tensión, a los valores anteriormente indicados, se emplearán dispositivos adecuados.

La conexión de un generador asíncrono a la red no se realizará hasta que, accionados por la turbina o el motor, éste haya adquirido una velocidad entre el 90 % y el 100 % de la velocidad de sincronismo.

4.3.2.2 Generadores síncronos

La utilización de generadores síncronos en instalaciones, que deben interconectarse a redes de distribución pública, deberá ser acordada con la empresa distribuidora de energía eléctrica, atendiendo a la necesidad de funcionamiento independiente de la red y a las condiciones de explotación de ésta.

La central deberá poseer un equipo de sincronización, automático o manual.

Podrá prescindirse de este equipo si la conexión pudiera efectuarse como generador asíncrono. En este caso las características del arranque deberán cumplir lo indicado para este tipo de generadores.

La conexión de la central a la red de distribución pública deberá efectuarse cuando en la operación de sincronización las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador y la red no sean superiores a las siguientes:

- Diferencia de tensiones: $\pm$ 8 %
- Diferencia de frecuencia: $\pm$ 0,1Hz
- Diferencia de fase: $\pm$ 10º

Los puntos donde no exista equipo de sincronismo y sea posible la puesta en paralelo, entre la generación y la red de distribución pública, dispondrán de un enclavamiento que impida la puesta en paralelo.

4.3.3 *Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión*

En el origen de la instalación interior, y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán un conjunto de protecciones. Éstas deben garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas y en caso de defecto de éstas, debe desconectar el interruptor de la interconexión que no podrá reponerse hasta que exista tensión estable en la red de distribución pública.

Las protecciones y el conexionado del interruptor serán precintables y el dispositivo de maniobra será accesible al autogenerador.

El interruptor de acoplamiento llevará un contacto auxiliar que permita desconectar el neutro de la red de distribución pública y conectar a tierra el neutro de la generación cuando ésta deba trabajar independiente de aquella.

Cuando se prevea la entrega de energía de la instalación generadora a la red de distribución pública, se dispondrá, al final de la instalación de enlace, un equipo de medida que registre la energía suministrada por el autogenerador. Este equipo de medida podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la red de distribución pública, siempre que los registros de la energía en ambos sentidos se contabilicen de forma independiente.

Los elementos a disponer en el equipo de medida serán los que correspondan al tipo de discriminación horaria que se establezca.

En las instalaciones generadoras con generadores asíncronos se dispondrá siempre un contador que registre la energía reactiva absorbida por éste.

Cuando deba verificarse el cumplimiento de programas de entrega de energía tendrán que disponerse los elementos de medida o registro necesarios.

4.3.4 *Control de la energía reactiva*

En las instalaciones con generadores asíncronos, el factor de potencia de la instalación no será inferior a 0,86 a la potencia nominal y para ello, cuando sea necesario, se instalarán las baterías de condensadores precisas.

Las instalaciones anteriores dispondrán de dispositivos de protección adecuados que aseguren la desconexión en un tiempo inferior a 1 s cuando se produzca una interrupción en la red de distribución pública.

La empresa distribuidora de energía eléctrica podrá eximir de la compensación del factor de potencia en el caso de que pueda suministrar la energía reactiva.

Los generadores síncronos deberán tener una capacidad de generación de energía reactiva suficiente para mantener el factor de potencia entre 0,8 y 1 en adelanto o retraso. Con objeto de mantener estable la energía reactiva suministrada se instalará un control de la excitación que permita regular la misma.

5. Cables de conexión

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.

6. Forma de la onda

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

- Armónicos de orden par: 4/n
- Armónicos de orden 3: 5
- Armónicos de orden impar ($\geq$5): 25/n

La tasa de armónicos es la relación, en porcentaje, entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental.

7. Protecciones

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos.

Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

En las instalaciones de generación que puedan estar interconectadas con la red de distribución pública, se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Éstas corresponderán a un modelo homologado y deberán estar debidamente verificadas y precintadas por un laboratorio reconocido.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 s, a partir de que la tensión llegue al 85 % de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 s, a partir de que la tensión llegue al 110 % de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

8. Instalaciones de puesta a tierra

8.1 Generalidades

Las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13 del **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.**

Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas.

8.2 Características de la puesta a tierra según el funcionamiento de la instalación generadora respecto a la red de distribución pública

8.2.1 *Instalaciones generadoras aisladas conectadas a instalaciones receptoras que son alimentadas de forma exclusiva por dichos grupos*

La red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considerará que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas, no provoca en la otra diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

En las instalaciones de este tipo se realizará la puesta a tierra del neutro del generador y de las masas de la instalación conforme a uno de los sistemas recogidos en la **ITC-BT-08.**

Cuando el generador no tenga el neutro accesible se podrá poner a tierra el sistema mediante un transformador trifásico en estrella, utilizable para otras funciones auxiliares.

En el caso de que trabajen varios generadores en paralelo se deberá conectar a tierra, en un solo punto, la unión de los neutros de los generadores.

8.2.2 *Instalaciones generadoras asistidas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública*

Cuando la red de distribución pública tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la red de distribución pública.

En caso de imposibilidad técnica de realizar una tierra independiente para el neutro del generador, y previa autorización específica del órgano competente de la Comunidad Autónoma, se podrá utilizar la misma tierra para el neutro y las masas.

Para alimentar la instalación desde la generación propia en los casos en que se prevea transferencia de carga sin corte, se dispondrá, en el conmutador de interconexión, un polo auxiliar que cuando pase a alimentar la instalación desde la generación propia conecte a tierra el neutro de la generación.

8.2.3 *Instalaciones generadoras interconectadas, conectadas a instalaciones receptoras que pueden ser alimentadas, de forma simultánea o independiente, por dichos grupos o por la red de distribución pública*

Cuando la instalación receptora esté acoplada a una red de distribución pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la red de distribución pública.

Cuando la instalación receptora no esté acoplada a la red de distribución pública y se alimente de forma exclusiva desde la instalación generadora, existirá en el interruptor automático de interconexión, un polo auxiliar que desconectará el neutro de la red de distribución pública y conectará a tierra el neutro de la generación.

Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la red de distribución pública, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50 % de la intensidad nominal.

8.3 Generadores eólicos

La puesta a tierra de protección de la torre y del equipo en ella montado contra descargas atmosféricas será independiente del resto de las tierras de la instalación.

9. Puesta en marcha

Para la puesta en marcha de las instalaciones generadoras asistidas o interconectadas, además de los trámites y gestiones que corresponda realizar, de acuerdo con la legislación vigente ante los organismos competentes se deberá presentar el oportuno proyecto a la empresa distribuidora de energía eléctrica de aquellas partes que afecten a las condiciones de acoplamiento y seguridad del suministro eléctrico. Esta podrá verificar, antes de realizar la puesta en servicio, que las instalaciones de interconexión y demás elementos que afecten a la regularidad del suministro están realizadas de acuerdo con los reglamentos en vigor. En caso de desacuerdo se comunicará a los órganos competentes de la Administración, para su resolución.

Este trámite ante la empresa distribuidora de energía eléctrica, no será preciso en las instalaciones generadoras aisladas.

10. Otras disposiciones

Todas las actuaciones relacionadas con la fijación del punto de conexión, el proyecto, la puesta en marcha y explotación de las instalaciones generadoras seguirán los criterios que establece la legislación en vigor.

La empresa distribuidora de energía eléctrica podrá, cuando detecte riesgo inmediato para las personas, animales y bienes, desconectar las instalaciones generadoras interconectadas, comunicándolo posteriormente, al órgano competente de la Administración.

41

Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 321

2. Condiciones generales de instalación 321

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de las caravanas y los parques de caravanas.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

2. Condiciones generales de instalación

Las prescripciones particulares para este tipo de establecimientos o instalaciones son las establecidas en la Norma **UNE 20 460-7-708.**

42

Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 323

2. Características generales 323

3. Protecciones de seguridad 323

3.1 Protección por muy baja tensión de seguridad (MBTS) 323

3.2 Protección por corte automático de la alimentación 323

3.3 Aplicación de las medidas de protección contra los choques eléctricos 323

3.3.1 Protección por obstáculos **323**

3.3.2 Protección contra contactos indirectos **323**

4. Selección e instalación de equipos eléctricos 324

4.1 Generalidades 324

4.2 Canalizaciones 324

4.3 Aparamenta 324

4.3.1 Cuadros de distribución **324**

4.3.2 Bases de toma de corriente **324**

4.3.3 Conexión a los barcos de recreo **325**

1. Objeto y campo de aplicación

Las prescripciones de la presente instrucción se aplicarán a las instalaciones eléctricas de puertos y marinas, para la alimentación de los barcos de recreo.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

Se excluyen de este campo de aplicación aquellas embarcaciones afectadas por la **Directiva 94/25/CEE.**

A los efectos de la presente instrucción se entiende como barco de recreo toda unidad flotante utilizada exclusivamente para los deportes y el ocio, tales como barcos, yates, casas flotantes, etc. Así mismo se entiende como puerto marino, todo aquel malecón escollera o pontón flotante apropiado para el fondeo o amarre de barcos de recreo.

2. Características generales

Las instalaciones eléctricas de puertos y barcos de recreo deben estar dispuestas y los materiales seleccionados, de manera que ninguna persona pueda estar expuesta a peligros y que no exista riesgo de incendio ni explosión.

Con carácter general, la tensión asignada de las instalaciones que alimentan a los barcos de recreo no debe ser superior a 230 V en corriente alterna monofásica. Excepcionalmente se podrán alimentar con corriente alterna trifásica a 400 V aquellos barcos o yates de gran consumo eléctrico.

3. Protecciones de seguridad

Las protecciones contra contactos directos e indirectos serán conformes a lo establecido en la **ITC-BT-24,** con las siguientes consideraciones:

3.1 Protección por muy baja tensión de seguridad (MBTS)

Cuando se utilice muy baja tensión de seguridad (MBTS), la protección contra los contactos directos debe estar asegurada, cualquiera que sea la tensión asignada, por un aislamiento que pueda soportar un ensayo dieléctrico de 500 V durante un minuto.

3.2 Protección por corte automático de la alimentación

Cualquiera que sea el esquema utilizado, la protección debe estar asegurada por un dispositivo de corte diferencial-residual. En el caso de un esquema TN, se utilizará solo la variante TN-S.

3.3 Aplicación de las medidas de protección contra los choques eléctricos

3.3.1 *Protección por obstáculos*

No se admiten las medidas de protección por obstáculos ni por puesta fuera del alcance.

3.3.2 *Protección contra contactos indirectos*

Contra los contactos indirectos en locales no conductores no son admitidas las conexiones equipotenciales no unidas a tierra.

4. Selección e instalación de equipos eléctricos

4.1 Generalidades

Los equipos eléctricos deberán poseer al menos, el grado de protección IP X6, según **UNE 20 324,** salvo si están encerrados en un armario que tenga este grado de protección y no pueda abrirse sin el empleo de herramientas o útiles específicos.

4.2 Canalizaciones

En los puertos y marinas deben utilizarse alguna de las canalizaciones siguientes:

a) Cables con conductores de cobre con aislamiento y cubierta dentro de:

- Conductos flexibles no metálicos.
- Conductos no metálicos rígidos de resistencia elevada.
- Conductos galvanizados de resistencia media o elevada.

b) Cables con aislamiento mineral y cubierta de protección en PVC.

c) Cables con armadura y cubierta de material termoplástico o elastómero.

d) Otros cables y materiales, con protecciones mecánicas superiores a los citados.

No se utilizará ningún tipo de línea aérea para la alimentación de las instalaciones flotantes o escolleras.

En canalizaciones que se prevea que puedan estar en contacto con el agua, los cables a utilizar serán conformes a la Norma **UNE 21 166** o **UNE 21 027-16,** según la tensión asignada del cable.

4.3 Aparamenta

4.3.1 *Cuadros de distribución*

Los cuadros de distribución de los puertos y marinas estarán situados lo más cerca posible de los amarres a alimentar.

Los cuadros de distribución y las bases de toma de corriente asociadas colocadas sobre las instalaciones flotantes o escolleras (pantalanes) estarán fijados a 1 m por encima de las aceras o pasarelas. Esta distancia puede ser reducida a 0,3 m si se toman medidas complementarias de protección.

Los cuadros de distribución deberán incorporar, para cada punto de amarre, una base de toma de corriente.

4.3.2 *Bases de toma de corriente*

Salvo para los casos excepcionales referidos en el apartado 2, las bases de toma de corriente deberán ser de uno de los tipos establecidos en la Norma **UNE-EN 60 309,** con las características siguientes:

- Tensión asignada: 230 V.
- Intensidad asignada: 16 A.
- Número de polos: 2 y toma tierra.
- Grado de protección: IP X6.

Cada base de toma de corriente debe estar protegida con un dispositivo individual contra sobreintensidades mayores o igual a 16 A.

Las bases de toma de corriente deberán estar protegidas por un dispositivo de corriente diferencial-residual no mayor a 30 mA. Un mismo dispositivo no debe proteger más de una base de toma de corriente.

Las tomas de corriente dispuestas sobre la misma escollera o pantalán deberán estar realizadas sobre la misma fase, a menos que estén alimentadas por medio de transformadores de separación.

4.3.3 *Conexión a los barcos de recreo*

El dispositivo de conexión a los barcos de recreo estará compuesto por:

- Una clavija con contacto unido al conductor de protección y de acuerdo con las características indicadas en el apartado 4.3.2.
- Un cable flexible tipo H07RN-F, unido de manera estable al barco de recreo mediante un conector, de acuerdo con las características indicadas en el apartado 4.3.2.

La longitud de los cables no debe ser superior a 25 m. El cable no debe tener ninguna conexión intermedia o empalme en toda su longitud.

Capítulo VIII

Instalaciones en locales

43

Prescripciones generales

Índice

1. Introducción 330

2. Generalidades 330

2.1 Condiciones generales de instalación 330

2.2 Clasificación de los receptores 330

2.3 Condiciones de utilización 331

2.4 Tensiones de alimentación 331

2.5 Conexión de receptores 331

2.6 Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida 332

2.7 Compensación del factor de potencia 332

1. Introducción

La presente instrucción establece los requisitos generales de instalación de receptores, dependiendo de su clasificación y utilización, que estén destinados a ser alimentados por una red de suministro exterior con tensiones que no excedan de 440 V en valor eficaz entre fases (254 V en valor eficaz entre fase y tierra).

De acuerdo al articulo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión,** los requisitos de todas las instrucciones relativas a receptores no sustituyen ni eximen el cumplimiento de lo establecido en la **Directiva de baja tensión (73/23/CEE)** y en la **Directiva de compatibilidad electromagnética (89/336/CEE)** para dichos receptores y sus elementos constitutivos, aun cuando los receptores no se suministren totalmente montados y el montaje final se realice durante la instalación, como por ejemplo algunos tipos de luminarias o equipos eléctricos de maquinas industriales, etcétera.

2. Generalidades

2.1 Condiciones generales de instalación

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y las condiciones de ventilación, necesarias para que en funcionamiento no pueda producirse ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los circuitos que formen parte de los receptores, salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades, siendo de aplicación, para ello, lo dispuesto en la instrucción **ITC-BT-22.** Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

2.2 Clasificación de los receptores

La clasificación de los receptores en lo relativo a la protección contra los choques eléctricos es la siguiente:

	Clase 0	Clase I	Clase II	Clase III
Características principales de los aparatos	Sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)
Precauciones de seguridad	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesaria ninguna protección	Conexión a muy baja tensión de seguridad

Tabla 43.1. Clasificación de los receptores.

Esta clasificación no implica que los receptores puedan ser de cualquiera de los tipos descritos anteriormente. Las condiciones de seguridad del receptor tanto en su uso como en su instalación, de conformidad a lo requerido en la Directiva de baja tensión, pueden imponer restricciones al uso de receptores de alguno de los tipos anteriores.

El empleo de aparatos previstos para ser alimentados a muy baja tensión de seguridad (según **ITC-BT-36**), pero que incorporan circuitos que funcionan a una tensión superior a esta, no se considerarán de Clase III a menos que las disposiciones constructivas aseguren entre los circuitos a distintas tensiones, un aislamiento equivalente al correspondiente a un transformador de seguridad según **UNE-EN 60 742** o **UNE-EN 61 558-2-4.**

2.3 Condiciones de utilización

Las condiciones de utilización de los receptores dependerán de su clase y de las características de los locales donde sean instalados. A este respecto se tendrá en cuenta lo dispuesto en la **ITC-BT-24.** Los receptores de la Clase II y los de la Clase III se podrán utilizar sin tomar medida de protección adicional contra los contactos indirectos.

2.4 Tensiones de alimentación

Los receptores no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión asignada sea diferente a la indicada en el mismo. Sobre éstos podrá señalarse una única tensión asignada o una gama de tensiones que señale con sus límites inferior o superior las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato.

Los receptores de tensión asignada única, podrán funcionar en relación con ésta, dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el **reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.**

Los receptores podrán estar previstos para el cambio de su tensión asignada de alimentación, y cuando este cambio se realice por medio de dispositivos conmutadores, estarán dispuestos de manera que no pueda producirse una modificación accidental de los mismos.

2.5 Conexión de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la **ITC-BT-19.**

Se admitirá, cuando las prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un cable apto para usos móviles, que podrá incorporar una clavija de toma de corriente. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un cable movible, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los cables en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los cables o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán una longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después de que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su cable de alimentación alcanzan más de 85 °C de temperatura, los aislamientos y cubierta del cable no serán de material termoplástico.

La conexión de los cables aptos para usos móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Clavija y toma de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles.

La conexión de cables aptos para usos móviles a los aparatos destinados a usos domésticos o análogos se realizará utilizando:

- Cable flexible, con cubierta de protección, fijado permanentemente al aparato.
- Cable flexible, con cubierta de protección, fijado al aparato por medio de un conector, de manera que las partes activas del mismo no sean accesibles cuando estén bajo tensión.

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V. Sus secciones no serán inferiores a 0,5 mm^2. Las características del cable a emplear serán coherentes con su utilización prevista.

Las clavijas utilizadas para la conexión de los receptores a las base de toma de corriente de la instalación de alimentación serán de los tipos indicados en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b, de la Norma **UNE 20 315** o clavija conforme a la Norma **UNE EN 50 075.** Adicionalmente, los receptores no destinados a uso en viviendas podrán incorporar clavijas conforme a la serie de Normas **UNE EN 60 309.**

2.6 Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida

No se podrán instalar sin consentimiento expreso de la empresa que suministra la energía, aparatos receptores que produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones polifásicas.

En los motores que accionan máquinas de par resistente muy variable y en otros receptores como hornos, aparatos de soldadura y similares, que puedan producir fuertes oscilaciones por la potencia por ellos absorbida, se tomarán medidas oportunas para que la misma no pueda ser mayor del 200 % de la potencia asignada del receptor.

Cuando se compruebe que tales receptores no cumplen la condición indicada, o que producen perturbaciones en la red de distribución de energía de la empresa distribuidora, ésta podrá, previa autorización del organismo competente, negar el suministro a tales receptores y solicitar que se instalen los sistemas de corrección apropiados.

2.7 Compensación del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse de una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen simultáneamente y se conecten por medio de un solo interruptor. En este caso el interruptor debe cortar la alimentación simultáneamente al receptor o grupo de receptores y al condensador.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un $\pm$ 10 % del valor medio obtenido durante un prolongado período de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de éstos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, los condensadores irán provistos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

Los condensadores utilizados para la mejora del factor de potencia en los motores asíncronos, se instalarán de forma que, al cortar la alimentación de energía eléctrica al motor, queden simultáneamente desconectados los indicados condensadores.

Las características de los condensadores y su instalación deberán ser conformes a lo establecido en la Norma **UNE-EN 60831-1** y **UNE-EN 60831-2.**

44

Prescripciones generales

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 335

2. Condiciones particulares para los receptores para alumbrado y sus componentes 335

2.1 Luminarias 335

2.1.1 Suspensiones y dispositivos de regulación 335

2.1.2 Cableado interno 335

2.1.3 Cableado externo 335

2.1.4 Puesta a tierra 335

2.2 Lámparas 335

2.3 Portalámparas 336

3. Condiciones de instalación de los receptores para alumbrado 336

3.1 Condiciones generales 336

3.2 Condiciones específicas 336

4. Utilización de muy bajas tensiones para alumbrado 337

5. Rótulos luminosos 337

1. Objeto y campo de aplicación

La presente instrucción se aplica a las instalaciones de receptores para alumbrado (luminarias). Se entiende como receptor para alumbrado, el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores.

En esta instrucción no se incluyen prescripciones relativas al alumbrado exterior recogido en la **ITC-BT-09** ni al alumbrado de emergencia en locales de pública concurrencia recogido en la **ITC-BT-28.**

2. Condiciones particulares para los receptores para alumbrado y sus componentes

2.1 Luminarias

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las Normas de la serie **UNE-EN 60 598.**

2.1.1 *Suspensiones y dispositivos de regulación*

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria esta suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm^2.

2.1.2 *Cableado interno*

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V.

Además los cables serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que puedan estar sometidas.

2.1.3 *Cableado externo*

Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga el adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

2.1.4 *Puesta a tierra*

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la **ITC-BT-24.**

2.2 Lámparas

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (como por ejemplo neón) en el interior de las viviendas.

En el interior de locales comerciales y en el interior de edificios, se permitirá su instalación cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras, tal como se define en la **ITC-BT-24.**

2.3 Portalámparas

Deberán ser de alguno de los tipos, formas y dimensiones especificados en la Norma **UNE-EN 60 061-2.**

Cuando en la misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas a distintas tensiones, se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí, según el circuito al que deban ser conectados.

Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

3. Condiciones de instalación de los receptores para alumbrado

3.1 Condiciones generales

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo, o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la **ITC-BT-24.**

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquellos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

3.2 Condiciones específicas

Para instalaciones que alimenten tubos luminosos de descarga con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 kV y 10 kV, se aplicará lo dispuesto en la **UNE-EN 50 107.** No obstante, se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstas, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión en baja tensión y dispongan de barreras o envolventes con sistemas de enclavamiento adecuados, que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la instrucción **ITC-BT-24.**

La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de baja tensión. Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de instalación comprendida entre las lámparas y su dispositivo de alimentación.

Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

4. Utilización de muy bajas tensiones para alumbrado

En las caldererías, grandes depósitos metálicos, cascos navales, etc. y, en general, en lugares análogos, los aparatos de iluminación portátiles serán alimentados con una tensión de seguridad no superior a 24 V, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (por ejemplo 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

5. Rótulos luminosos

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 kV y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la Norma **UNE-EN 50 107.**

45

Aparatos de caldeo

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 339

2. Aparatos para usos doméstico y comercial 339
   - 2.1 Aparatos para el calentamiento de líquidos 339
   - 2.2 Aparatos para el calentamiento de locales 339
   - 2.3 Cocinas, hornos, hornillos y encimeras 339

3. Aparatos para usos industriales 339
   - 3.1 Aparatos de calentamiento de líquidos 339
     - 3.1.1 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico 340
     - 3.1.2 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en el agua 340
   - 3.2 Aparatos de cocción y hornos industriales 340
   - 3.3 Aparatos para soldadura eléctrica por arco 341

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de los aparatos eléctricos de caldeo, entendiendo como tales aquellos que transforman la energía eléctrica en calor.

Los aparatos de caldeo objeto de esta instrucción cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

2. Aparatos para usos doméstico y comercial

2.1 Aparatos para el calentamiento de líquidos

Queda prohibido el empleo para usos domésticos de aparatos provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua, así como aquellos en los que ésta forme parte del circuito eléctrico.

2.2 Aparatos para el calentamiento de locales

No deberán instalarse en nichos o cajas construidas o revestidas de materiales combustibles.

Deberán instalarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante en lo relativo a la distancia mínima a las paredes, suelos u otras superficies u objetos combustibles. En ausencia de tales instrucciones deberán instalarse manteniendo una distancia mínima de 8 cm a las partes anteriores, salvo en el caso de aparatos de calefacción con elementos calefactores luminosos colocados detrás de aberturas o rejillas, en los cuales la distancia entre dichas aberturas y elementos combustibles será como mínimo de 50 cm.

2.3 Cocinas, hornos, hornillos y encimeras

Estos aparatos estarán conectados a su fuente de alimentación por medio de interruptores de corte omnipolar, tomas de corriente u otro dispositivo de igual característica destinados únicamente a los mismos.

Los aparatos de cocción y hornos que incorporen elementos incandescentes no cerrados no se instalarán en locales que presenten riesgo de explosión.

3. Aparatos para usos industriales

Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de que se alcance una temperatura peligrosa incluso en condiciones de avería o mal uso.

3.1 Aparatos de calentamiento de líquidos

Los aparatos de calentamiento o recalentamiento de líquidos combustibles o inflamables, deberán estar dotados de un limitador de temperaturas que interrumpa o reduzca el calentamiento antes de que se pueda alcanzar una temperatura peligrosa incluso en condiciones de avería o mal uso.

3.1.1 *Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico*

Los calentadores de agua, en los que ésta forma parte del circuito eléctrico, no serán utilizados en instalaciones para uso doméstico ni cuando hayan de ser utilizados por personal no especializado.

Para la instalación de estos aparatos, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

a) Estos aparatos se alimentarán solamente con corriente alterna a frecuencia igual o superior a 50 Hz.

b) La alimentación estará controlada por medio de un interruptor automático construido e instalado de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Será de corte omnipolar simultáneo.
- Estará provisto de dispositivos de protección contra sobrecargas en cada conductor que conecte con un electrodo.
- Estará colocado de manera que pueda ser accionado fácilmente desde el mismo emplazamiento donde se instale, bien directamente o bien por medio de un dispositivo de mando a distancia. En este caso se instalarán lámparas de señalización que indiquen la posición de abierto o cerrado del interruptor.

c) La cuba o caldera metálica se pondrá a tierra y, a la vez, se conectará a la cubierta y armadura metálica, si existen, del cable de alimentación. La sección del conductor de puesta a tierra de la cuba, no será inferior a la del conductor de mayor sección de la alimentación, con un mínimo de 4 mm^2.

d) Según el tipo de aparato se satisfarán, además, los requisitos siguientes:

- Si los electrodos están conectados directamente a una instalación trifásica a más de 440 V, debe instalarse un interruptor diferencial que desconecte la alimentación a los electrodos cuando se produzca una corriente de fuga a tierra superior al 10 % de la intensidad nominal de la caldera en condiciones normales de funcionamiento. Podrá admitirse hasta un 15 % en dicho valor si en algún caso fuera necesario para asegurar la estabilidad del funcionamiento de la misma. El dispositivo mencionado debe actuar con retardo para evitar su funcionamiento innecesario en el caso de un desequilibrio de corta duración.
- Si los electrodos están conectados a una alimentación con tensiones de 50 V a 440 V, la cuba de la caldera estará conectada al neutro de la alimentación y a tierra. La capacidad nominal del conductor neutro no debe ser inferior a la del mayor conductor de alimentación.

3.1.2 *Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en el agua*

Se admiten en instalaciones industriales siempre que no pueda existir una diferencia de potencial superior a 24 V entre el agua accesible o partes metálicas accesibles en contacto con ella y los elementos conductores situados en su proximidad, que no conste que estén aislados de tierra.

3.2 Aparatos de cocción y hornos industriales

Las partes accesibles de los hornos que pueden alcanzar una temperatura peligrosa deben estar dotadas de un dispositivo de protección o de visibles señales de atención con una inscripción.

Cuando los hornos presenten corrientes de fuga importantes, como en los hornos de resistencias, deberán ser alimentados según esquema TN-C.

Los aparatos de cocción y los hornos que incorporen elementos incandescentes no cerrados no se instalarán en locales que presenten riesgos de explosión.

3.3 Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Los aparatos destinados a la soldadura eléctrica cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

a) Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra. Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldadura a estas masas, cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa. En caso contrario, el circuito de soldadura estará puesto a tierra únicamente en el lugar de trabajo.

b) Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán cuidadosamente aislados.

c) Cuando existan en los aparatos ranuras de ventilación estarán dispuestas de forma que no se pueda alcanzar partes bajo tensión en su interior.

d) Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200 % de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos en la instalación por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.

e) Las superficies exteriores de los porta-electrodos a mano, y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas. Estos porta-electrodos estarán provistos de discos o pantallas que protejan la mano de los operarios contra el calor proporcionado por los arcos.

f) Las personas que utilicen estos aparatos recibirán las consignas apropiadas para:

- Hacer inaccesibles las partes bajo tensión de los porta-electrodos cuando no sean utilizados.
- Evitar que los porta-electrodos entren en contacto con objetos metálicos.
- Unir al conductor de retorno del circuito de soldadura las piezas metálicas que se encuentren en su proximidad inmediata.

Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores, se recomienda la utilización de pequeñas tensiones. En otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar, no será superior a 90 V, valor eficaz para corriente alterna, y 150 V en corriente continua.

46

Cables y folios radiantes en viviendas

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 343

2. Limitaciones de empleo 343

3. Instalación 343
   - 3.1 Circuito de alimentación 343
   - 3.2 Instalación eléctrica 343
     - 3.2.1 Uniones frías 344
   - 3.3 Colocación de los cables calefactores 344
   - 3.4 Fijación de los cables calefactores 344
   - 3.5 Relación con otras instalaciones 344

4. Particularidades para instalaciones en el suelo de los cables calefactores 345
   - 4.1 Colocación 345

5. Particularidades para instalaciones de cables calefactores en el techo 345
   - 5.1 Colocación 345

6. Control 346

1. Objeto y campo de aplicación

La presente instrucción se aplica a las instalaciones de cables eléctricos y folios radiantes calefactores a tensiones nominales de 300/500 V, empotrados en los suelos forjados y techos.

La Norma **UNE 21 155-1,** indica las clases de cables calefactores que se pueden utilizar. En cualquier caso tanto estos como los folios radiantes deberán ser conformes a los requisitos de las directivas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

2. Limitaciones de empleo

Estas instalaciones no deben realizarse dentro de los volúmenes de prohibición de los cuartos de baño y las uniones frías no deberán encontrarse en el volumen de prohibición ni en el de protección.

El elemento calefactor no podrá instalarse por debajo de ninguna unión de las tuberías de distribución de agua o desagües.

3. Instalación

3.1 Circuito de alimentación

El circuito de alimentación debe responder a las prescripciones que se establecen en el presente reglamento, especialmente las concernientes a:

- Canalizaciones y secciones mínimas de conductores.
- Protección contra sobreintensidades, contactos indirectos y sobretensiones.

Además, los dispositivos de mando y maniobra deben ser de corte omnipolar aunque se permite que los dispositivos de control, como termostatos, no lo sean.

3.2 Instalación eléctrica

El circuito de calefacción se subdividirá en circuitos según los criterios de **ITC-BT-25,** en función de la simultaneidad de uso, distancia y otros criterios de seguridad etc., con un máximo de 25 A por fase y circuito. Cada circuito estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar.

Es obligatoria una protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA) para cada circuito de calefacción por cables calefactores o folio radiante.

Cuando el cable calefactor tenga una armadura o cuando el termostato tenga una envoltura metálica, ambas deberán conectarse a tierra mediante un conductor de protección de sección igual al conductor de fase.

El cable de alimentación al termostato (la fase) tendrá la misma sección que el de la unión fría y se alojará en un tubo de diámetro adecuado.

Antes de cubrir el elemento calefactor, se comprobará la continuidad del circuito. Una vez cubierto el cable, y con anterioridad a la colocación del pavimento se comprobará el aislamiento eléctrico respecto a tierra que deberá ser igual o superior a 250 000 ohmios.

3.2.1 *Uniones frías*

Las conexiones de los cables calefactores o de los paneles de folio radiante con las uniones frías se deberán realizar y disponer de manera que la transmisión del calor producido por aquellos a las citadas uniones, y al cable de alimentación, permanezca dentro de límites compatibles con las temperaturas máximas admisibles en servicio continuo, fijadas en la Norma **UNE 20 460-5-523;** para ello, y salvo en caso de avería, las uniones frías deberán venir realizadas de fábrica, no autorizándose su ejecución en obra.

Las secciones de las uniones frías estarán determinadas por las intensidades de corriente máximas admisibles fijadas para servicio permanente en la **ITC-BT-19.**

La canalización o tubo deberá terminar a 0,20 m como mínimo de la conexión con el cable calefactor, debiendo estar esta unión completamente embebida dentro de la masa de hormigón.

3.3 Colocación de los cables calefactores

En la colocación de un elemento o unidad de cable calefactor en el techo o en el suelo, se recomienda que las espiras estén dispuestas paralelamente a la pared que tenga mayores pérdidas.

De esta manera, podrá reforzarse la franja de 0,5 m a 0,6 m de panel más cercano al cerramiento exterior disminuyendo el paso entre espiras cuidando que no se supere la temperatura máxima admisible por cable.

Se recomienda, cuando sea posible, alejar el cable calefactor, particularmente los del suelo, 0,6 m de las paredes interiores donde pueda preverse la instalación de muebles.

El cable calefactor deberá estar recubierto en toda su extensión por un material que sea un conductor térmico relativamente bueno como yeso, hormigón, cal, etc., para favorecer la transmisión del calor.

3.4 Fijación de los cables calefactores

El cable calefactor se fijará por medio de distanciadores no metálicos, colocados en las extremidades donde el cable cambia de dirección.

El distanciador será de material resistente a la corrosión y que no pueda producir daños al aislamiento del cable.

El radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 6 veces el diámetro exterior de los mismos, cuando estos no tengan armadura, y a 10 veces cuando tengan armadura.

3.5 Relación con otras instalaciones

El elemento calefactor deberá instalarse lo más lejos posible de los cables eléctricos de distribución para fuerza y alumbrado, para que estos no reciban calor. En otro caso debe calcularse la temperatura de servicio de los circuitos de fuerza y alumbrado teniendo en cuenta el calor emitido por los elementos calefactores, y adoptar la sección adecuada en función del tipo de cable y de lo indicado en la **UNE 20 460-5-523.**

4. Particularidades para instalaciones en el suelo de los cables calefactores

La temperatura de los cables calefactores no deberá ser superior, en las condiciones de utilización previstas, a los límites fijados en las normas del cable aislado de que se trate **UNE 21 155-1.**

La capacidad térmica de los materiales situados en la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a 120 kJ/m^2 K, (29 kcal/m^2 °C).

4.1 Colocación

Los cables colocados en el suelo, estarán embebidos en el mortero u hormigón. De existir una primera capa de hormigón esta podrá ser del tipo aislante. La segunda capa de hormigón, de tipo no aislante, deberá tener un espesor mínimo de 30 mm y será en la que se empotrarán los cables calefactores.

El fraguado del hormigón no podrá acelerarse con el elemento calefactor, aunque sí su secado.

Además del material aislante que se instale sobre el forjado, deberá colocarse, en todo el perímetro del local, un zócalo aislante de espesor igual o superior a 1 cm, con una altura igual a la capa de mortero u hormigón en la que esté embebido el elemento calefactor.

En caso de posible humedad, el material aislante deberá ir provisto de una barrera contra la humedad en su parte inferior; si existiese peligro de condensaciones también de una barrera anti-vapor.

El contorno de los cables estará situado a una distancia mínima de 0,2 m de todas las paredes exteriores del local.

5. Particularidades para instalaciones de cables calefactores en el techo

Tratándose de sistemas de calefacción directa, es necesario reducir la masa de materiales de construcción calentada por el cable.

La capacidad térmica de los materiales situados entre la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a 180 kJ/m^2 K, (43 kcal/m^2 °C).

5.1 Colocación

La altura mínima de los locales acondicionados por este sistema será de 3,5 m.

El contorno de los cables calefactores instalados en el techo tendrá una distancia mínima de 0,4 m respecto a las paredes exteriores y de 0,2 m respecto a las paredes interiores.

Los eventuales puntos de luz en el techo, incluida la luminaria si es encastrable, deberá tener a su alrededor un espacio libre de 0,1 m por lo menos.

Los elementos colocados en el techo estarán embebidos en la capa de recubrimiento que será como mínimo de 15 mm a 20 mm de espesor, y se aplicará en sentido paralelo a los cables. Se cuidará mucho que no se formen bolsas de aire en el recubrimiento en contacto con el cable.

6. Control

El termostato de control de las condiciones ambientales se situará preferentemente sobre una pared interior, a 1,5 m del suelo y no deberá estar expuesto a la radiación bien sea solar, de lámparas, de electrodomésticos, etc., ni a corriente de aire procedentes de puertas, ventanas o ventiladores. El diferencial de temperatura del termostato no deberá ser superior a 1,5 K.

Si la intensidad de corriente del elemento calefactor fuera superior al poder de corte del termostato o si el circuito fuera trifásico, el termostato actuará sobre la bobina de un contactor de poder de corte suficiente situado en el cuadro de distribución aguas abajo del interruptor automático.

En locales de grandes dimensiones el proyectista justificará la colocación de más de un termostato tratando, en cualquier caso de optimizar el consumo energético.

47

Motores

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 348

2. Condiciones generales de instalación 348

3. Conductores de conexión 348

3.1 Un solo motor 348

3.2 Varios motores 348

3.3 Carga combinada 348

4. Protección contra sobreintensidades 348

5. Protección contra la falta de tensión 349

6. Sobreintensidad de arranque 349

7. Instalación de reóstatos y resistencias 350

8. Herramientas portátiles 350

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de los motores y herramientas portátiles de uso exclusivamente profesionales.

Los receptores objeto de esta instrucción cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

2. Condiciones generales de instalación

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la Norma **UNE 20 460** y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

3. Conductores de conexión

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

3.1 Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

3.2 Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

3.3 Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores, deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

4. Protección contra sobreintensidades

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

5. Protección contra la falta de tensión

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la Norma **UNE 20 460-4-45.**

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque, y puede proteger a más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- Los motores a proteger estén instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kW.
- Los motores a proteger estén instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, es obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

6. Sobreintensidad de arranque

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

Cuando los motores vayan a ser alimentados por una red de distribución pública, se necesitará la conformidad de la empresa distribuidora respecto a la utilización de los mismos, cuando se trate de:

- Motores de gran inercia.
- Motores de arranque lento en carga.
- Motores de arranque o aumentos de carga repetida o frecuente.
- Motores para frenado.
- Motores con inversión de marcha.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kW deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en la Tabla 47.1:

Motores de corriente continua		Motores de corriente alterna	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y de la de plena carga
De 0,75 (kW) a 1,5 (kW) De 1,5 (kW) a 5,0 (kW) De más de 5,0 (kW)	2,5 2,0 1,5	De 0,75 (kW) a 1,5 (kW) De 1,5 (kW) a 5,0 (kW) De 5,0 (kW) a 15,0 (kW) De más de 15,0 (kW)	4,5 3,0 2,0 1,5

Tabla 47.1.

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, a los efectos de las constantes señaladas en la tabla Tabla 47.1, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.

No obstante lo expuesto, y en casos particulares, podrán las empresas prescindir de las limitaciones impuestas, cuando las corrientes de arranque no perturben el funcionamiento de sus redes de distribución.

7. Instalación de reóstatos y resistencias

Los reóstatos de arranque y regulación de velocidad y las resistencias adicionales de los motores, se colocarán de modo que estén separados de los muros 5 cm como mínimo.

Deben estar dispuestos de manera que no puedan causar deterioros como consecuencia de la radiación térmica o por acumulación de polvo, tanto en servicio normal como en caso de avería. Se montarán de manera que no puedan quemar las partes combustibles del edificio ni otros objetos combustibles; si esto no fuera posible los elementos combustibles llevarán un revestimiento ignífugo.

Los reóstatos y las resistencias deberán poder ser separadas de la instalación por dispositivos de corte omnipolar, que podrán ser los interruptores generales del receptor correspondiente.

8. Herramientas portátiles

Las herramientas portátiles utilizadas en obras de construcción de edificios, canteras y, en general, en el exterior, deberán ser de Clase II o de Clase III. Las herramientas de Clase I pueden ser utilizadas en los emplazamientos citados, debiendo, en este caso, ser alimentadas por intermedio de un transformador de separación de circuitos.

Cuando estas herramientas se utilicen en obras o emplazamientos muy conductores, tales como en trabajos de hormigonado, en el interior de calderas o de tuberías metálicas u otros análogos, las herramientas portátiles a mano deben ser de Clase III.

48

Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 352

2. Condiciones generales de instalación 352

2.1 Transformadores y autotransformadores 352

2.2 Reactancias y rectificadores 352

2.3 Condensadores 353

3. Protección de los transformadores contra sobreintensidad 353

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de los transformadores, autotransformadores, reactancias, rectificadores y condensadores.

Los receptores objeto de esta Instrucción cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

2. Condiciones generales de instalación

La instalación de los receptores incluidos en la presente instrucción satisfarán, según los casos, las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

Las conexiones de estos receptores se realizarán con los elementos de conexión adecuados a los materiales a unir, es decir, en el caso de bobinados de aluminio, con piezas de conexión bimetálicas.

Estos receptores serán instalados de forma que dispongan de ventilación suficiente para su refrigeración correcta.

2.1 Transformadores y autotransformadores

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas, estarán construidos o situados de manera, que sus arrollamientos y elementos bajo tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

Los transformadores en instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio, y cuando sea necesario instalarlos próximos a los mismos, se emplearán pantallas incombustibles como elemento de separación.

La separación entre los transformadores y estas pantallas será de 1 cm cuando la potencia del transformador sea inferior o igual a 3 000 VA. Esta distancia se aumentará proporcionalmente a la potencia cuando ésta sea mayor. Los transformadores en instalación fija, cuando su potencia no exceda de 3 000 VA, provistos de un limitador de temperatura apropiado, podrán montarse directamente sobre partes combustibles.

El empleo de autotransformadores no será admitido si los dos circuitos conectados a ellos no tienen un aislamiento previsto para la tensión mayor.

En la conexión de un autotransformador a una fuente de alimentación con conductor neutro, el borne del extremo del arrollamiento común al primario y al secundario, se unirá al conductor neutro.

2.2 Reactancias y rectificadores

La instalación de reactancias y rectificadores responderán a los mismos requisitos generales que los señalados para los transformadores.

En relación con los rectificadores, se tendrá en cuenta, además:

- Cuando los rectificadores no se opongan, de por sí, al paso accidental de la corriente alterna al circuito que alimentan en corriente continua o al retorno de ésta al circuito de corriente alterna, se instalarán asociados a un dispositivo adecuado que impida esta eventualidad.
- Las canalizaciones correspondientes a las corrientes de diferente naturaleza serán distintas y estarán convenientemente señalizadas o separadas entre sí.
- Los circuitos correspondientes a la corriente continua se instalarán siguiendo las prescripciones que correspondan a su tensión asignada.

2.3 Condensadores

Los condensadores que no lleven alguna indicación de temperatura máxima admisible no se podrán utilizar en lugares donde la temperatura ambiente sea 50 °C o mayor.

Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro. Los condensadores con dieléctrico líquido combustible cumplirán los mismos requisitos que los reostatos y reactancias.

Para la utilización de condensadores por encima de los 2 000 m de altitud sobre el nivel del mar, deberán tomarse precauciones de acuerdo con el fabricante, según especifica la Norma **UNE-EN 60 831-1.**

Los condensadores deberán estar adecuadamente protegidos, cuando se vayan a utilizar con sobreintensidades superiores a 1,3 veces la intensidad correspondiente a la tensión asignada a frecuencia de red, excluidos los transitorios.

Los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

3. Protección de los transformadores contra sobreintensidad

Todo transformador estará protegido por un dispositivo de corte por sobreintensidad u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador, y con la utilización de dicho transformador.

49

Instalaciones eléctricas en muebles

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 355

2. Muebles no destinados a instalarse en cuartos de baño 355
   - 2.1 Aspectos generales 355
   - 2.2 Canalizaciones 355
   - 2.3 Sección de los conductores 356
   - 2.4 Protección mecánica de los cables 356
   - 2.5 Conexiones 356

3. Muebles en cuarto de baño 356

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de las instalaciones eléctricas en los muebles y elementos de mobiliario.

Las prescripciones de esta instrucción son aplicables a:

- Muebles de toda clase, incluidos los muebles de despacho, mostradores, expositores, paneles fijos o móviles y análogos.
- Muebles, espejos y elementos de cuarto de baño en locales que contengan una bañera o ducha.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.** A estos efectos cualquier mueble comercializado con un equipo eléctrico montado en él (por ejemplo, luminaria, interruptor, base de toma de corriente, etc.) se considerará como un receptor.

2. Muebles no destinados a instalarse en cuartos de baño

Se incluyen en este apartado las mesas, camas, armarios, aparadores, muebles de televisión, muebles de cocina, paneles de despacho (incluidos los tabiques movibles y amovibles), y en general muebles no situados en cuartos de baño o locales que contengan una bañera o ducha en los cuales se colocan equipos eléctricos, tales como luminarias, bases de toma de corriente, dispositivos de mando, interruptores, etcétera.

2.1 Aspectos generales

Los equipos y accesorios eléctricos que se coloquen en los elementos de mobiliario, estarán situados teniendo en cuenta las solicitaciones mecánicas y térmicas a las que puedan estar sometidos así como a los riesgos de incendio que puedan provocar. En particular las luminarias para instalaciones en superficies inflamables (madera, tela, etc.) deben estar marcadas con el símbolo F, según la Norma **UNE EN 60 598-1.**

Cuando la potencia disipada por los equipos eléctricos pueda producir temperaturas excesivas en un espacio cerrado, deberá instalarse un interruptor accionado por el cierre de la puerta de tal manera que los equipos queden fuera de servicio cuando la puerta esté cerrada (por ejemplo, las luminarias instaladas en las camas plegables).

2.2 Canalizaciones

Los cables se podrán colocar en tubos, canales protectoras o bien podrán ser conducidos dentro de un canal realizado durante la construcción del elemento de mobiliario. La instalación de tubos y canales tiene que ser conforma a lo indicado en la **ITC-BT-21.**

Los cables a instalar dentro de un mueble y hasta su conexión con la instalación interior del local o vivienda serán:

- Cables flexibles aislados con goma (equivalente, como mínimo, al tipo H05RR-F).
- Cables flexibles aislados con policlururo de vinilo (PVC) (equivalentes como mínimo, al tipo H05VV-F).

2.3 Sección de los conductores

La mínima sección de los conductores será de:

- 0,75 mm^2 de cobre para instalación de alumbrado exclusivamente y con conductores flexibles si la longitud entre la conexión en la instalación fija del local o vivienda y el aparato más alejado contenido en el mueble no es superior a 10 m y si éste no lleva ninguna base de toma de corriente.
- 1,5 mm^2 de cobre, flexible o rígido, en los demás casos si no hay bases de toma de corriente.
- 2,5 mm^2 de cobre, flexible o rígido, en cualquier caso, si hay bases de toma de corriente.

2.4 Protección mecánica de los cables

Los cables deben estar convenientemente protegidos contra todo daño y en especial contra la tracción y torsión, para lo cual se colocarán dispositivos antitracción en los puntos de penetración de los aparatos y próximos a las conexiones.

Los cables estarán fijados a las paredes de los muebles y en los extremos de los vanos existentes.

2.5 Conexiones

Las conexiones deben efectuarse mediante tomas de corriente o bornes situados en cajas con grado de protección mínimo IP3X y cuya tapa solo pueda ser abierta con la ayuda de una llave o de un útil.

Las cajas deben estar colocadas de tal manera que estén protegidas contra todo daño mecánico.

3. Muebles en cuarto de baño

Para las instalaciones de muebles con equipo eléctrico en cuartos de baño o aseo o locales que contengan una bañera o ducha, se tendrán en cuenta los volúmenes y prescripciones definidas en la **ITC-BT-27.**

Para la conexión a la instalación fija, los muebles deben llevar una caja de conexión con bornes fija, independientemente de cual sea su equipo eléctrico. Los dispositivos de conexión de los conductores exteriores de la instalación de la edificación no deberán usarse para la conexión de conductores internos. Dicha caja de conexión con bornes debe ser accesible únicamente después de retirar una tapa o cubierta con la ayuda de una herramienta. El borne de tierra, si existe, estará identificado con su símbolo normalizado correspondiente y se conectará a la instalación de tierra del edificio.

Los muebles con equipo eléctrico para instalarse en cuartos de baño o aseo deberán ser fijos.

50

Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 358

2. Condiciones generales de instalación 358

1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de los equipos eléctricos en locales que contienen radiadores para saunas.

2. Condiciones generales de instalación

Las prescripciones particulares para la instalación de los equipos eléctricos en locales que contienen radiadores para saunas son las establecidas en la Norma **UNE 20 460-7-703.**

51

Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores

Índice

1. Objeto y campo de aplicación 360

2. Terminología 360

3. Tipos de sistemas 361

4. Requisitos generales de la instalación 361

5. Condiciones particulares de instalación 362

5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión 362

5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función 362

5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas 362

1. Objeto y campo de aplicación

Esta instrucción establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, como gestión de la energía, control y accionamiento de receptores de forma centralizada o remota, sistemas de emergencia y seguridad en edificios, entre otros, con excepción de aquellos sistemas independientes e instalados como tales, que puedan ser considerados en su conjunto como aparatos, por ejemplo, los sistemas automáticos de elevación de puertas, persianas, toldos, cierres comerciales, sistemas de regulación de climatización, redes privadas independientes para transmisión de datos exclusivamente y otros aparatos, que tienen requisitos específicos recogidos en las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del **Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

Quedan excluidas también las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el **Reglamento de infraestructura común de telecomunicaciones** (I.C.T.), aprobado por el R.D. 279/1999.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y sistemas de protección contra incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante, a las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente instrucción además los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

2. Terminología

Sistemas de automatización, gestión de la energía y seguridad para viviendas y edificios. Son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unos entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir ordenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas animales y bienes.

Estos sistemas pueden tener la posibilidad de accesos a redes exteriores de comunicación, información o servicios, como por ejemplo, red telefónica conmutada, servicios Internet, etcétera.

Nodo. Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda con otras unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

Actuador. Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del sistema, como por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etcétera.

Dispositivo de entrada. Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.

Sistemas centralizados. Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.

Sistema descentralizado. Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

3. Tipos de sistemas

Los sistemas de automatización, gestión de la energía y seguridad considerados en la presente instrucción, se clasifican en los siguientes grupos:

- Sistemas que usan en todo o en parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión, tales como sistemas de corrientes portadoras.
- Sistemas que usan en todo o en parte señales transmitidas por cables específicos para dicha función, tales como cables de pares trenzados, paralelo, coaxial, fibra óptica, etcétera.
- Sistemas que usan señales radiadas, tales como ondas de infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, o sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones.

Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir los requisitos aplicables en cada parte del sistema. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos, tales como, anillo, árbol, bus o lineal, estrella o combinaciones de éstas.

4. Requisitos generales de la instalación

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de seguridad y compatibilidad electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la **Directiva de baja tensión (73/23/CEE)** y la **Directiva de compatibilidad electromagnética (89/336/CEE).** En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atendrán, en lo que sea aplicable, a lo requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la **ITC-BT-04.**

Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.

En lo relativo a la compatibilidad electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada este realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la **ITC-BT-36.**

Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

5. Condiciones particulares de instalación

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares.

5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión

Los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la Norma **UNE-EN 50 065-1** en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 4.

5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las Normas de la serie **EN 61 196** y **CEI 60 189-2.**

5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del **cuadro nacional de atribución de frecuencias de ordenación de las telecomunicaciones.**

Capítulo IX

Proyectos de aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión

A

Cuestionario de aplicación de instrucciones técnicas complementarias

1. Indica el margen de aplicación de las prescripciones del REBT según las tensiones asignadas.

Solución:

Todas las prescripciones del presente reglamento son aplicables hasta tensiones nominales de 1 000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua según su artículo cuarto.

2. ¿Cómo se denomina al aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hacen que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento?

Solución:

ITC-BT-01	Terminología.

Debemos buscar en las distintas definiciones de aislamientos de la **ITC-BT-01,** donde encontramos que la definición dada en la cuestión se corresponde con un aislamiento reforzado.

3. ¿Cuál es la clasificación existente para las empresas instaladoras en baja tensión? ¿Qué funciones pueden realizar las empresas instaladoras de la categoría inferior?

Solución:

ITC-BT-03	Empresas instaladoras en baja tensión.

Según la **ITC-BT-03** punto 3 se pueden clasificar por las siguientes categorías:

- Categoría básica (IBTB).
- Categoría especialista (IBTE).

Y las empresas instaladoras de categoría básica pueden realizar, mantener y reparar las instalaciones eléctricas para baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras y, en general, todas las comprendidas en el ámbito del REBT que no se reserven a la categoría de especialista.

4. ¿Qué instalaciones requieren de proyecto?

Solución:

ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.

Todas las instalaciones nuevas que precisan de proyecto, y por tanto requieren de ingenieros, son las especificadas en el punto 3 de la **ITC-BT-04,** donde destacan, entre otras:

- Las correspondientes a industria cuando su potencia prevista es superior a 20 000 W.
- Las correspondientes a locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión con potencias previstas superiores a 10 000 W.
- Las bombas de extracción o elevación de agua con potencia superior a 10 000 W.
- Las viviendas unifamiliares de más de 50 000 W de previsión.
- Los edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia y cuya potencia prevista sea superior a 100 000 W.
- Los garajes que requieran ventilación forzada o de ventilación natural con más de cinco plazas.
- Redes aéreas o subterráneas de distribución.

Potencias menores de las indicadas no precisan de proyecto, por lo que pueden ser realizadas por instaladores mediante la correspondiente memoria técnica de diseño.

Así mismo, requerirán de elaboración de proyecto:

- Las ampliaciones y modificaciones de las instalaciones que no requerían proyecto en su ejecución inicial, que demanden potencias superiores a las necesarias para la realización del proyecto.
- Las ampliaciones de proyectos que superen el 50 % de la potencia prevista del proyecto originario.
- Ampliaciones de los tipos (*b, c, g, i, j, l, m*) y modificaciones de importancia de las instalaciones señaladas en el punto 3.1 de la **ITC-BT-04.**

5. ¿Una fuente pública de 12 kW de potencia instalada requiere inspección inicial por un organismo de control autorizado? ¿Qué medidas de protección eléctrica se deberán emplear en la fuente?

Solución:

ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones.
ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.

Según la **ITC-BT-05** en el apartado 4.1 serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones:

- Instalaciones industriales que precisen proyecto con $P > 100$ kW.
- Locales de pública concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.
- Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW.
- Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW.
- Quirófanos y salas de intervención.
- Instalaciones de alumbrado exterior con $P > 5$ kW.

El caso indicado, una fuente de potencia 12 kW, vemos que no se encuentra dentro de ninguna de las especificaciones descritas. No requiere inspección inicial.

El REBT, en la **ITC-BT-31** punto 3 referido a fuentes, indica: las medidas de protección para los volúmenes 0 y 1; la obligatoriedad de instalar una conexión equipotencial suplementaria local en los dos volúmenes; la protección contra la penetración del agua en los equipos eléctricos (IP X8 para el volumen 0 e IP X5 para el volumen 1); y las características para canalizaciones haciendo referencia a la instrucción técnica complementaria para locales mojados.

6. En un cable perteneciente a una línea aérea de baja tensión cuya carga de rotura es de 350 daN, se ha realizado un empalme. ¿Cuál es la carga que debe soportar dicho empalme sin rotura ni deslizamiento del conductor?

Solución:

ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.

Según el punto 3.3 de la **ITC-BT-06,** los empalmes deben soportar el 90 % de su carga de rotura. No será admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.

Por lo tanto, el empalme deberá soportar 350 • 0,9 = 315 daN.

7. Una línea de alta tensión de 20 000 V se cruza con otra de baja tensión de 400 V. ¿Cuál será la separación mínima de los conductores de ambas líneas en el lugar de cruzamiento?

Datos:

- **Los apoyos más cercanos de la línea de alta tensión al punto de cruce están a 55 m y 75 m respectivamente.**
- **Los apoyos más cercanos de la línea de baja tensión al punto de cruce están a 35 m y 70 m respectivamente.**

Solución:

ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.

Según la **ITC-BT-06** punto 3.9, condiciones generales para cruzamientos y paralelismos, se indica que para este tipo de cruzamientos la distancia mínima vertical, *d*, entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a la indicada por la siguiente expresión:

$$d > 1{,}5 + \frac{U + L_1 + L_2}{100}$$

Siendo:

U la tensión nominal, en kV, de la línea de alta tensión.

L_1 la longitud, en metros, entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de alta tensión.

L_2 la longitud, en metros, entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de baja tensión.

$$d > 1{,}5 + \frac{U + L_1 + L_2}{100} = 1{,}5 + \frac{20 + 55 + 35}{100} = 2{,}6\,\text{m}$$

8. Se quiere dimensionar una línea de distribución aérea, a 900 m de altura, compuesta por conductores desnudos. Sabiendo que los conductores serán sometidos, como máximo, a unas sobrecargas de manguitos de hielo de 900 gramos por metro lineal, determinad el diámetro mínimo del conductor en mm.

Solución:

ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.

Según la **ITC-BT-06** punto 2.1 en los efectos de las sobrecargas motivadas por hielo, nos encontramos en la zona B, entre 500 y 100 m de altitud.

Para conductores desnudos, la sobrecarga del hielo se calcula con la expresión:

$$\text{Sobrecarga} = 180\sqrt{d}$$

Siendo *d* el diámetro del conductor en mm.

Por tanto el diámetro mínimo de los conductores será:

$$d = \left(\frac{\text{sobrecarga}}{180}\right)^2 = 25\,\text{mm}$$

9. En una línea subterránea de distribución, en baja tensión, con conductores de aislamiento de policloruro de vinilo, se desea calcular el factor de corrección *F* de la intensidad máxima admisible, debido a cables enterrados en un terreno cuya temperatura es de 42,5 °C.

Solución:

ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

Para determinar la sección de los conductores de una línea de distribución subterránea mediante la intensidad máxima admisible de la instalación debemos tener en cuenta los factores de corrección indicados en la **ITC-BT-07.**

En este caso es necesario determinar el factor de corrección *F* debido a la temperatura del terreno; para ello, se nos presenta en el punto 3.1.2.2.1 una tabla de valores para distintas temperaturas del terreno. La temperatura a considerar no se encuentra en dicha tabla y se tiene que aplicar la formula:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

Siendo:

θ_s la temperatura de servicio en °C.

θ_t la temperatura del terreno en °C.

Para determinar la temperatura de servicio debemos ir a la tabla 7.2 de la **ITC-BT-07,** donde se indica que para un aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) le corresponde una temperatura máxima de 70 °C en servicio permanente.

Sabiendo la temperatura del terreno, 42,5 °C, solo nos queda aplicar la fórmula para obtener el factor de corrección:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}} = \sqrt{\frac{70 - 42{,}5}{70 - 25}} = 0{,}7817$$

10. ¿Qué coeficiente de simultaneidad tomaremos para un edificio de 52 viviendas?

Solución:

ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión.

Para calcular el coeficiente de simultaneidad del edificio tenemos que ir al punto 3.1 de la **ITC-BT-10,** donde está la tabla 10.1 que presenta el coeficiente de simultaneidad en función del número de viviendas. Al excederse el número de viviendas de 21 debemos aplicar la fórmula:

Coeficiente de simultaneidad $= 15{,}3 + (n - 21) \cdot 0{,}5$

Siendo *n* el número de viviendas.

Coeficiente de simultaneidad $= 15{,}3 + (52 - 21) \cdot 0{,}5 = 30{,}8$

11. ¿Cómo se denomina al esquema en el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema en redes de distribución?

Solución:

ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.

Según la **ITC-BT-08,** los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

Con esto, buscamos en la ITC el esquema que cumpla con lo descrito en la cuestión viendo que los esquemas TN son los únicos que tienen distintas configuraciones con los conductores neutros y de protección. El esquema TN-C-S es el único que en una de las partes tiene combinadas las funciones de neutro y protección en un solo conductor.

12. En las canalizaciones empotradas, ¿cómo podrán ser los tubos protectores?

Solución:

ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales de protección.

Según la **ITC-BT-21** punto 1.2.2, en las canalizaciones empotradas los tubos protectores podrán ser:

- Rígidos.
- Curvables.
- Flexibles.

Y tendrán que cumplir las características mínimas que se describen en las tablas 21.3 y 21.4 de la citada ITC.

13. Indica cuántos puntos de utilización, como mínimo, se deberían usar en un salón comedor de forma rectangular de 7 × 7 metros con calefacción, aire acondicionado y receptor de TV:

Solución:

ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.

Según la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25,** se necesitan dos puntos de utilización para el circuito de calefacción y otros dos puntos para el circuito de aire acondicionado, ya que la superficie de la vivienda es mayor de 10 m^2. Por la misma razón, además, se necesitan otros dos para los puntos de luz y un interruptor de 10 A por cada uno de estos puntos de luz. Finalmente, hay que disponer una base de 16 A por cada 6 m^2 con un mínimo de tres bases, por lo que habrá como mínimo otros tres puntos de utilización adicionales.

Hay que tener en cuenta que si se prevé la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a efectos del número de puntos de utilización.

Se deberían usar como mínimo:

2 de calefacción + 2 A/A + 2 puntos de luz + 2 interruptores + 9 tomas de corriente + 1 tv = 18 puntos de utilización.

14. Razona si es correcta o incorrecta la siguiente afirmación: «En locales de pública concurrencia, el alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje al menos del 80 % de su valor nominal».

Solución:

ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia.

Según el punto 3.1 de la **ITC-BT-28:** «El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje al menos del 70 % de su valor nominal»

Por tanto, la afirmación es incorrecta, ya que indica que entre en funcionamiento más tarde de lo exigido por el REBT.

15. En las instalaciones eléctricas de máquinas de elevación, ¿cómo tienen que estar dimensionadas las canalizaciones en función de la caída de tensión generada en el arranque del motor?

Solución:

ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.

Según el punto 2 de la **ITC-BT-32:** «Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento deberán estar dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 %».

16. ¿Qué protección diferencial deberán tener en instalaciones eléctricas temporales de un parque de atracciones los circuitos de alumbrado, las luminarias de emergencia y las tomas de corriente inferiores a 32 A?

Solución:

ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales. Ferias y *stands*.

Es recomendable que el corte automático de cables destinados a alimentar instalaciones temporales se realice mediante dispositivo diferencial, cuya corriente diferencial residual asignada no supere los 500 mA.

En el caso de circuitos de alumbrado, además de las luminarias de emergencia y las tomas de corriente de valor asignado inferior a 32 A, deberán ser protegidos por un dispositivo diferencial cuya corriente asignada no supere los 30 mA (**ITC-BT-34** punto 3.2).

17. En toda instalación de puesta a tierra: «la sección mínima de los conductores de protección de Cu no protegidos contra corrosión será de 25 mm²». Justifica la afirmación indicando si es cierta o falsa.

Solución:

ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 18.2 de la **ITC-BT-18,** y se cita en ella que la sección del conductor de protección está relacionada con el conductor de fase de la instalación, la cual puede ser inferior a 25 mm².

En los casos en los cuales el conductor de protección no forme parte de la canalización de alimentación, será de cobre con una sección mínima de 2,5 mm², si los conductores disponen de protección mecánica, o 4 mm² si no disponen de dicha protección.

La afirmación es, por tanto, falsa.

La respuesta sería correcta si preguntaran por la sección mínima de conductores de tierra no protegidos contra la corrosión (siempre que la sección no sea inferior a la mínima exigida para los conductores de protección), según el punto 3.2 de la **ITC-BT-18.**

18. Calcula la distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización para un terreno de granito y gres muy alterados.

Dato: la intensidad de defecto a tierra para el lado de alta tensión, facilitada por la empresa suministradora, es de 500 A. Se utiliza una distribución tipo TT. El tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión es menor o igual a 5 s.

Solución:

ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra.

La distancia *D* se calcula siguiendo las indicaciones de la **ITC-BT-18** punto 11 aplicando la fórmula:

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U}$$

Siendo:

ρ la resistividad del terreno; en este caso es de 600 Ωm (tabla 18.3, **ITC-BT-18**).

I_d la intensidad de defecto a tierra para alta tensión; en este caso, 500 A.

U son 1 200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 s.

Solo queda aplicar la fórmula dada para obtener D:

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U} = \frac{600 \cdot 500}{2\pi \cdot 1200} = 39{,}78\ \text{m}$$

19. Se desea calcular la sección de los conductores en una instalación receptora monofásica cuya potencia prevista es de 5 600 W. Sabemos que utiliza dos sistemas de instalación distintos: en la primera parte la instalación se realiza en bandeja sin perforar para pasar después a tubo en montaje superficial. Se utilizarán cables multiconductores de cobre con aislamiento de PVC. La caída de tensión máxima admisible es del 5 %.

Dato: la longitud de la línea es de 25 m, los receptores son resistivos puros.

Solución:

ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras. **(UNE 20 460-5-523:2 004).**

El circuito receptor utiliza dos tipos de instalaciones, por lo que se deberá calcular la sección para el caso más desfavorable de los dos:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U}; I = \frac{P}{U\cos\varphi}$$

Siendo:

I la intensidad prevista en la instalación (A).

L la longitud de la línea (m).

P la potencia prevista en la instalación (W).

U la tensión alimentación (V).

S la sección de la línea (mm^2).

$\cos\varphi$ el factor de potencia del circuito.

ρ la resistividad en $\Omega\frac{mm^2}{m}$

δ máxima caída de tensión permitida (V).

$$\rho_{Cu\ a\ 70\,^{\circ}C} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Calculamos primero la intensidad prevista para el circuito:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{5\,600}{230 \cdot 1} = 24,35A$$

Para dicha intensidad prevista acudimos a la tabla de intensidades máximas admisibles (**UNE 20 460-5-523:2 004,** al estar más actualizada que la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19**) y, según el tipo de instalación, seleccionamos la sección más desfavorable entre los dos tipos.

Caso 1: Cables multiconductores en bandeja sin perforar 2PVC. Corresponde al tipo C columna 8. La intensidad máxima admisible inmediatamente superior a la prevista es de 31 A correspondiente con una sección de 4 mm^2.

Caso 2: Cables multiconductores en tubo en montaje superficial 2PVC. Corresponde al tipo de instalación B2 columna 5. La intensidad máxima admisible inmediatamente superior a la prevista es de 32 A correspondiente con una sección de 6 mm^2.

El caso más desfavorable es el segundo, por lo que asumimos la sección de 6 mm^2; nos falta comprobar que la sección es la adecuada por caída de tensión máxima admisible:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 5\,600 \cdot 25}{11,5 \cdot 230} = 2,27\ mm^2$$

6 $mm^2 > 2,27\ mm^2$, es decir, la sección de los conductores será de 6 mm^2.

20. La línea de alimentación a un cuadro eléctrico que suministra energía a los siguientes receptores:

Motor trifásico M_1: 20 kW, $\cos\varphi = 0,9$.

Motor trifásico M_2: 8 kW, $\cos\varphi = 0,8$.

Lámparas de descarga 10 kW, $\cos\varphi = 0,9$.

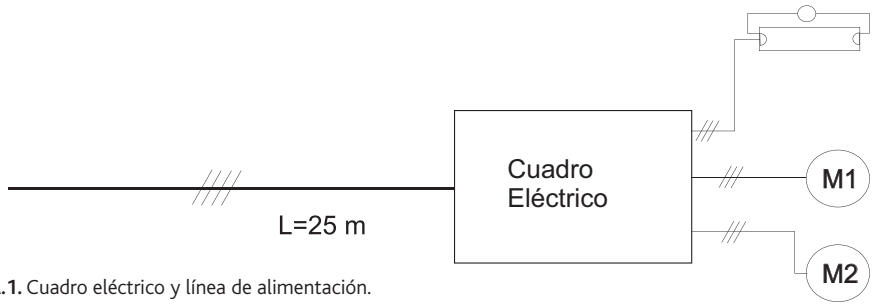


Figura A.1. Cuadro eléctrico y línea de alimentación.

Sabiendo que tiene una alimentación trifásica de 400/230 V, una longitud de 25 m y que se usan conductores de cobre aislados con PVC 0,6/1 kV en tubo en montaje superficial, calcula la sección de los conductores y el diámetro de los tubos de la línea de alimentación al cuadro eléctrico.

Solución:

ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales **(UNE 20 460-5-523:2 004).**
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
ITC-BT-44	Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
ITC-BT-47	Instalación de receptores. Motores.

• Cálculo de la potencia:

Según la **ITC-BT-44** punto 3.1, para las lámparas de descarga la carga mínima en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia de las lámparas. Por lo tanto, la potencia a considerar para el cálculo de la sección de la línea de alimentación será:

$$S = 1{,}8P = 18\,000 \text{ VA}$$

$$\text{Potencia de las lámparas} = S\cos\varphi = 16\,200 \text{ W}$$

Según la **ITC-BT-47** punto 3.2, cuando existen varios motores, estos deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás, es decir:

$$\text{Potencia de los motores} = 1{,}25\ P_{M1} + P_{M2} = 33\,000 \text{ W}$$

La potencia a considerar para el cálculo de la sección de la línea de alimentación al cuadro eléctrico será la suma de las potencias de cálculo de los motores y del alumbrado.

$$P_T = 16\,200 + 33\,000 = 49\,200 \text{ W}$$

• Cálculo del factor de potencia de la instalación:

Primero se calculan todas las potencias reactivas de los receptores a partir de sus potencias activas y sus factores de potencia:

$Q = P\tan\varphi$

$Q_{M1} = 1{,}25 \cdot 20\,000 \cdot \tan(\cos^{-1} 0{,}9) = 12\,108{,}05$ VAr

$Q_{M2} = 8\,000 \cdot \tan(\cos^{-1} 0{,}8) = 6\,000$ VAr

$Q_L = 1{,}8 \cdot 10\,000 \cdot \tan(\cos^{-1} 0{,}9) = 8\,717{,}79$ VAr

$Q_T = Q_{M1} + Q_{M2} + Q_L = 26\,825{,}84$ VAr

El factor de potencia de la instalación se puede calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$\tan\varphi_t = \frac{Q_t}{P_t} = \frac{26\,825,84}{49\,200} = 0,5452$$

$\cos\varphi_t = \cos(\tan^{-1}0,545) = 0,8779$

• Cálculo de la sección por intensidad máxima admisible:

Al ser la línea trifásica, su intensidad valdrá:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{49\,200}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 0,8779} = 80,89\text{A}$$

En la norma **UNE 20460-5-523:2004** se puede ver que para una sección de **35 mm**^{2} la intensidad máxima admisible es de 96 A (Fila B1, columna 5).

• Cálculo de la sección por el criterio de caída de tensión.

Según la **ITC-BT-19** punto 2.2.2 la máxima caída de tensión será del 3 % para instalaciones con receptores de alumbrado. Se puede calcular la sección según este criterio con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U}$$

Como los conductores están aislados con PVC, el valor de la resistividad del cobre se tomará a 70 °C, que es la máxima temperatura que aguanta este aislante.

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018\cdot(1 + 0,0039\cdot(70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

δ es la máxima caída de tensión permitida, $\delta = 0,03\cdot 400 = 12\text{V}$

U es la tensión de suministro, es decir 400 V.

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U} = \frac{0,0215\cdot 48\,300\cdot 25}{12\cdot 400} = 5,40\ \text{mm}^2$$

Al ser este valor inferior a la sección de 35 mm^2 calculada mediante el criterio de intensidad máxima admisible, se elegirán para la línea de alimentación tres conductores de fase y un neutro unipolares de sección 35 mm^2 y un conductor de protección de sección 16 mm^2, según la tabla 19.2 de la **ITC-BT-19.**

Para el cálculo del diámetro de los tubos se utiliza la tabla 21.2 de la **ITC-BT-21,** al ser la instalación en tubo de montaje superficial. Para conductores unipolares de 35 mm^2 y cinco conductores el diámetro de los tubos debe ser 50 mm.

Conductor: RV-K 4 × 1 × 35 + 16TT
Tubo:$\varnothing_{ext}$ = 50 mm

21. ¿Cuál será la tensión asignada mínima en acometidas e instalaciones exteriores en el caso de ser provisionales y temporales de obra?

Solución:

ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.

Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según **UNE 21027** o **UNE 21150,** y aptos para servicios móviles según el punto 5.3 de la **ITC-BT-33.**

22. En instalaciones de alumbrado de exterior, ¿se debe corregir el factor de potencia? ¿Cómo se corrige si, por ejemplo, queremos conectar 80 tubos de descarga de 20 W cuyo factor de potencia es 0,8?

Solución:

ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior.

Según la **ITC-BT-09** el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,9.

Se considera la potencia aparente mínima 1,8 veces la potencia en vatios de los tubos:

$S = 1{,}8P \cdot$ número de tubos $= 2\,880$ VA

P cálculo lámparas $= S\cos\varphi = 2\,304$ W

***Nota:** La utilización del factor de multiplicación 1,8 para dimensionar la sección de los conductores es una forma de tener en cuenta las corrientes armónicas de arranque y desequilibrio de fases, además de transportar la carga debida a los propios receptores. Pero para calcular la batería de condensadores que compense ese exceso de consumo se deben usar los datos reales para no realizar correcciones erróneas del factor de potencia.

Para compensar el factor de potencia de carácter inductivo se tienen que colocar baterías de condensadores en paralelo, que presentan un factor de potencia capacitivo.

Los 80 tubos de descarga se conectan en paralelo en una línea monofásica de 230 V; si queremos compensar el factor de potencia al mínimo permitido, tendremos que calcular la potencia reactiva que tendrá la instalación para un factor de potencia 0,9, y la diferencia entre la potencia reactiva actual y la deseada nos proporcionará la que deben aportar los condensadores.

$P_{\text{cálc. lámp.}} = P_{1lamp} \cdot \text{unidades} = 20 \cdot 80 = 1600\text{W}$

$Q_{\text{deseada}} = P \tan \varphi_{\text{deseado}} = 1600 \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi_{\text{deseado}}) = 1600 \cdot (\cos^{-1}0{,}9) = 774{,}91\text{VAr}$

$Q_{\text{actual}} = P \tan \varphi_{\text{actual}} = 1600 \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi_{\text{actual}}) = 1600 \cdot (\cos^{-1}0{,}8) = 1200\text{VAr}$

$Q_{\text{condensador}} = Q_{\text{actual}} - Q_{\text{deseada}} = 425{,}09\text{VAr}$

Una vez calculada la potencia reactiva de carácter capacitivo necesaria basta con calcular la capacidad que debe tener la batería de condensadores.

$$C = \frac{Q_{\text{condensador}}}{U^2\omega} = \frac{P \cdot (\tan\varphi_{\text{actual}} - \tan\varphi_{\text{deseado}})}{U^2\omega}$$

Donde:

C es la capacidad de la batería de condensadores en faradios.

U es la tensión en la instalación, 230 V.

ω es la velocidad angular en radianes por segundo, $\omega = 2\pi f$, siendo f la frecuencia en Hz, en España 50Hz.

$$C = \frac{P \cdot (\tan\varphi_{\text{actual}} - \tan\varphi_{\text{deseado}})}{U^2\omega} = \frac{1600 \cdot 0{,}2656}{230^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 25{,}57\mu\text{F}$$

Si el régimen de carga de los receptores fuera variable, sería necesario instalar un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

23. Se desea instalar una centralización de 15 contadores en un edificio destinado a viviendas. ¿Qué requisitos debe reunir?

Solución:

ITC-BT-16	Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.

Según la **ITC-BT-16** punto 2.2, en caso de instalar un número de contadores superior a 16 es obligatorio la ubicación en un local acondicionado para tal efecto. En este caso, en que el número es inferior a 16, se permite realizar la centralización también en un armario que debe reunir los requisitos indicados en el punto 2.2.2 de la ITC indicada.

Dicha instrucción, en el punto 4, resalta que será la empresa suministradora, junto con la propiedad, la que elegirá entre las soluciones propuestas en busca de homogeneizar estas instalaciones. En caso de discrepancia resolverá el organismo competente de la Administración.

24. Indica la tensión asignada mínima en instalaciones receptoras para:

- **Conductores aislados bajo tubos protectores.**
- **Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.**
- **Conductores aislados bajo canales protectores.**

Solución:

ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.

Para responder, debemos acudir a distintos puntos de la **ITC-BT-20.**

- Conductores aislados bajo tubos protectores. 450/750 V (punto 2.2.1).
- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes. 0,6/1 kV (punto 2.2.2).
- Conductores aislados bajo canales protectores. 450/750 V o 300/500 V para protecciones superiores e inferiores a IP 4X respectivamente (punto 2.2.7).

25. ¿Cuáles son las causas que pueden desencadenar sobreintensidades en un circuito?

Solución:

ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia, cortocircuitos y descargas eléctricas atmosféricas (punto 1.1. **ITC-BT-22**).

26. ¿Qué es una categoría de sobretensión? Indica qué categoría tiene un equipo y materiales que forman una instalación eléctrica trifásica de 400/690 V que soporta una tensión a impulsos de 7 kV.

Solución:

ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar posibles daños a los equipos (punto 2.1 **ITC-BT-23**).

Para saber qué categoría tiene un equipo y materiales de una instalación trifásica de 400/690 V que soporta una tensión a impulsos de 7 kV, debemos ir a la tabla 23.1 de la **ITC-BT-23** y observar que la única categoría que soporta 7 kV es la categoría IV.

La categoría IV se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución. Por ejemplo, los contadores de energía (punto 2.2 **ITC-BT-23**).

27. ¿Qué grado de protección debe garantizarse en las uniones del cable o tubo en la caja de conexiones de una bañera?

Solución:

ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.

La respuesta la encontramos en los requisitos particulares para instalaciones en bañeras de hidromasaje, cabinas de ducha con circuitos eléctricos y aparatos analógicos: punto 3 de la **ITC-BT-27.** Se indica que se deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IP X5.

No se admiten empalmes de los cables y canalizaciones que discurran por los volúmenes determinados por dichas superficies, salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior. Los equipos eléctricos son de baja tensión o de muy baja tensión de seguridad.

28. Cuando se indica que en un emplazamiento nos encontramos en una zona 20, ¿a qué se refiere? ¿Influye el emplazamiento en la selección de equipos eléctricos?

Solución:

ITC-BT-29	Prescripciones particulares para instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.

Según el punto 4.1.2 de la **ITC-BT-29** nos encontramos en una zona de emplazamiento clase II. Cuando se indica zona 20, nos encontramos en emplazamientos en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado o frecuente.

Los emplazamientos en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua durante largos períodos de tiempo no entran en este concepto.

Por último, sí influye en la selección de equipos eléctricos; tanto es así, que existe un procedimiento para la selección de equipos donde se deben indicar las características de las sustancias implicadas en el proceso, la clasificación del emplazamiento, la selección de la categoría del equipo en función de dicho emplazamiento, según la tabla 29.2 de la **ITC-BT-29,** y la instalación del equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Para una zona 20 le corresponde una categoría 1.

29. ¿Qué se considera como una instalación a tensión especial?

Solución:

ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales.

Según la **ITC-BT-37,** en su único punto, las instalaciones a tensiones especiales son aquellas en las que las tensiones nominales son superiores a 500 V de valor eficaz en corriente alterna o 750 V de valor medio aritmético en corriente continua, dentro del campo de aplicación del REBT.

30. ¿Cómo se realiza el suministro eléctrico en quirófanos?

Solución:

ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.

Es obligatorio el empleo de transformadores de aislamiento o de separación de circuitos, como mínimo uno por cada quirófano o sala de intervención, para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que puedan producirse (punto 2.1.3 de la **ITC-BT-38**).

El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento cumplirán la norma **UNE 20614.**

Además del suministro complementario de reserva será obligatorio disponer de un suministro especial complementario, según lo establecido en la **ITC-BT-28;** por ejemplo, baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 s y con una autonomía no inferior a 2 h (punto 2.2 **ITC-BT-38**).

31. ¿Cuándo se puede realizar la conexión de un generador asíncrono a la red? ¿Qué caída de tensión puede producirse en la conexión?

Solución:

ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión.

La conexión de un generador asíncrono a la red no se realiza hasta que, accionado por la turbina o el motor, este haya adquirido una velocidad entre el 90 % y 100 % de la velocidad de sincronismo.

La caída de tensión que puede producirse en la conexión de los generadores no será superior al 3 % de la tensión asignada de la red. En caso de generadores eólicos, el límite de la caída de tensión será del 2 % de la tensión asignada durante un segundo, y la frecuencia de conexiones será como máximo de 3 por minuto (punto 4.3.2.1. de la **ITC-BT-40**).

32. ¿De qué manera se puede realizar la compensación del factor de potencia?

Solución:

ITC-BT-43	Instalaciones de receptores. Prescripciones Generales.

Se podrá hacer de dos maneras:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen simultáneamente y se conecten por medio de un solo interruptor. En este caso, el interruptor debe cortar la alimentación simultáneamente al receptor o grupo de receptores y al condensador.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un ± 10 % del valor medio obtenido durante un prolongado periodo de funcionamiento (punto 2.7 de la **ITC-BT-40**).

33. Las personas que utilicen aparatos para soldadura eléctrica por arco, ¿qué consignas deberán recibir?

Solución:

ITC-BT-45	Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.

Según el punto 3.3. de la **ITC-BT-45** las personas que utilicen estos aparatos recibirán las consignas apropiadas para:

- Hacer inaccesibles las partes bajo tensión de los porta-electrodos cuando no sean utilizados.
- Evitar que los porta-electrodos entren en contacto con objetos metálicos.
- Unir al conductor de retorno del circuito de soldadura las piezas metálicas que se encuentren en su proximidad inmediata.

34. ¿Cómo se realiza la colocación de cables calefactores en el suelo?

Solución:

ITC-BT-46	Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.

Según la **ITC-BT-46** punto 4.1, seguirán el siguiente proceso de colocación:

Podrá existir una primera capa de hormigón (esta podrá ser del tipo aislante).

Una segunda capa de hormigón de tipo no aislante de espesor mínimo 30 mm, donde se empotrarán los cables calefactores.

El fraguado del hormigón no podrá acelerarse con el elemento calefactor, aunque sí su secado.

Además del material aislante que se instale sobre el forjado, deberá colocarse, en todo el perímetro del local, un zócalo aislante de espesor igual o superior a 1 cm, con una altura igual a la capa de mortero u hormigón en la que esté embebido el elemento calefactor.

En caso de humedad o peligro de condensación, el material aislante deberá ir provisto de una barrera contra humedad o una barrera anti-vapor respectivamente.

El contorno de los cables estará situado a una distancia mínima de 0,2 m de todas las paredes exteriores del local.

35. En partes combustibles de un edificio, ¿qué separación mínima debe tener un transformador en instalación fija de 9 000 VA con respecto a las pantallas incombustibles? ¿Y en el caso de un transformador de 2 500 VA con limitador de temperatura apropiado?

Solución:

ITC-BT-48	Instalaciones de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.

Según la **ITC-BT-48** punto 2.1, los transformadores de instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio. Y se utilizarán como elemento de separación pantallas incombustibles.

La separación entre el transformador y la pantalla será de 1 cm para potencias aparentes menores o iguales a 3 000 VA aumentando proporcionalmente la distancia con respecto a la potencia. Para 9 000 VA la distancia será 3 cm.

En el caso de un transformador de 2 500 VA con limitador de temperatura no será necesaria la utilización de pantalla. Se puede colocar directamente sobre partes combustibles.

36. En muebles que no son destinados a instalarse en cuartos de baño, ¿qué características deben cumplir los conductores si hay bases de toma de corriente?

Solución:

ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles.

Según la **ITC-BT-49** punto 2.3, los cables serán de cobre con una sección mínima de 2,5 mm^2.

Según el punto 2.2, los cables se podrán colocar en tubos, canales o bien conducidos dentro de un canal realizado durante la construcción.

Los cables a instalar dentro del mueble, y hasta su conexión con la instalación interior del local o vivienda, serán flexibles y aislados con goma, con policloruro de vinilo o equivalentes (como mínimo al tipo H05RR-F o al tipo H05VV-F, respectivamente).

Los cables deben estar protegidos con dispositivos antitracción en los puntos de penetración de los aparatos y próximos a conexiones, y estarán fijados a las paredes de los muebles y extremos de los vanos existentes (punto 2.4 de la **ITC-BT-49**).

Las conexiones se realizan mediante tomas de corriente o bornes situadas en cajas, con grado de protección mínimo de IP 3X, protegidas contra daño mecánico y cuya tapa solo pueda ser abierta con una llave o útil (punto 2.5 de la **ITC-BT-49**).

37. Para domotizar una vivienda se han utilizado corrientes portadoras, ¿en qué se basa su funcionamiento?

Solución:

ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Según la **ITC-BT-51** punto 3, las corrientes portadoras se basan en sistemas que usan en todo o en parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión.

B

Proyecto de instalaciones eléctricas de un edificio destinado principalmente a viviendas

Índice

1. Descripción del proyecto 382

2. Datos generales de la instalación 382

3. Previsión de cargas 384
   - 3.1 Previsión de carga de las viviendas 384
   - 3.2 Previsión de carga de los garajes 386
   - 3.3 Previsión de carga del local comercial 386
   - 3.4 Previsión de carga de usos generales 386

4. Determinación de las secciones de los conductores, diámetro de los tubos y elementos de protección 387
   - 4.1 Acometidas 389
   - 4.2 Caja general de protección 391
   - 4.3 Línea general de alimentación 391
   - 4.4 Interruptor general de maniobra 392
   - 4.5 Derivaciones individuales 392
   - 4.6 Cálculo de los fusibles de seguridad frente a sobrecargas y cortocircuitos 394
   - 4.7 Instalaciones de interior 397
   - 4.8 Puesta a tierra 404

Esquemas unifilares 405

1. Descripción del proyecto

Se desea calcular la instalación eléctrica de un edificio de tres alturas.

- **Planta baja**. Dividida en cuatro secciones: un recibidor que da acceso al edificio, a las escaleras y al ascensor; un garaje de cuatro plazas; una sección destinada a seis trasteros; y un local comercial cuyo acceso es directo desde la calle.
- **Planta primera y segunda**. Dos viviendas por planta cuyos accesos están habilitados por un rellano distribuidor accesible desde las escaleras o ascensor.
- **Planta tercera.** Dos viviendas y un tendedero comunitario que da acceso al tejado. Habilitados por un rellano distribuidor.

Planta	Uso	Superficie
Baja	Recibidor, pasillos y cuarto de máquinas Garajes Trasteros Local	76 m² 45 m² 12 m² 130 m²
Primera	Distribuidor Vivienda 1 Vivienda 2	4 m² 110 m² 127 m²
Segunda	Distribuidor Vivienda 3 Vivienda 4	4 m² 127 m² 110 m²
Tercera	Distribuidor Tendedero Vivienda 5 Vivienda 6	4 m² 35 m² 73 m² 68 m²

Tabla B.1. Distribución de uso y dimensiones del edificio.

Datos del terreno	Vivienda 4	Vivienda 5
• Temperatura del terreno 30 °C • Resistividad del terreno 1,20 km/W • Naturaleza del terreno: caliza blanda (200 Ωm)	Acceso Vestíbulo (5 m²) Salón (24 m²) Dormitorio 1 (18 m²) Dormitorio 2 (12 m²) Dormitorio 3 (18 m²) Cocina (23 m²) Baño (10 m²)	Acceso Vestíbulo (3 m²) Salón (23 m²) Dormitorio 1 (15 m²) Dormitorio 2 (15 m²) Cocina (12 m²) Baño (5 m²) Se prevé aire acondicionado
	Vivienda 1 = Vivienda 2 = Vivienda 3: se prevén con aire acondicionado.	

Tabla B.2. Datos del terreno y distribución de dimensiones en las viviendas.

2. Datos generales de la instalación

- Los contadores se encuentran centralizados en un lugar.
- Toda la instalación, excepto la acometida, utilizará cables de cobre multiconductores en el interior de tubos empotrados en obra.
- La acometida será subterránea con conductores de aluminio, unipolares con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC. Profundidad 0,80 m y longitud de 9 m. Intensidad de cortocircuito de 10 kA y tiempo de actuación de las protecciones de 0,3 s.
- Línea general de alimentación: 11 m, aislamiento de polietileno reticulado.
- Derivaciones individuales: distintas longitudes dependiendo de la agrupación de cargas. En este caso:

Derivación individual	*L* (m)	Derivación individual	*L* (m)	Derivación individual	*L* (m)	Derivación individual	*L* (m)
Vivienda 1	8	**Vivienda 3**	12	**Vivienda 5**	16	**Garajes**	12
Vivienda 2	8	**Vivienda 4**	12	**Vivienda 6**	16	**Local comercial**	6
						Usos generales	6

Tabla B.3. Líneas generales de alimentación y derivaciones.

- Instalaciones de interior: longitudes menores de las permitidas para las secciones mínimas según REBT en viviendas. Instalaciones de uso general, distancias: 10,15 y 30 m para máquinas, alumbrado, alumbrado emergencias, y 15 m para garajes. No sabemos la utilización que se le dará al local comercial, al quedar únicamente dentro de este proyecto el dimensionamiento de su derivación individual hasta el cuadro secundario del local comercial.

Solución

Resumen de ITC necesarias:

ITC-BT	Uso
25	Previsión de demanda por circuito según los puntos mínimos de utilización por estancia de la vivienda. Tablas utilizadas: 25.1 y 25.2 y protecciones
10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión. Tablas utilizadas: 10.1
44	Condiciones de instalación de los receptores de alumbrado
28	Iluminación general y de emergencia
47	Dimensionado de la potencia de un solo motor
12	Instalaciones de enlace. Esquema
11	Acometidas. Caídas de tensión
14	Línea general de alimentación. Caídas de tensión
15	Derivaciones individuales. Caídas de tensión
19	Instalaciones de interiores. Caídas de tensión
07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión
21	Tubos y canales protectores
13	Caja general de protección
16	Interruptor general de maniobra
22	Protección contra sobreintensidades. Instalaciones de interior o receptoras
17	Interruptor de control de potencia
24	Protección contra contactos directos e indirectos
18	Instalaciones de puesta a tierra
26	Instalaciones de interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación

Tabla B.4. ITC aplicadas en el proyecto.

3. Previsión de cargas

Para poder dimensionar las instalaciones eléctricas debemos realizar una previsión del consumo eléctrico del edificio.

3.1 Previsión de carga de las viviendas

El edificio dispone de seis viviendas. Calcularemos la demanda pormenorizada de las dos viviendas detalladas por estancias, e indicaremos directamente la previsión de las restantes viviendas al no saber su distribución.

El REBT en la **ITC-BT-25** indica los circuitos mínimos que debe tener una vivienda en función de los receptores previstos. En nuestro caso:

C_1: para puntos de luz; C_2: para tomas de corriente de uso general y frigoríficos; C_3: vitrocerámica y horno; C_4: lavadora, lavavajillas y termo; C_5: tomas de corriente en baños y cocina; C_9: aire acondicionado.

Aparte de los circuitos indicados, se disponen de circuitos duplicados para repartir los receptores cuando su número excede el máximo permitido para la sección mínima del conductor según la **ITC-BT-25.** En este ejemplo no será necesario utilizarlos.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados						
Estancia	**C_1**	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**	**C_9**
Vivienda 4 totales	15	16	1	3	4	
Acceso	1/1					
Vestíbulo	1/1	1/1				
Salón	2/3	4/4				
Dormitorio 1	2/2	3/3				
Dormitorio 2	2/2	2/3				
Dormitorio 3	2/2	3/3				
Cocina	2/2	2/2	1/1	3/3	3/3	
Baño	2/2				1/1	
Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados						
Estancia	**C_1**	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**	**C_9**
Vivienda 5 totales	12	13	1	3	4	4
Acceso	1/1					
Vestíbulo	1/1	1/1				
Salón	2/3	4/4				2/2
Dormitorio 1	2/2	3/3				1/1
Dormitorio 2	2/2	3/3				1/1
Cocina	2/2	2/2	1/1	3/3	3/3	
Baño	1/1				1/1	

Tabla B.5. Receptores mínimos (**ITC-BT-25,** tabla 25.2) y receptores seleccionados para la instalación bajo el criterio de la experiencia. Dicho criterio se basa en la solicitud habitual de los clientes de requerir en determinadas ubicaciones de las casas más puntos de luz o tomas de las mínimas recomendadas por el REBT.

Una vez determinado el número de receptores podemos calcular la potencia demanda por cada circuito aplicando las expresiones: $I = nI_aF_sF_u \rightarrow P = nP_aF_sF_u$

La segunda expresión se deduce de la primera, ya que $P = UI\cos\varphi$. La tensión U es 230 V para todos los receptores, y el cosφ se considera la unidad en el caso de instalaciones en el interior de viviendas, siguiendo el procedimiento en el que se basa el REBT para el cálculo de los datos de las tablas de la instrucción técnica correspondiente (**ITC-BT-25**).

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi}$$

Siendo:

n el número de receptores.

I_a la intensidad prevista por receptor (A).

F_s el factor de simultaneidad.

F_u el factor de utilización.

U la tensión alimentación receptor (V).

P_a la potencia prevista por toma (W).

I la intensidad de corriente prevista en cada circuito (A).

P la potencia prevista en cada circuito (W).

cosφ el factor de potencia del circuito.

C_x	n	P_a (W)	F_s	F_u	P (W)	U (V)	cosφ	I (A)
Vivienda 4								
C_1	15	200	0,75	0,5	1 125	230	1	4,89
C_2	16	3 450	0,2	0,25	2 760	230	1	12
C_3	1	5 400	0,5	0,75	2 025	230	1	8,80
C_4	3	3 450	0,66	0,75	5 123,25	230	1	7,42*
C_5	4	3 450	0,4	0,5	2 760	230	1	12
Potencia prevista vivienda 4 = 13 793,25W * Según la nota (8) de la tabla 25.1 (**ITC-BT-25**) se pueden alimentar en circuitos independientes protegidos por interruptores automáticos de 16A<7,42 A.								
Vivienda 5								
C_1	12	200	0,75	0,5	900	230	1	3,91
C_2	13	3 450	0,2	0,25	2 242,5	230	1	9,75
C_3	1	5 400	0,5	0,75	2 025	230	1	8,80
C_4	3	3 450	0,66	0,75	5 123,25	230	1	7,42*
C_5	4	3 450	0,4	0,5	2 760	230	1	12
C_9	4	-	-	-	1 300<5 750**	230	1	5,65
Potencia prevista vivienda 5 = 14 350,75W ** Según la nota (2) de la tabla 25.1 (**ITC-BT-25**) la potencia máxima por circuito C_9 será de 5 750 W. Seleccionamos un MULTI *SPLIT* 4×1 (de cuatro unidades interiores y una exterior) cuyo consumo nominal sea aproximadamente 1 300 W.								

Tabla B.6. Potencias previstas en las viviendas 4 y 5.

Al no disponer de la distribución del resto de viviendas, debemos atribuir una potencia según las consideraciones de la **ITC-BT-10.** La previsión de potencia en viviendas con grado de electrificación básica no será inferior a 5 750 W. En el caso de grado de electrificación elevada no será inferior a 9 200 W. En la **ITC-BT-25** se indica qué circuitos requiere una vivienda de electrificación elevada; siendo uno de ellos el circuito destinado a la instalación de aire acondicionado.

Por tanto, todas las viviendas del edificio, excepto la vivienda 6, son de electrificación elevada.

Solo queda calcular la demanda conjunta de todas las viviendas aplicando el coeficiente de simultaneidad de la tabla 10.1, **ITC-BT-10.** Teniendo en cuenta la potencia por vivienda, será la máxima permitida por el Interruptor General Magnetotérmico en cada caso.

$$P_{\text{total viviendas}} = \frac{\text{coeficiente simultaneidad} \cdot \sum \text{potencias}}{\text{número de viviendas}} =$$

$$= \frac{5{,}4 \cdot (14\,490 + 14\,490 + 5\,750 + 9\,200 \cdot 3)}{6} = 56\,097\text{W} \approx 56{,}1\text{kW}$$

3.2 Previsión de carga de los garajes

Según la **ITC-BT-10** punto 3.4, se calcula considerando un mínimo de 10 W/m² y planta para garajes de ventilación natural, y es este nuestro caso al encontrase por encima del nivel del suelo, con un mínimo de 3 450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

P_{garajes} = coeficiente de simultaneidad • 10 • m² de superficie destinada

$P_{\text{garajes}} = 1 \cdot 10 \cdot 45 = 450 < 3\,450\,\text{W} \rightarrow P_{\text{garajes}} = 3\,450\,\text{W}$

3.3 Previsión de carga del local comercial

Según la **ITC-BT-10,** punto 3.3, se calcula considerando un mínimo de 100 W/m² con un mínimo de 3 450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

P_{local} = coeficiente de simultaneidad • 100 • m² de superficie destinada

$P_{\text{local}} = 1 \cdot 100 \cdot 130 = 13\,000\,\text{W} > 3\,450\,\text{W} \rightarrow P_{\text{local}} = 13\,000\,\text{W}$

3.4 Previsión de carga de usos generales

En este punto entran todos los servicios comentados. En nuestro caso: ascensor, alumbrado de portal, escalera y usos comunes (trasteros y tendedero).

3.4.1 *Ascensor*

Para un edificio de dimensiones reducidas es más que suficiente uno de capacidad máxima 400 kg. El Ministerio de Fomento ofrece unas tablas de previsión de carga para ascensores NTE ITA, la cual indica que para un ascensor de nuestras condiciones el consumo del motor es 4 500 W y además hay que utilizar un factor multiplicativo del 130 % según **ITC-BT-47** punto 6.

$P_{\text{ascensor}} = 4\,500 \cdot 1{,}3 = 5\,850\,\text{W}$

3.4.2 *Alumbrado de portal, escalera, usos comunes (trasteros y tendedero)*

En el caso de alumbrado de uso general, al desconocer la distribución pormenorizada del edificio, se recomienda por la guía técnica de aplicación de la **ITC-BT-10** estimar una potencia de 15 W/m² si las lámparas son incandescentes, y de 8 W/m² si son fluorescentes. Para el alumbrado de la caja de escalera, 7 W/m² para lámparas incandescentes y 4 W/m² para fluorescencia.

Además, si se utilizan lámparas fluorescentes se aplicará un factor multiplicativo del 180 % según la **ITC-BT-44.**

En nuestro caso la superficie de zonas comunes es de 135 m^2.

$S = 76 + 12 + (4 \cdot 3) + 35 = 135\ m^2 \rightarrow P_{alumbrado} = 1{,}8 \cdot 8 \cdot 135 = 1944\ W$

También debemos considerar en este tipo de instalaciones los sistemas de prevención de accidentes, así al igual que en locales de pública concurrencia, **ITC-BT-28** punto 3.3.1, se instalará alumbrado de emergencia en toda la escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas.

Consideraremos la instalación de 15 puntos para alumbrado de emergencia, próximos a escaleras, accesos de uso general, salidas del edificio, garaje y cuadros eléctricos. Se utilizarán lámparas compactas autónomas de fluorescencia de duración mínima de una hora, según norma **UNE-EN-60 598.**

$P_{emergencia} = 15 \cdot 11{,}5 = 172{,}5\ W$

$P_{total\ demanda} = 56\,097 + 3\,450 + 13\,000 + 5\,850 + 1\,944 + 172{,}5 = 80\,515\ W$

4. Determinación de las secciones de los conductores, diámetro de los tubos y elementos de protección

Para poder determinar las secciones de toda instalación necesitamos saber las distintas partes que la componen y cumplir las restricciones que el REBT impone de obligado cumplimiento.

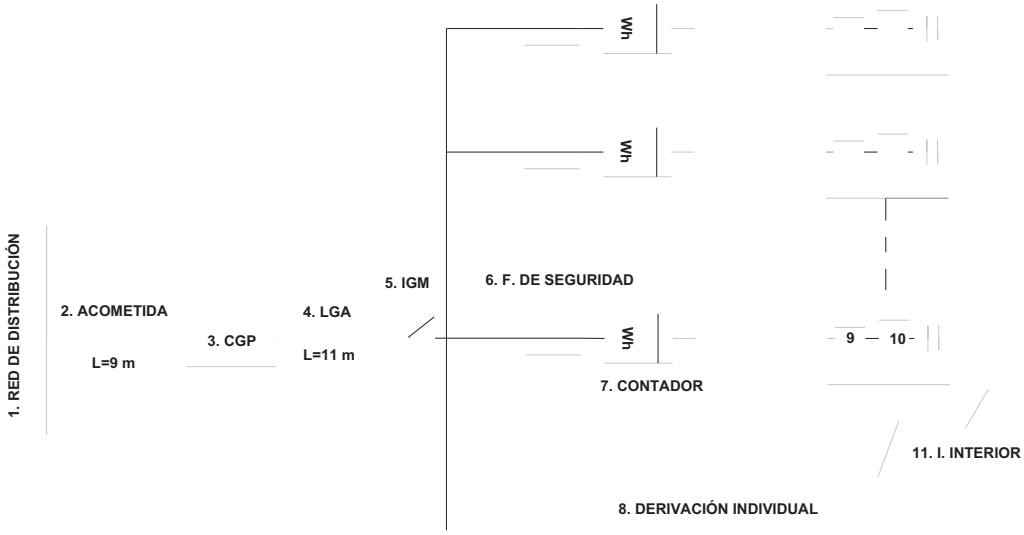


Figura B.1. Esquema del tipo de instalación utilizada. (**ITC-BT-12** punto 2.2.2).

1. Red de distribución.
2. Acometida. Alimenta a la caja general de protección desde la red de distribución.
3. Caja general de protección.
4. Línea general de alimentación. Une la caja general de protección con la centralización de contadores.
5. Interruptor general de maniobra.
6. Fusible de seguridad
7. Contador.
8. Derivación individual. Suministra energía al usuario partiendo de la LGA.
9. Caja para ICP. Interruptor de control de potencia.
10. Dispositivos generales de mando y protección.
11. Instalación de interior.

Para calcular la sección de los conductores se utilizarán distintos métodos tomándose siempre el valor más restrictivo.

El REBT nos indica las caídas de tensión permitidas para este tipo de instalación con contadores totalmente concentrados en un mismo punto, como se puede ver en la figura B.2.

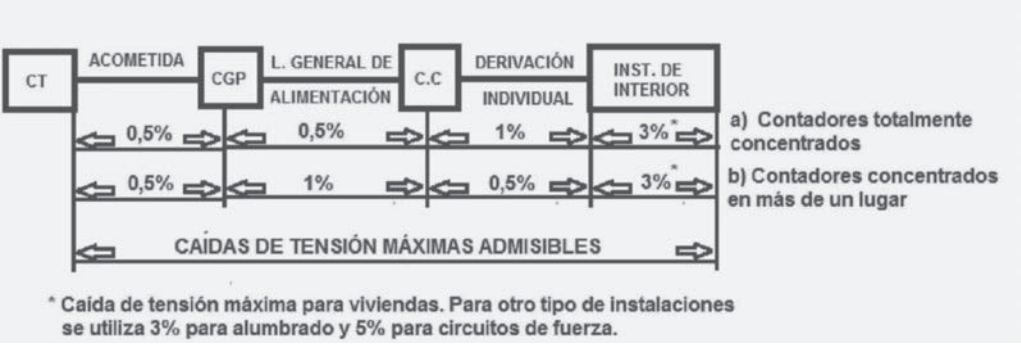


Figura B.2. Esquema de las caídas de tensiones máximas admisibles en instalaciones de enlace: ***a)*** con concentración de contadores en el mismo punto; ***b)*** Concentración en más de un lugar.

4.1 Acometida

La acometida será subterránea con conductores de aluminio, unipolares con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC de tensión asignada 0,6/1 kV, y se escoge según la tabla 7.4 de la **ITC-BT-07.**

En la **ITC-BT-11** se explica que para el cálculo de la sección se tendrá en cuenta:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la **ITC-BT-10.**
- Tensión de suministro.
- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor.
- La caída de tensión máxima admisible.

La caída de tensión según la **ITC-BT-11** será la impuesta por la compañía distribuidora. La caja general de protección, CGP, tiene que estar dentro de los límites establecidos de caída de tensión, ±7 %. Es decir, la caída de tensión en la línea general de alimentación, 0,5 %, más la caída de tensión de la derivación individual, 1 %, más la caída máxima en instalaciones de interior, 5 %, da un total de 6,5 %, lo que implica que la caída de tensión de la acometida impuesta por la compañía suministradora no excede en más de 0,5 % el límite máximo del 7 %, como se indica en la figura B.2.

La temperatura máxima en servicio permanente para aislamiento de XLPE es de 90 °C según la tabla 7.2 de la **ITC-BT-07.**

Datos del terreno:

- Temperatura del terreno, 30 °C; profundidad de la instalación, 0,80 m; resistividad del terreno, 1,20 km/W; terna de cables unipolares en contacto mutuo.
- Factor de corrección para la temperatura del terreno: 0,96 (Tabla 7.6 **ITC-BT-7**).
- Factor de corrección para profundidad de la instalación: 0,90 (Tabla 7.9 **ITC-BT-7**).
- Factor de corrección para resistividad del terreno: 0,93 (Tabla 7.7 **ITC-BT-07**).
- Factor de corrección para una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo: 0,8 (Punto 3.1.3 de la **ITC-BT-07**).

4.1.1 *Cálculo de la sección del conductor por intensidad máxima admisible y caída de tensión*

Tomaremos las ecuaciones siguientes:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi};\ \Delta V(\%) = \frac{PL}{\sigma S U^2}\cdot 100$$

Siendo:

I la intensidad prevista en la instalación (A).

U la tensión alimentación (V).

L la longitud de la línea (m).

$\cos\varphi$ el factor de potencia del circuito.

P la potencia prevista en la instalación (W).

S la sección de la línea (mm^2).

σ la conductividad en ($\Omega^{-1}\frac{m}{mm^2}$).

***Nota:** Para el conjunto de toda la instalación consideramos un factor de potencia de 0,85, ya que el edificio consta de local comercial e instalaciones de uso general donde los receptores no son resistivos puros.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{80\,513,5}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 0,85} = 136,72\text{A}$$

Según la tabla 7.4 de la **ITC-BT-07** para una $I < I_{max}$ le corresponde una sección de 35 mm². Falta comprobar que la sección es válida considerando los factores de corrección:

$I < I_{max}$ • Factores de corrección ➔ 136,72 < 150 • 0,96 • 0,90 • 0,8 ➔ NO

Tenemos que aumentar la sección hasta que se cumpla la relación:

$I < I_{max}$ • Factores de corrección ➔ 136,72 < 220 • 0,96 • 0,90 • 0,8 ➔ SÍ

La sección de los conductores activos será de 70 mm².
El conductor neutro será como mínimo de 35 mm² (según tabla 7.1 de **ITC-BT-7**)

Comprobamos que su caída de tensión es menor del 0,5 %, para lo que necesitamos saber la conductividad del aluminio a 90 °C. Sabiendo que la resistividad del aluminio a 20 °C es de 0,0286 Ωmm²/m y que el coeficiente de temperatura del aluminio a 20 °C es $\alpha = 0,0044$, calculamos la conductividad como la inversa de la resistividad:

$$\rho_{90} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,0286\cdot(1 + 0,0044\cdot(90 - 20)) = 0,0374\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\sigma_{90} = 26,67\Omega^{-1}\frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{PL}{\sigma SU^2}\cdot 100 = \frac{80\,513,5\cdot 9\cdot 100}{26,67\cdot 70\cdot 400^2} = 0,2425\% \text{ ➔ Sección correcta}$$

4.1.2 *Comprobación de la sección de los conductores frente a cortocircuitos*

Para poder realizar esta comprobación necesitamos que la compañía suministradora nos proporcione los siguientes datos:

- Intensidad de cortocircuito de 10 kA.
- Tiempo de actuación de las protecciones de 0,3 s.

La intensidad de corriente que soportan los conductores de sección 70 mm² durante un cortocircuito de 0,3 s de duración es, según la tabla 7.16 de la **ITC-BT-07:**

$I_{cc} = 170 \cdot 70 = 11\,900$ A > I_{cc} permitida por la compañía ➔ Sección correcta

Especificación de los conductores: RV 0,6/1kV 3×1×70 Al + 1×35 Al

4.1.2.1 Diámetro del tubo

En las canalizaciones enterradas cumplirán las características mínimas para instalaciones ordinarias, según la **ITC-BT-21** tabla 21.8. Y cumplirán lo establecido por la norma **UNE-EN 50086-2-4.** El diámetro del tubo se calcula mediante la tabla 21.9 de la **ITC-BT-21.** Para una sección de 70 mm² y menos de 6 conductores el diámetro exterior es de 125 mm.

Diámetro del tubo = 125 mm

4.2 Caja general de protección

Según la **ITC-BT-13,** las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora.

Este documento tiene como finalidad aplicar las especificaciones incorporadas en el REBT y no las recogidas por la empresa suministradora, pero a modo de ejemplo, de forma excepcional, indicaremos cómo se calculará siguiendo las especificaciones de la compañía Endesa.

Es necesario saber la intensidad total prevista para toda la instalación ($I = 136{,}72$ A) y acudir a la norma técnica particular para acometidas e instalaciones de enlace de la compañía (NTO-IEBT punto 9.3 tabla 6).

Para una corriente máxima prevista de 160A le corresponde la siguiente CGP para acometida subterránea: **CGP-9-160**

4.3 Línea general de alimentación

Utilizará cables de cobre y se realizará por cables multiconductores en el interior de tubos empotrados en obra. La longitud del cable será de 11 m y aislante polietileno reticulado XLPE.

Tensión asignada, 0,6/1 kV, será lo más corta posible y seguirá lo establecido en la **ITC-BT-14.** Caída de tensión máxima admisible, 0,5 %.

4.3.1 *Cálculo de la sección del conductor por intensidad máxima admisible y caída de tensión*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi};\ \Delta V(\%) = \frac{PL}{\sigma S U^2} \cdot 100$$

Siendo:

I la intensidad prevista en la instalación (A).

U la tensión alimentación (V).

L la longitud de la línea (m).

$\cos\varphi$ el factor de potencia del circuito.

P la potencia prevista en la instalación (W).

S la sección de la línea (mm^2).

σ la conductividad en $\left(\Omega^{-1}\frac{m}{mm^2}\right)$.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{80\,513{,}5}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 0{,}85} = 136{,}72\text{A}$$

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la norma **UNE 20460-5-523** con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje. En el caso de nuestra instalación, no coincide con la intensidad máxima admisible indicada en la tabla19.1 de la **ITC-BT-19** (**nota:** debe consultarse dicha norma UNE, al ser más actualizada que la tabla de la ITC, ya que pueden variar valores de intensidades máximas admisibles).

Para nuestro caso, cables multiconductores en tubos empotrados en obra para 3 • XLPE, la sección será 70 mm^2. Según tabla **UNE 20460-523** instalación tipo **B2,** columna **7,** $I_{max} = $ **185A.**

Nos queda comprobar que su caída de tensión es inferior al 0,5 %; para ello necesitamos saber la conductividad del cobre a 90 °C. Sabiendo que la resistividad del cobre a 20 °C es de 0,018 $\Omega mm^2/m$ y que el coeficiente de temperatura del cobre a 20 °C es $\alpha = 0{,}0039$, la resistividad es:

$$\rho_{90} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0{,}018 \cdot (1 + 0{,}0039 \cdot (90 - 20)) = 0{,}0229\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Así, la conductividad es:

$$\sigma_{90} = 43{,}59\Omega^{-1}\frac{m}{mm^2}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{PL}{\sigma SU^2} \cdot 100 = \frac{80\,513{,}5 \cdot 11 \cdot 100}{43{,}59 \cdot 70 \cdot 400^2} = 0{,}18\% \rightarrow \text{Sección correcta}$$

4.3.2 *Diámetro del tubo y sección del neutro*

Según **ITC-BT-14** punto 2, cuando se instalen cables en el interior de tubos, su diámetro en función a la sección del cable a instalar será el indicado en la tabla 14.1 de dicha ITC.

Para un conductor de fase de 70 mm^2 corresponde una sección de neutro, y de conductor de protección de 35 mm^2 y un diámetro del tubo de 140 mm.

Cable: RZ1-K (AS) $3 \times 1 \times 70 + 1 \times 35 + 1 \times 35 + 1 \times 35$

4.4 Interruptor general de maniobra

Según la **ITC-BT-16,** los contadores en forma concentrada con un número inferior a 16 se podrán instalar en local o armario, cumpliéndose todas las indicaciones para tal caso descritas.

La unidad funcional de interruptor general de maniobra dejará sin servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. El interruptor será como mínimo de 160 A para previsiones de carga de hasta 90 kW, y de 250 A para superiores a esta, hasta 150 kW.

En nuestro caso la potencia demanda es de:

$P_{\text{total demanda}} = 80\,513{,}5\ W < 90\,000\ W \rightarrow$ Interruptor de 160 A

Será de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos.

El cálculo de los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros se hará en el apartado de las derivaciones individuales. Dichos fusibles estarán ubicados delante de los contadores.

4.5 Derivaciones individuales

El edificio dispone de seis viviendas, un local comercial, una derivación individual destinada a usos generales y los garajes. Un total de nueve derivaciones individuales. Utilizarán cables multiconductores de cobre en el interior de tubos empotrados en obra. Aislante PVC y con emisión de humos y opacidad reducida*.

Para el tipo de instalación, contadores totalmente centralizados, la caída de tensión máxima admisible es del 1 %. Se aplicarán todas las consideraciones indicadas en la **ITB-BT-15,** siendo una de esas consideraciones que los conductores serán aislados, unipolares y su tensión asignada de 450/750 V. Para efectos de intensidades admisibles por sección se tendrá en cuenta lo que se indica en la **ITC-BT-19** (recordar que la norma **UNE 20 460-5-523** actualiza algunos valores de intensidad máxima admisible, por tanto debe ser consultada).

Las líneas de derivaciones individuales son todas monofásicas y se aplican a ellas las siguientes expresiones:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} \; I = \frac{P}{U cos\varphi}$$

Donde:

I es la intensidad prevista en la instalación (A).

U es la tensión alimentación (V).

L es la longitud de la línea (m).

cosφ es el factor de potencia del circuito.

P es la potencia prevista en la instalación (W).

S es la sección de la línea (mm^2).

ρ es la resistividad ($\Omega \frac{mm^2}{m}$).

δ es la máxima caída de tensión permitida (V).

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha \Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215 \Omega \frac{mm^2}{m}$$

Derivaciones individuales	ρ_{70}	*P*	*L*	*V*	δ	cosφ	*I*	$S_{obtenida}$		$S_{asignada}$
Vivienda 1	0,0215	9200	8	230	2,3	1	40	10*	5,98	10
Vivienda 2	0,0215	9200	8	230	2,3	1	40	10*	5,98	10
Vivienda 3	0,0215	9200	12	230	2,3	1	40	10*	8,97	10
Vivienda 4	0,0215	14490	12	230	2,3	1	63	25	14,13	25
Vivienda 5	0,0215	14490	16	230	2,3	1	63	25	18,84	25
Vivienda 6	0,0215	5750	16	230	2,3	1	25	6	7,47	10
Local comercial	0,0215	13000	6	230	2,3	0,85	66,49	25	6,34	25
Usos generales	0,0215	7966,5	6	230	2,3	0,85	40,74	10**	3,88	10
Garajes	0,0215	3450	12	230	2,3	0,85	17,64	4	3,36	6

Tabla B.7.

* Según la tabla de la norma **UNE 20460-5-523** de intensidades admisibles para una instalación B2 (cables multiconductores en el interior de tubos empotrados) para PVC2, una intensidad de 40A < 44A es admisible con una sección de 10 mm^2.

****Nota:** En sección obtenida ($S_{obtenida}$), en la columna de la izquierda se indica el valor por intensidad máxima admisible, y en la columna de la derecha por caída de tensión. La sección asignada ($S_{asignada}$) será la más desfavorable, la mayor, teniendo en cuenta que la sección mínima para este tipo de instalaciones, según **ITC-BT-15** punto 3, será de 6 mm^2 para los cables polares, neutro y protección, y de 1,5 mm^2 para el hilo de mando, que será rojo.

La sección del conductor neutro será igual que la sección del conductor de fase.

La sección del conductor de protección será igual al conductor de fase si es menor de 16 mm^2. Será de 16 mm^2 cuando la sección de los conductores de fase esté comprendida entre 16 y 35 mm^2. Y para mayor sección de los conductores de fase la sección del conductor de protección será la mitad (según tabla 19.2 de la **ITC-BT-19**).

Se utilizarán cables no propagadores de incendio y con emisiones de humos y opacidad reducida. En nuestro caso seleccionamos cables del tipo **RZ1-K(AS):** multiconductor flexible de tensión asignada 0,6/1kV, aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1)*.

***Nota:** A efectos prácticos se calcula igual que si fuera aislamiento de PVC, tanto para la temperatura máxima de trabajo como para la utilización de tablas del REBT.

4.5.1 *Tubos*

Cumplirán lo indicado en la **ITC-BT-21.** Los tubos empotrados serán flexibles o curvables y sus características mínimas se establecen en la tabla 21.3 de la **ITC-BT-21.** Además, cumplirán lo establecido en las normas **UNE-EN 50 086-2-2** y **UNE-EN 50 086-2-3** respectivamente.

Sus diámetros se asignan según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** siendo el diámetro mínimo 32 mm.

Derivaciones individuales	*S*	Diámetro tubo (mm)	Derivaciones individuales	S	Diámetro tubo (mm)
Vivienda 1	10	32	Vivienda 5	25	50
Vivienda 2	10	32	Vivienda 6	10	32
Vivienda 3	10	32	Local comercial	25	50
Vivienda 4	25	50	Usos generales	10	32
			Garajes	6	32

Tabla B.8. Diámetros de tubo de las derivaciones individuales.

4.6 Cálculo de los fusibles de seguridad frente a sobrecargas y cortocircuitos

4.6.1 *Protección contra sobrecargas*

En la **ITC-BT-22** se detalla la protección contra sobreintensidades en las instalaciones de baja tensión. Se elegirá como protección de las derivaciones individuales un fusible de tipo gG, es decir, un cartucho fusible de uso general limitador de corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada, I_n, hasta su poder de corte asignado. Sirven para sobrecargas y cortocircuitos. En la norma **UNE-60 269** se indica que un fusible con curva de fusión tipo gG cumple:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1{,}45 I_z$$

Siendo:

I_b la intensidad del circuito según la previsión de cargas.

I_n la intensidad nominal del circuito de protección (el calibre asignado).

I_2 la intensidad de disparo en tiempo convencional (1 o 2 h) para fusibles; I_f es la intensidad de funcionamiento del fusible; I_{f5s} es la intensidad de funcionamiento del fusible en 5 s.

I_z la intensidad máxima admisible del conductor.

En fusibles se cumple que $I_2 = I_f$ y en este caso $I_f = 1{,}60\ I_n$

Por tanto:

$$I_b \leq I_n \leq 0{,}9\ I_z$$

Derivaciones individuales	I_b	I_n (asignado)	$0{,}9/_z$
Vivienda 1	40	No cumple	0,9 • 44 = 39,6
Vivienda 2	40	No cumple	0,9 • 44 = 39,6
Vivienda 3	40	No cumple	0,9 • 44 = 39,6
Vivienda 4	63	63A	0,9 • 77 = 69,3
Vivienda 5	63	63A	0,9 • 77 = 69,3
Vivienda 6	25	32A	0,9 • 44 = 39,6
Local comercial	66,49	No cumple	0,9 • 77 = 69,3
Usos generales	40,74	No cumple	0,9 • 0,44 = 39,6
Garajes	17,64	20 A	0,9 • 32 = 28,8

Tabla B.9. Intensidades nominales de las derivaciones individuales.

En el caso en que no cumple debemos aumentar la sección para dicha derivación individual; así:

Derivaciones individuales	S	Diámetro tubo (mm)
Vivienda 1	16	40
Vivienda 2	16	40
Vivienda 3	16	40
Local comercial	50	63
Usos generales	16	40

Tabla B.10. Aumento de sección para derivaciones individuales.

Derivaciones individuales	I_b	I_n (asignado)	$0{,}9/_z$
Vivienda 1	40	50A	0,9 • 59 = 53
Vivienda 2	40	50A	0,9 • 59 = 53
Vivienda 3	40	50A	0,9 • 59 = 53
Local comercial	66,49	100A	0,9 • 117 = 105,3
Usos generales	40,74	50A	0,9 • 59 = 53

Tabla B.11. Intensidades nominales asignadas a las derivaciones individuales.

4.6.2 *Protección contra cortocircuitos*

Hay que calcular las corrientes máximas y mínimas de cortocircuito de la instalación. La corriente máxima de cortocircuito es la que ha proporcionado la compañía al principio de la instalación:

$$I_{ccmx} = 10\ kA$$

Se ha de elegir un fusible con un poder de corte superior a 10 kA. Según la norma **UNE-HD 60269-3-1:2005,** el poder de corte mínimo con el que debe fabricarse un fusible de baja tensión es de 50 kA, por lo que cualquier fusible valdría en este caso particular.

Por otro lado, la intensidad de fusión del fusible en 5 s, I_f, debe ser soportada por el conductor. Y la intensidad de fusión en 5 s debe ser menor que la intensidad de cortocircuito mínima:

$$I_{f\,5\,s} < I_{s\,5\,s}$$

$$I_{f\,5\,s} < I_{ccmin}$$

$$I_s = \frac{KS}{\sqrt{t}}\, I_{ccmin} = \frac{0,8 : U_{FASE}}{\mathrm{R}R_L}$$

Donde:

S es la sección del conductor en mm^2.

K es el coeficiente que depende del tipo de aislamiento del cable y de la sección según la norma **UNE 20 460-4-43.**

t es el tiempo de duración del cortocircuito en segundos (s).

I_s es la intensidad de cortocircuito efectiva.

U_{FASE} es la tensión entre un conductor activo y neutro.

R_L es la resistencia desde el punto donde se produce el cortocircuito hasta la CGP a 20 °C

I_{ccmin} es la intensidad mínima de cortocircuito para el caso de encontrarse el centro de transformación fuera del edificio.

$K = 115$, según la norma **UNE 20 460-4-43.** Eligiendo $t = 5$s, en fusibles se cumple $I_{f5s} = 320$ A

- La primera condición obliga, entonces, a estos valores:

Derivaciones individuales	I_{f5s}	I_{s5s}
Vivienda 1	320	822,9
Vivienda 2	320	822,9
Vivienda 3	320	822,9
Vivienda 4	320	1 285,74
Vivienda 5	320	1 285,74
Vivienda 6	320	514,29
Local comercial	320	2 571,47
Usos generales	320	822,9
Garajes	320	308,7

Tabla B.12. Derivaciones individuales. Requisito $I_{f5s} < I_{s5s}$

La condición $I_{f5s} < I_{s5s}$ se cumple en todos los casos.

- La segunda condición:

Veamos un ejemplo de cálculo de R_L para la derivación individual de la vivienda:

$$R_L = R_{LGA} + R_{DI} = \mathrm{t}\frac{L_{LGA}}{S_{LGA}} + \mathrm{t}\frac{L_{DI}}{S_{DI}} = 0,018 : \frac{11}{50} + 0,018 : \frac{8}{16} = 0,0129\mathrm{x}$$

Derivaciones individuales	$0{,}8V_{FASE}$	ΣR_L	I_{ccmin}	$I_{F\,5s}$
Vivienda 1	184	0,0129	14263,5	320
Vivienda 2	184	0,0129	14263,5	320
Vivienda 3	184	0,0174	10574,7	320
Vivienda 4	184	0,0126	11682,539	320
Vivienda 5	184	0,0154	9558,441	320
Vivienda 6	184	0,0219	8401,82	320
Local comercial	184	0,0061	30163,93	320
Usos generales	184	0,0107	17196,26	320
Garajes	184	0,0399	4717,94	320

Tabla B.13. Derivaciones individuales. Requisito $I_{f5s} < I_{ccmin}$

Como podemos observar se cumplen las dos condiciones sobradamente, por lo cual nuestra instalación hasta este punto está bien dimensionada.

4.7 Instalaciones de interior

En este caso debemos diferenciar las instalaciones de interior de las viviendas con las instalaciones de interior que utilicemos en usos generales y en los garajes.

4.7.1 *En las viviendas*

Siempre que la longitud de los conductores no exceda de la permitida para los cálculos de la previsión de carga de cada uno de los circuitos, utilizaremos las secciones y diámetros de los tubos indicados en la tabla 25.1 de la **ITC-BT-25.**

Para tener la certeza de que la sección seleccionada es la adecuada, calculamos las longitudes máximas que puede tener cada circuito para una vivienda de grado de electrificación básica y elevada genérica. A pesar de que en algunas viviendas tenemos calculadas las potencias previstas por circuito (viviendas 4 y 5) tenemos que considerar dar flexibilidad de adaptación de las instalaciones al usuario final, para que pueda ampliar el consumo de potencia prevista inicialmente sin realizar nuevas instalaciones, siempre y cuando no supere la máxima potencia prevista para cada circuito en el REBT.

$$S = \frac{2\cdot P L}{\delta U} \rightarrow L = \frac{S\delta U}{2\cdot P} \rightarrow L = \frac{S\delta}{2\cdot I \cos\varphi}$$

Siendo:

U la tensión alimentación (V).

S la sección mínima del circuito (mm^2).

L la longitud de la línea (m).

δ la máxima caída de tensión permitida (V).

$\cos\varphi$ el factor de potencia del circuito.

ρ la resistividad ($X\ \frac{m}{mm^2}$).

I la intensidad automático (A).

P la potencia máxima prevista por circuito (W).

Teniendo en cuenta los factores de simultaneidad y utilización para cada circuito y el número de receptores máximos.

Calculamos la resistividad del cobre a 70 ºC por la utilización de aislante termoplástico tipo PVC.

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

La máxima caída de tensión permitida es un 3 % según el punto 2.2.2 de la **ITC-BT-19.**

Ejemplo de cálculo de una de las potencias:

$$\rho_{c1} = n^o\ de\ receptores \cdot P_{prevista\ por\ receptor} \cdot F_s \cdot F_u = 30 \cdot 200 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 2\,250W$$

Circuito	ρ_{70}	P	S	V	δ	I	cosφ	$L_{obtenida}$		$L_{asignada}$
C_1	0,0215	2 250	1,5	230	6,9	10	1	24,6	24,06	24,06
C_2	0,0215	3 450	2,5	230	6,9	16	1	26,74	25,07	25,07
C_3	0,0215	4 050	6	230	6,9	25	1	54,67	38,81	38,81
C_4	0,0215	5 123,25	4	230	6,9	20	1	28,81	32,09	28,81
C_4*	0,0215	1 707,75	4	230	6,9	16	1	86,44	40,11	40,11
C_5	0,0215	4 140	2,5	230	6,9	16	1	22,28	25,07	22,28
C_8	0,0215	5 750	6	230	6,9	25	1	38,51	38,51	38,51
C_9	0,0215	5 750	6	230	6,9	25	1	38,51	38,51	38,51
C_{10}	0,0215	2 587,5	2,5	230	6,9	16	1	35,65	25,07	25,07
C_{11}	0,0215	2 300	1,5	230	6,9	10	1	24,06	24,06	24,06

Tabla B.14. (*)Circuito C_4 independiente por aparato.

***Nota:** La longitud asignada hasta el último receptor será la más restrictiva de las dos maneras calculadas. Aparecen sombreados los circuitos que pertenecen únicamente a electrificación elevada.

Sin exceder la longitud asignada, las secciones y los diámetros de los tubos serán (según tabla 25.1 de la **ITC-BT-25**).

Circuito	S (mm²)	Diámetro del tubo (mm)
C_1	1,5	16
C_2	2,5	20
C_3	6	25
C_4	4	20
C_5	2,5	20
C_8	6	25
C_9	6	25
C_{10}	2,5	20
C_{11}	1,5	16

Tabla B.15. Sección y diámetro del tubo.

Los conductores de protección y neutro serán de la misma sección.

4.7.1.1 Dispositivos generales de mando y protección en viviendas

Los elementos de protección serán los marcados por el REBT en la **ITC-BT-25** para grado de electrificación básico y elevado dependiendo de la vivienda tratada. Cada vivienda dispondrá de:

- Un ICP, interruptor de control de potencia, potestad de la compañía suministradora.
- Un interruptor general automático IGA, de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad mínima de 25A.
- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA. Un interruptor diferencial por cada cinco circuitos, repartiendo la carga equilibradamente. Tendrán, al menos, la misma intensidad asignada que el IGA.

Derivaciones individuales	$P_{prevista}$	IGA	Interruptores diferenciales	
Vivienda 1	9 200W	40A	40A	40A
Vivienda 2	9 200W	40A	40A	40A
Vivienda 3	9 200W	40A	40A	40A
Vivienda 4	14 490W	63A	63A	63A
Vivienda 5	14 490W	63A	63A	63A
Vivienda 6	5 750W	25A	25A	

Tabla B.16. Interruptores diferenciales de las derivaciones individuales.

Cada circuito estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual, con una intensidad asignada según indica la tabla B.17:

Circuito	Interruptor automático
C_1	10A
C_2	16A
C_3	25A
C_4	20A
C_4*	16A
C_5	16A
C_8	25A
C_9	25A
C_{10}	16A
C_{11}	10A

Tabla B.17. Interruptor automático de cada circuito.

4.7.2 *En usos generales*

Tendremos un cuadro general de distribución que alimenta a tres líneas:

- Sala de máquinas (C_1).
- Alumbrado general y trasteros (C_2).
- Alumbrado de emergencia (C_3).

La potencia asignada para dicho cuadro es, por tanto:

$P_{\text{usos generales}} = 5850 + 1944 + 172{,}5 = 7966{,}5\,\text{W}$

Se instalarán líneas monofásicas a la sala de máquinas, al alumbrado general y al alumbrado de emergencia. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima permisible es, para una línea monofásica con caídas de tensión para fuerza 5 % y alumbrado 3 %:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} \quad I = \frac{P}{U\cos\varphi}$$

Circuito	ρ_{70}	P	L	V	δ	I	$\cos\varphi$	S_{obtenida}		S_{asignada}
C_1	0,0215	5850	10	230	11,5	29,92	0,85	6	0,9510	10*
C_2	0,0215	1944	15	230	6,9	9,94	0,85	1,5	0,7900	1,5
C_3	0,0215	172,5	30	230	6,9	0,823	0,85	1,5	0,1402	1,5

Tabla B.18. Valores en usos generales.

Así, los diámetros de los tubos serán 25 mm para la sala de máquinas y 16 mm para los dos circuitos de alumbrado. Los conductores de protección y neutro serán de la misma sección.

4.7.2.1 Dispositivos generales de mando y protección en usos generales

4.7.2.1.1 Protección contra sobrecargas

- Un interruptor general automático IGA, de corte omnipolar con accionamiento manual.

Para el cálculo del IGA se deberá cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo:

I_b la intensidad del circuito según la previsión de cargas.

I_n la intensidad nominal del circuito de protección (el calibre asignado).

I_z la intensidad máxima admisible del conductor.

$$40{,}74\,\text{A} \leq 50\,\text{A} < 59\,\text{A}$$

El IGA será de un calibre de 50A*

***Nota:** en el mercado es más fácil encontrar de 63A que de 50A. En el caso de querer utilizar uno de 63A habría que aumentar las secciones de los conductores por tanto, no genera un ahorro visible directo. Será decisión de la empresa instaladora la medida aplicada.

- Un Interruptor diferencial que garantice la protección contra contactos indirectos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA.

  Pondremos un diferencial de 50A para la protección de ambos circuitos.

- Cada circuito estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual, con una intensidad asignada según indica la tabla B.18:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Circuito	I_b	I_n	I_z
C_1	29,92	32	44
C_2	9,94	10	13,5
C_3	0,823	10	13,5

Tabla B.19. Intensidad de protección de los circuitos de uso general.

Pondremos PIA de **32A** y **10A** respectivamente en cada circuito

*__Nota:__ los PIA de 10A son de uso más frecuente y económico; por ello, se evita instalar menores si es posible.

4.7.2.1.2 Protección contra cortocircuitos

Como el tiempo del disparo magnético es muy rápido, basta con que el poder de corte del interruptor magnetotérmico sea superior a la intensidad de cortocircuito en el punto de instalación del mismo.

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FASE}}{\Sigma R_L}$$

Donde:

U_{FASE} es la tensión entre un conductor activo y neutro.

R_L es la resistencia desde el punto donde se produce el cortocircuito hasta la CGP a 20 °C.

I_{cc} es la intensidad de cortocircuito en ese punto para el caso de encontrarse el centro de transformación fuera del edificio.

Ejemplo de cálculo de R_L para la línea de sala de máquinas.

$$R_L = R_{LGA} + R_{DI} + R_{RECEPTOR} = \rho\frac{L_{LGA}}{S_{LGA}} + \rho\frac{L_{DI}}{S_{DI}} + \rho\frac{L_{RECEPTOR}}{S_{RECEPTOR}} =$$

$$= 0,018 \cdot \frac{11}{50} + 0,018 \cdot \frac{6}{16} + 0,018 \cdot \frac{10}{10} = 0,0287\Omega$$

Circuito	$0,8V_{FASE}$	ΣR_L	I_{cc}
C_1	184	0,0287	6 411,15
C_2	184	0,1907	964,86
C_3	184	0,3707	496,35

Tabla B.20. Intensidad del cortocircuito en los circuitos de uso general.

Según la **ITC-BT-17** punto 3, el interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4 500 A como mínimo.

4.7.3 *En garajes*

Tendremos un cuadro general de distribución que alimenta a una línea destinada a los garajes, un circuito de fuerza y otro de alumbrado.

La potencia asignada para dicho cuadro es, por tanto:

$$P_{garajes} = 3\,450\,W$$

La ecuación para caídas de tensión para fuerza 5 % es:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} \quad I = \frac{P}{U\cos\varphi}$$

Circuito	ρ_{70}	P	L	V	δ	I	$\cos\varphi$	$S_{obtenida}$		$S_{asignada}$
C_{1g}	0,0215	3000	15	230	11,5	15,34	0,85	2,5	0,7315	2,5
C_{2g}	0,0215	450	15	230	6,9	2,3	0,85	1,5	0,1829	1,5

Tabla B.21. Valores en garajes.

Diámetros del tubo: 20 mm y 16 mm. El conductor de protección y neutro serán de la misma sección.

4.7.3.1 Dispositivos generales de mando y protección en garajes

4.7.3.1.1 Protección contra sobrecargas

- Un interruptor general automático IGA, de corte omnipolar con accionamiento manual que realiza también la función de PIA al ser un único circuito.

Para el cálculo del IGA se deberá cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo:

I_b la intensidad del circuito según la previsión de cargas.

I_n la intensidad nominal del circuito de protección (el calibre asignado).

I_z la intensidad máxima admisible del conductor.

$$17{,}64\,A \leq 20\,A < 24\,A$$

El IGA será de un calibre de 20A

- Un Interruptor diferencial que garantice la protección contra contactos indirectos, con una, intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA para proteger los circuitos de alumbrado por si algún propietario realiza una operación inapropiada, evitándose riesgos.

  Pondremos un diferencial de **25A** para la protección del circuito.

- Cada circuito estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual, con una intensidad asignada según indica la siguiente tabla:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Circuito	I_b	I_n	I_z
C_{1g}	15,34	16	18,5
C_{2g}	2,3	10	13,5

Tabla B.22. Intensidad de protección de los circuitos del garaje.

Pondremos PIA de **16A** y **10A** respectivamente en cada circuito

4.7.3.1.2 Protección contra cortocircuitos

Como el tiempo del disparo magnético es muy rápido, basta con que el poder de corte del interruptor magnetotérmico sea superior a la intensidad de cortocircuito en el punto de instalación del mismo.

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FASE}}{\Sigma R_L}$$

Donde:

U_{FASE} es la tensión entre un conductor activo y el neutro.

R_L es la resistencia desde el punto donde se produce el cortocircuito hasta la CGP a 20 °C.

I_{cc} es la intensidad de cortocircuito en ese punto para el caso de encontrarse el centro de transformación fuera del edificio.

Cálculo de R_L para la línea de garajes.

$$R_L = R_{LGA} + R_{DI} + R_{RECEPTOR} = \rho \frac{L_{LGA}}{S_{LGA}} + \rho \frac{L_{DI}}{S_{DI}} + \rho \frac{L_{RECEPTOR}}{S_{RECEPTOR}} =$$

$$= 0,018 \cdot \frac{11}{50} + 0,018 \cdot \frac{12}{6} + 0,018 \cdot \frac{15}{2,5} = 0,1479\Omega$$

Circuito	$0,8V_{FASE}$	ΣR_L	I_{cc}
C_{1g}	184	0,1479	1 244,08
C_{2g}	184	0,2199	836,74

Tabla B.23. Intensidad de cortocircuito en los circuitos del garaje.

Según la **ITC-BT-17** punto 3, el interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4 500A como mínimo.

4.7.4 *En local comercial*

No sabemos ni la distribución ni el número de circuitos que partirán desde los dispositivos generales de mando y protección del cuadro secundario destinado al local comercial. Por tanto, se llevará su derivación individual hasta dicho punto, y se quedarán la instalación de interior y los dispositivos de mando y protección pendientes para una futura instalación.

4.8 Puesta a tierra

Según **ITC-BT-24**, **ITC-BT-26** e **ITC-BT-25** para este tipo de instalaciones vamos a utilizar un método de conexión de neutro TT. La puesta a tierra se establece con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar el funcionamiento de las protecciones y eliminar o disminuir riesgos que supone una avería en los materiales eléctricos usados, según **ITC-BT-18.**

El parámetro más importante es la resistencia en ohmios de la puesta a tierra del edificio.

El valor de la resistencia tiene que ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

La resistencia de puesta a tierra del edificio, obtenida mediante la instalación de picas verticales enterradas, viene dada por la expresión:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

R la resistencia de puesta a tierra en Ω.

L la longitud de las picas en m.

ρ la resistividad media del terreno en Ωm.

Según el punto 9 de la **ITC-BT-18,** a un edificio en terreno con una naturaleza de caliza blanda le corresponde una resistividad de 200 Ωm (de 100 a 300 Ωm).

Utilizaremos electrodos con forma geométrica de pica vertical de Fe-Cu con diámetro normalizado de 14,6 y 2 m de longitud.

Fijando una R_{max} de puesta a tierra de 15 Ω, usual para edificios con pararrayos, obtenemos la cantidad de picas necesarias:

$$R = \frac{\rho}{L} \rightarrow L = \frac{\rho}{R} = \frac{200}{15} = 16\text{m}$$

Serían necesarias ocho picas de 2 m de longitud

Por último, debemos comprobar que en ningún caso se sobrepasa la tensión de contacto límite convencional:

$$U \geq R_a I_a$$

Donde:

R_a es la suma de resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático de protección (corriente diferencial-residual asignada).

$$U \geq R_a I_a = 15 \cdot 0{,}03 = 0{,}45\text{V}$$

Dicha tensión es mucho menor que las tensiones de contacto (24 V y 50 V), luego el dimensionado de la puesta a tierra es correcto.

El resto de elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra se realizarán según las especificaciones de la **ITC-BT-18.**

Esquemas unifilares

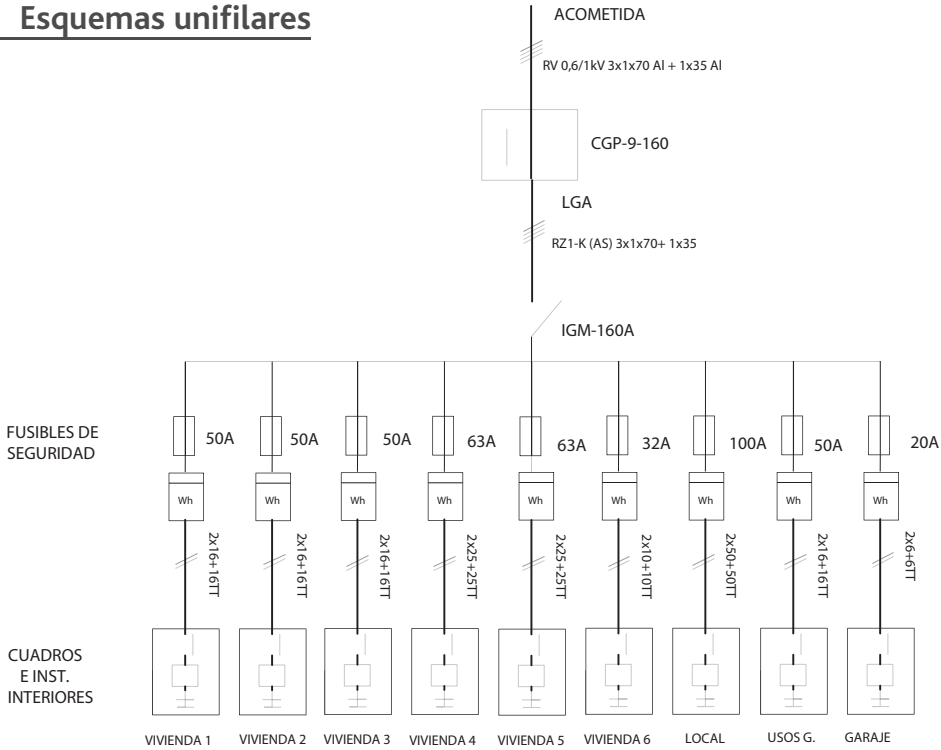


Figura B.4. Esquema unifilar de la alimentación a contadores y derivaciones individuales.

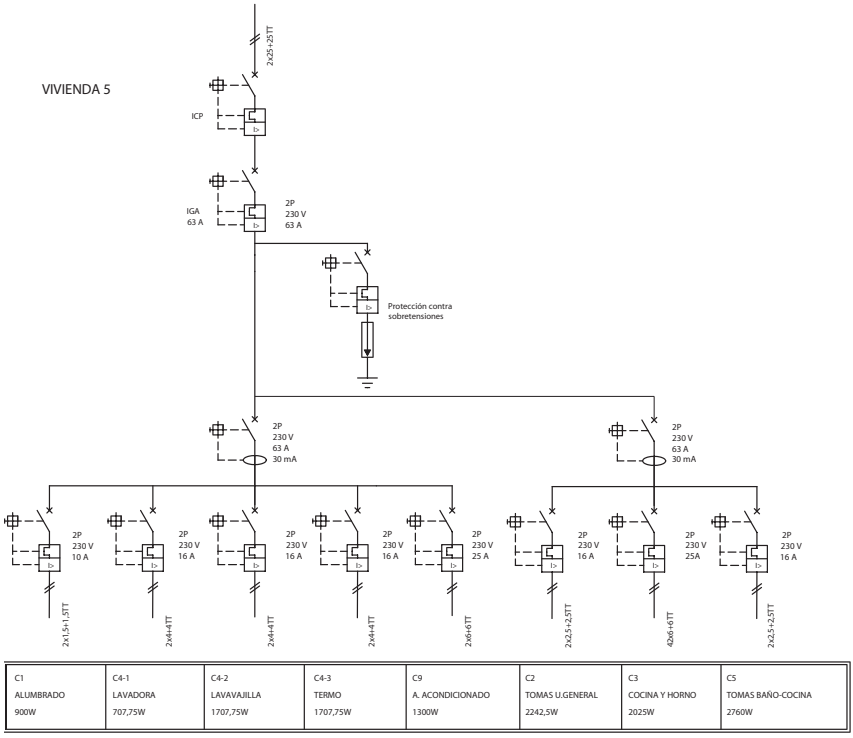
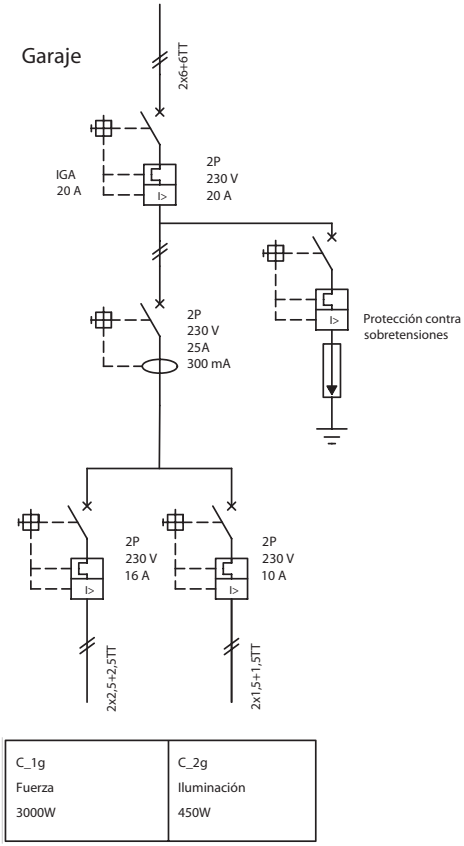
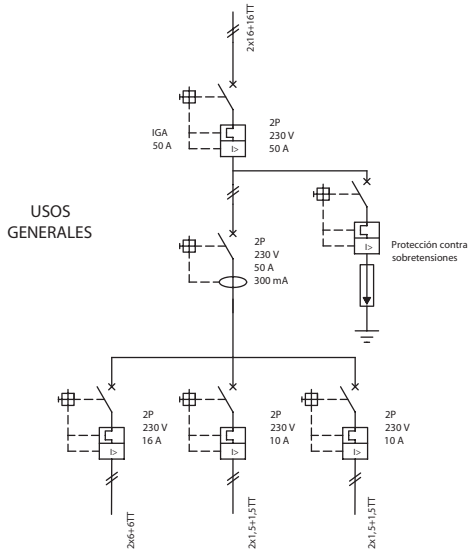


Figura B.5. Esquema unifilar de una de las viviendas dimensionadas.



C_1g	C_2g
Fuerza	Iluminación
3000W	450W

Figura B.6. Esquema unifilar del cuadro de usos generales.



C_1	C_2	C_3
FUERZA	ALUMBRADO	A. EMERGENCIA
5850W	1944W	172,5W

Figura B.7. Esquema unifilar del cuadro del cuadro del garaje.

C

Proyecto de instalación eléctrica de una vivienda unifamiliar

Índice

1. Descripción del proyecto 408

2. Datos adicionales 408

3. Previsión de cargas 409

4. Cálculo de la acometida subterránea 413
   - 4.1 Cálculo de la sección por el criterio de intensidad máxima admisible 413
   - 4.2 Cálculo de la sección por el criterio de caída de tensión 413

5. Cálculo de las secciones y protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos... 414
   - 5.1 Caja general de protección 415
   - 5.2 Línea general de alimentación 415
   - 5.3 Derivaciones individuales 415
   - 5.4 Instalaciones interiores 418
   - 5.5 Cálculo de la puesta a tierra 425

Esquemas unifilares 426

1. Descripción del proyecto

Se desea calcular la instalación eléctrica de una vivienda unifamiliar de dos alturas con jardín, piscina y garaje. Se prevé la instalación de aire acondicionado, calefacción eléctrica por acumuladores y sistema de automatización domótico. En la tabla C.1 se muestran las estancias de la vivienda y sus superficies:

Planta	Uso	Superficie
Baja	Garaje	63 m² (2 plazas, ventilación natural)
	Cuarto trastero	9 m²
	Jardín	600 m²
	Piscina	12 • 4 • 2
Primera	Acceso	4 m²
	Vestíbulo	6 m²
	Comedor	20 m²
	Salón	15 m²
	Cocina	9 m²
	Baño 1	10 m²
	Pasillo 1	9 m²
Segunda	Dormitorio 1	8 m²
	Dormitorio 2	9 m²
	Dormitorio 3	13 m²
	Sala de estar	14 m²
	Baño 2	5 m²
	Baño 3	5 m²
	Pasillo 2	5 m²
	Terraza	12 m²

Tabla C.1. Distribución de uso y dimensiones de la vivienda unifamiliar.

2. Datos adicionales

- Acometida subterránea de 20 m de longitud realizada con cables unipolares de aluminio, con aislamiento etileno propileno (EPR) 0,6/1kV y cubierta de PVC, en tubos a 1 m de superficie. Datos de la compañía suministradora: caída de tensión máxima permitida 0,5 %. Intensidad de cortocircuito de 10 kA y tiempo de actuación de las protecciones de 0,3 s.
- Derivación individual de 35 m de longitud realizada con cable multiconductor de cobre 0,6/1 kV aislado con polietileno reticulado en el interior de tubos empotrados.

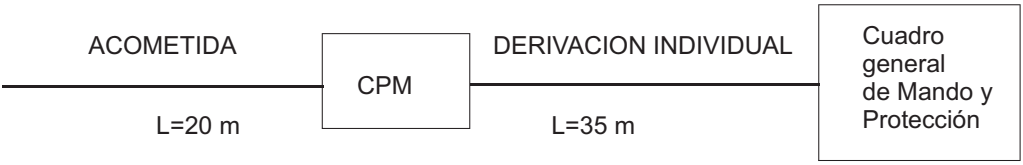


Figura C.1. Longitudes de la acometida y la derivación individual.

- Para las instalaciones interiores se usarán tubos empotrados en obra y conductores unipolares aislados con PVC. Se sabe que la distancia del cuadro eléctrico del jardín al cuadro general de protección es de unos 20 m, y en este caso se usan tubos en montaje superficial. La distancia del cuadro general de protección al resto de cuadros es inferior a 20 m. Las distancias de los receptores a los cuadros generales de protección son las que garantizan una caída de tensión inferior a la que dicta el REBT.

Solución

Resumen de ITC necesarias:

ITC-BT	Uso	ITC-BT	Uso
07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.	19	Instalaciones de interiores. Caídas de tensión.
10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión. Tablas utilizadas: 1.	21	Tubos y canales protectores.
11	Acometidas. Caídas de tensión.	22	Protección contra sobreintensidades. Instalaciones de interior o receptoras.
12	Instalaciones de enlace. Esquema.	25	Previsión de demanda por circuito según los puntos mínimos de utilización por estancia de la vivienda. Tablas utilizadas: 1 y 2, y protecciones.
13	Caja general de protección.		
15	Derivaciones individuales. Caídas de tensión.	26	Instalaciones de interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.
16	Interruptor general de maniobra.	31	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.
17	Interruptor de control de potencia.	47	Instalaciones de receptores motores.
18	Instalaciones de puesta a tierra.	51	Instalaciones de sistemas de automatización.

Tabla C.2. ITC aplicadas en el proyecto.

3. Previsión de cargas

Según la **ITC-BT-10** apartado 3, la carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de los servicios generales del edificio, de la correspondiente a los locales comerciales y de los garajes que forman parte del mismo.

Al disponer la vivienda de calefacción eléctrica y aire acondicionado hay que prever un grado de electrificación elevado con los siguientes puntos de utilización mínimos, según la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25.** Es conveniente que en viviendas de más de una altura se instale un cuadro general de mando y protección en cada planta.

Además, en el caso de que una vivienda disponga de jardín, la instalación eléctrica debe ser de un circuito independiente del resto de la vivienda.

En la **ITC-BT-25** se indican los circuitos mínimos que debe tener una vivienda en función de los receptores previstos. Según los datos del enunciado se deberán tener los siguientes circuitos:

C_1: para puntos de luz; C_2: para tomas de corriente de uso general y frigoríficos; C_3: vitrocerámica y horno; C_4: lavadora, lavavajillas y termo; C_5: tomas de corriente en baños y cocina; C_8: calefacción; C_9: aire acondicionado; C_{10}: secadora; C_{11}: circuito de automatización de la vivienda.

Además, en la piscina se ha añadido un circuito ,C_{11}, para el riego y otro, C_{12}, para la depuradora.

En las tablas siguientes, a la denominación de cada circuito se le ha añadido un segundo subíndice que indica el cuadro eléctrico al que corresponde. Por ejemplo, el circuito $C_{1.1}$ corresponde al circuito de puntos de luz de la planta baja; $C_{1.2}$ es el circuito de iluminación del jardín; $C_{1.3}$ y $C_{1.4}$ designan los circuitos interiores para los puntos de luz de la primera y segunda planta, respectivamente.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados		
Estancia	**$C_{1.1}$**	**$C_{2.1}$**
Totales	2	2
Garaje	2/2	1/2

Tabla C.3. Número mínimo de puntos de utilización en los circuitos interiores del garaje según la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25.**

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados				
Estancia	**$C_{1.2}$**	**$C_{2.1}$**	**C_{12}(Riego jardín)**	**C_{13} (Depuradora)**
Totales	6	3	1	1
Jardín	—/6	—/3	—/1	
Piscina				—/1

Tabla C.4. Número mínimo de puntos de utilización en los circuitos del jardín según la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25.**

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados									
Estancia	**$C_{1.3}$**	**$C_{2.3}$**	**C_{3}**	**C_{4}**	**$C_{5.1}$**	**$C_{8.1}$**	**$C_{9.1}$**	**C_{10}**	**C_{11}**
Totales	10	12	1	3	4	7	4		1
Acceso	1/1								
Vestíbulo	1/1	1/1							
Comedor	2/2	3/4				1/2	1/2		
Salón	2/2	3/3				1/2	1/2		
Cocina	1/1	2/2	1/1	3/3	3/3	1/1		1/1	
Baño 1	1/1				1/1	1/1			
Pasillo 1	2/2	1/2				1/1			

Tabla C.5. Número mínimo de puntos de utilización en los circuitos interiores de la primera planta según la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25.**

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados					
Estancia	**$C_{1.4}$**	**$C_{2.4}$**	**$C_{5.2}$**	**$C_{8.2}$**	**$C_{9.2}$**
Totales	11	13	2	9	6
Dormitorio 1	1/1	3/3		1/1	1/1
Dormitorio 2	1/1	3/3		1/1	1/1
Dormitorio 3	2/2	3/3		1/2	1/2
Sala de estar	2/2	3/3		1/2	1/2
Baño 2	1/1		1/1	1/1	
Baño 3	1/1		1/1	1/1	
Pasillo 2	1/1	1/1		1/1	
Terraza	2/2				

Tabla C.6. Número mínimo de puntos de utilización en los circuitos interiores de la segunda planta según la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25.**

- Para la calefacción por acumuladores nocturnos se ha estimado una potencia de 80 W/m². Las estancias que van a tener tomas de calefacción eléctrica son todas, exceptuando el garaje, el acceso, el vestíbulo, el cuarto trastero y la terraza. Por tanto, la potencia eléctrica estimada para la calefacción será de:

$$P_{\text{calefacción}} = 80\,\text{W/m}^2 \cdot ((20 + 15 + 9 + 10 + 9) + (8 + 9 + 13 + 14 + 5 + 5 + 5))\,\text{m}^2 = 9760\,\text{W}$$

Como se ha considerado un total de 15 puntos de utilización en los circuitos de calefacción eléctrica, se ha previsto una potencia en cada toma de los circuitos $C_{8.1}$ y $C_{8.2}$ de 650 W. Este es un valor adecuado de la potencia que consume un acumulador eléctrico nocturno.

- Para el aire acondicionado se ha estimado una potencia de 100 W/m². Las estancias con aire acondicionado son los dormitorios, el salón, el comedor y la sala de estar; por lo tanto, la potencia eléctrica estimada para el aire acondicionado será:

$$P_{\text{aire acondicionado}} = 100\,\text{W/m}^2 \cdot (20 + 15 + 8 + 9 + 13 + 14)\,\text{m}^2 = 7900\,\text{W}$$

Como se ha considerado un total de diez puntos de utilización en los circuitos de aire acondicionado, se ha previsto una potencia en cada toma del circuito $C_{9.1}$ y $C_{9.2}$ de 987,5 W. Este también es un valor adecuado para unidades split de aire acondicionado de tipo inverter.

- Para la piscina se ha estimado una potencia de 8 W/m³, es decir:

$$P_{\text{piscina}} = 12 \times 4 \times 2\,\text{m}^3 \times 8\,\text{W/m}^2 = 768\,\text{W}$$

- Para la bomba de riego se ha estimado una potencia $P_{\text{riego}} = 1\,400$ W. Al ser la potencia de la bomba de riego mayor que la de la depuradora, se considerará para la previsión de potencias un valor 125 % mayor, según se explica en la **ITC-BT-47.**

- Al ser el garaje una zona más de la vivienda, no es necesario considerar una potencia mínima de 3 450 W, como indica la **ITC-BT-10,** sino que se estimará una potencia de 790 W, correspondiente a los circuitos de alumbrado $C_{1.1}$ y $C_{2.1}$ de fuerza. En el jardín se han considerado seis receptores en el circuito de iluminación y tres receptores para el circuito de fuerza debido a sus dimensiones.

Una vez determinado el número de receptores podemos calcular la potencia demanda por cada circuito, aplicando las expresiones:

$$I = nI_aF_sF_u \rightarrow P = n\,P_aF_sF_u$$

Siendo:

n el número de receptores.

I_a la intensidad prevista por receptor (A).

F_s el factor de simultaneidad.

F_u el factor de utilización.

P_a la potencia prevista por toma (W).

I la intensidad de corriente prevista en cada circuito (A).

P la potencia prevista en cada circuito (W).

C_x	n	P_a (W)	F_s	F_u	P (W)
Vivienda unifamiliar					
$C_{1.1}$	2	200	0,75	0,5	150
$C_{1.2}$	6	200	1	0,5	600
$C_{1.3}$	10	200	0,75	0,5	750
$C_{1.4}$	11	200	0,75	0,5	825
$C_{2.1}$	2	3 450	0,2	0,25	345
$C_{2.2}$	3	3 450	0,2	0,25	517,5
$C_{2.3}$	12	3 450	0,2	0,25	2 070
$C_{2.4}$	11	3 450	0,2	0,25	2 242,5
C_3	1	5 400	0,5	0,75	2 025
C_4	3	3 450	0,66	0,75	5 123,25
$C_{5.1}$	4	3 450	0,4	0,5	2 760
$C_{5.2}$	2	3 450	0,4	0,5	1 380
$C_{8.1}$	7	650	1	1	4 550
$C_{8.2}$	7	650	1	1	5 850
$C_{9.1}$	4	790	1	1	3 160
$C_{9.2}$	4	790	1	1	4 740
C_{10}	1	3 450	1	0,75	2 587,5
C_{11}	1	2 300	1	1	2 300
C_{12}	1	1 400	1	1	1 750
C_{13}	1	768	1	1	768
Potencia prevista					36 593,75 W

Tabla C.7. Potencia prevista en la vivienda unifamiliar.

En la tabla C.7, en la suma total se ha excluido la potencia estimada del circuito de aire acondicionado, ya que su demanda no va a tener lugar a la vez que la demanda de calefacción eléctrica, pues esta es superior.

Por tanto, la potencia prevista total para la vivienda será:

$$P_T = 36\,593{,}75 \text{ W}$$

Se ha considerado un factor de simultaneidad igual a uno, pues se trata de una vivienda unifamiliar en la que puede ser bastante factible que todos los receptores demanden potencia de forma simultánea.

4. Cálculo de la acometida subterránea

La acometida es la línea eléctrica que enlaza la red de distribución de BT con la caja general de protección. Su diseño y cálculo se regirá por las instrucciones **ITC-BT-06, ITC-BT-07** e **ITC-BT-11.**

En la **ITC-BT-11** se explica que para el cálculo de la sección se tendrá en cuenta:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la **ITC-BT-10.**
- Tensión de suministro.
- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor.
- La caída de tensión máxima admisible.

4.1 Cálculo de la sección por el criterio de intensidad máxima admisible

Para el cálculo de la intensidad de la acometida se empleará la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi}$$

Siendo:

I la intensidad prevista en la instalación (A).

U la tensión alimentación (V).

$\cos\varphi$ el factor de potencia del circuito.

P la potencia prevista en la instalación (W).

A falta de datos, se considerará un factor de potencia de 0,85, que es el caso más desfavorable, pues hoy en día en las instalaciones trifásicas de este tipo suele corregirse el factor de potencia para no tener penalización en la tarifa eléctrica.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{36\,593,75}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 0,85} = 62,14\text{A}$$

En la **ITC-BT-07** tabla 7.9, se indica el factor de corrección para la intensidad máxima admisible cuando los cables van enterrados a profundidades diferentes de 0,7 m. Para una profundidad de 1 m se tiene un factor de corrección de 0,97.

Asimismo se indica que para cables unipolares en el interior de tubos se aplicará un factor de corrección de 0,8.

En la tabla 7.4 de la **ITC-BT-07** se muestran las intensidades máximas admisibles para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada según la norma **UNE 21 144-1-1:2002.** Para una sección de 16 mm^2 la intensidad máxima admisible valdrá (fila 1, columna 2):

$$I_z = 94 \cdot 0,97 \cdot 0,8 = 72,94\,\text{A}$$

Por lo tanto, los cables con esa sección admiten la corriente prevista de la instalación de 62,14 A.

4.2 Cálculo de la sección por el criterio de caída de tensión

La caída de tensión según la **ITC-BT-11** apartado 1.4 será la impuesta por la compañía distribuidora, de tal forma que la caja general de protección esté dentro de los límites establecidos de ±7 %, lo que conlleva, teniendo en cuenta las caídas del resto de instalaciones en el peor de los casos, que sea como máximo el 0,5 %.

Para el cálculo de la caída de tensión en una línea trifásica inductiva se empleará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U}$$

Donde:

- S es la sección de los conductores de la línea en mm².
- δ es la máxima caída de tensión permitida en la línea en voltios.
- U es la tensión de suministro trifásico (400 V).
- ρ es la resistividad del conductor a la máxima temperatura en Ω mm²/m.
- P es la potencia que circula por la línea en vatios.
- L es la longitud de la acometidas en metros.

Para el cálculo de la sección se va a considerar el caso más desfavorable, que es cuando la temperatura de los conductores es máxima. Según la tabla 7.2 de la **ITC-BT-07** para el EPR esta temperatura es de 90 °C.

Tomando $\rho_{20} = 0,029\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0044\ ^oC^{-1}; \Delta T = 70\ ^oC$

$$\rho_{90} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,029 \cdot (1 + 0,0044 \cdot 70) = 0,0375\Omega\frac{mm^2}{m}$$

$$\delta = 0,005 \cdot 400 = 2V$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U} = \frac{0,0375 \cdot 36\,593,75 \cdot 20}{2 \cdot 400} = 34,30\ mm^2$$

Hay que elegir una sección superior a este valor de la tabla 7.4 de la **ITC-BT-07,** es decir, se escogerá una sección de 35 mm².

En la tabla 7.1 de la **ITC-BT-07,** para una sección de 35 mm² la sección del neutro correspondiente es 16 mm².

Datos de la acometida: DV 0,6/1 kV 3 × 35/16 Al

5. Cálculo de las secciones y protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos

La intensidad de corriente que soportan los conductores de sección 35 mm² durante un cortocircuito de 0,3 s de duración es, según la Tabla 7.16 de la **ITC-BT-07:**

$$I_{cc} = 170 \cdot 35 = 5\,950\ A$$

Como la corriente de cortocircuito es mayor, ya que la compañía suministradora nos ha proporcionado el dato I_{cc}=10 kA, hay que tomar una sección superior de 70 mm² y comprobar de nuevo este criterio:

$$I_{cc} = 170 \cdot 70 = 11\,900\ A$$

La sección de los conductores será, por tanto, de 70 mm². En la Tabla 7.1 de la **ITC-BT-07** para una sección de 70 mm² la sección del neutro correspondiente es 35 mm².

Datos de la acometida: DV 0,6/1 kV 3 × 70/35 Al

5.1 Caja general de protección

Según la **ITC-BT-13,** las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora. Según la **ITC-BT-12** para suministros de un único usuario, como es este caso, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida. Este elemento se denomina **caja de protección y medida (CPM).** Dentro de la misma se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores polares con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Este documento tiene como finalidad aplicar las especificaciones incorporadas en el REBT y no las recogidas por la empresa suministradora, pero a modo de ejemplo, de forma excepcional, indicaremos cómo se calculará si seguimos las especificaciones de la compañía Iberdrola.

Es necesario saber la potencia prevista de la instalación, es decir:

$$P = 36\,593{,}75\ \text{W}$$

Acudir a la norma técnica particular para acometidas e instalaciones de enlace de la compañía Iberdrola. Para un suministro trifásico de un solo abonado y una caja de protección y medida con acometida subterránea de una potencia, se tiene la siguiente caja general de protección:

CPM2-D/E4-IBP

El cálculo de los fusibles se hará en el apartado siguiente, ya que es necesario conocer la sección de la línea general de alimentación.

5.2 Línea general de alimentación

En este caso, al existir la CPM no existe línea general de alimentación.

5.3 Derivaciones individuales

En este caso, existe una única derivación individual que se inicia en la caja de protección y medida y comprende los fusibles y los dispositivos de mando y protección. Para el cálculo de la línea y diseño debe estar de acuerdo a lo que indica la **ITC-BT-15.** Las características de los dispositivos de corte y protección se indican en la **ITC-BT-17.**

5.3.1 *Cálculo de la sección por el criterio de intensidad máxima admisible*

Al ser el edificio una vivienda unifamiliar habrá una única derivación individual. Como la acometida es trifásica, la derivación individual también lo será.

En la **ITC-BT-15** apartado 3, se dice que para el cálculo de la intensidad máxima admisible de las derivaciones individuales se tendrá en cuenta lo expuesto en la **ITC-BT-19,** es decir, los valores dados en la norma **UNE 20 460-5-523:2004.**

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma **UNE 21 123,** parte 4 o 5; o a la norma **UNE 21 002** (según la tensión asignada del cable) cumplen con esta prescripción.

El cable multiconductor de sección 16 mm^2 tiene una intensidad máxima admisible de 70 A. según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19.** Al ser este valor superior a la intensidad máxima prevista, 62,14 A, se da por válido.

El conductor del neutro será en general de la misma sección que los conductores de fase, excepto cuando se justifique que no puedan existir desequilibrios o corrientes armónicas por cargas no lineales. La sección del conductor de protección se puede calcular mediante la tabla 19.2 de la **ITC-BT-19.**

Datos de la derivación individual: RZ1−K(As) 0,6/1kV 4 × 16 + 16 TT

5.3.2 *Cálculo de la sección por el criterio de la caída de tensión*

La caída de tensión máxima permitida es del 1,5 % como se explica en la **ITC-BT-15,** al ser un suministro para un único usuario.

$$\delta = 0{,}015 \cdot 400 = 6\text{V}$$

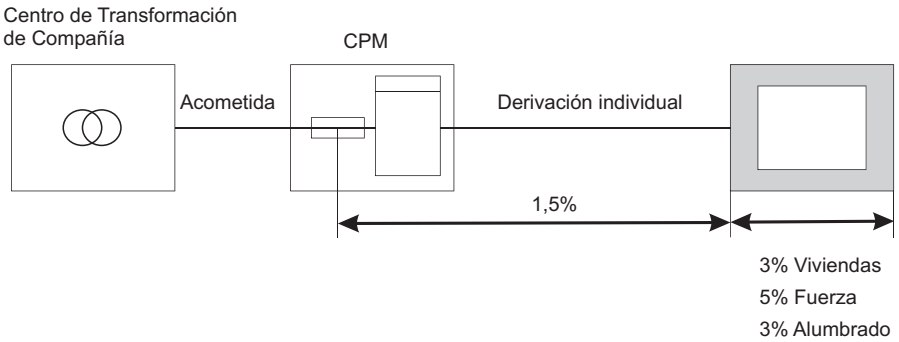


Figura C.2. Caídas de tensión máximas permisibles en la derivación individual y en los circuitos interiores según la **ITC-BT-15.**

Para el cálculo de la caída de tensión en una línea trifásica, despreciando los efectos inductivos, se empleará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U}$$

Como el cable está aislado con XLPE, la temperatura máxima que hay que considerar según la tabla 7.2 de la **ITC-BT-07** es de 90 °C.

$$\rho_{90} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0{,}018 \cdot (10 + 0{,}0039 \cdot 70) \cdot 0{,}0229\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U} = \frac{0{,}0229 \cdot 36\,593{,}75 \cdot 35}{6 \cdot 400} = 12{,}24\,\text{mm}^2$$

Por tanto, la sección de 16 mm^2 cumple el criterio de caída de tensión.

5.3.3 *Cálculo de las protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos*

5.3.3.1 Protección contra sobrecargas

En la **ITC-BT-22** apartado 1.1, se detalla la protección contra sobreintensidades en las instalaciones de baja tensión. Se elegirá como protección de la derivación individual un fusible de tipo gG, es decir, un cartucho fusible de uso general limitador de corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada I_n hasta su poder de corte asignado. Sirven para sobrecargas y cortocircuitos. En la norma **UNE-60 269:2008** se indica que un fusible con curva de fusión tipo gG de cumplir:

$$I_b \leq I_n < I_z$$

$$I_2 \leq 1{,}45 I_z$$

Donde:

I_b es la intensidad del circuito según la previsión de cargas.

I_n es la intensidad nominal del circuito de protección.

I_2 es la intensidad de disparo en tiempo convencional (1 o 2 h) para fusibles; I_f es la intensidad de funcionamiento del fusible; I_{f5s} es la intensidad de funcionamiento del fusible en 5 s.

I_z es la intensidad máxima admisible del conductor.

En fusibles, se cumple que $I_2 = I_f$ y en este caso $I_f = 1{,}60 I_n$
Por tanto:

$$I_b \leq I_n \leq 0{,}9 I_z$$

Se debe buscar un fusible cuya intensidad nominal esté comprendida entre

$$62{,}14\ \text{A} \leq I_n \leq 63\ \text{A}$$

Al cumplirse las desigualdades anteriores, se utilizará un calibre de 63 A para los fusibles.

Estos fusibles irán en las bases portafusibles de la CPM

5.3.3.2 Protección contra cortocircuitos

Hay que calcular las corrientes máximas y mínimas de cortocircuito de la instalación. La corriente máxima de cortocircuito es la que ha proporcionado la compañía suministradora al principio de la instalación:

$$I_{ccmx} = 10\ \text{kA}$$

Se ha de elegir un fusible con un poder de corte superior a 10 kA. Según la norma **UNE-HD 60 269-3-1:2005,** el poder de corte mínimo con el que debe fabricarse un fusible de baja tensión es de 50 kA, por lo que cualquier fusible valdría en este caso particular.

Por otro lado, la intensidad de fusión del fusible en 5 s, I_f debe ser soportada por el conductor. La sección del conductor que aguanta esta corriente durante 5 s se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{t}\, I}{K}$$

Donde:

S es la sección del conductor en mm^2.

K es un coeficiente que depende del tipo de aislamiento del cable y de la sección según la norma **UNE 20 460-4-43:2003.**

t es el tiempo de duración del cortocircuito en s.

I es la intensidad de cortocircuito efectiva.

K = 143 según la norma **UNE 20 460-4-43:2003.**

Elegimos $t = 5$ s. Como según la UNE-EN 60269-1 para un fusible de 63A I_{f5s} = 320 A, se tiene una sección de:

$$S = \frac{\sqrt{t}\, I}{K} = \frac{\sqrt{5} \cdot 1{,}6 \cdot 63}{143} = 1{,}58\ \text{mm}^2,$$

por lo que el cable RZ1-K 0,6/1 kV 4 × 16 + 16 TT protegido con el fusible de $I_n = 63$ A soporta esta corriente durante 5 s.

Por último, la intensidad mínima de cortocircuito tiene que ser mayor que la intensidad de fusión del fusible en 5 s para que actúe la protección y se proteja al cable.

En instalaciones de baja tensión, la corriente de cortocircuito I_{cc} se puede calcular con la siguiente fórmula, siempre y cuando el centro de transformación se encuentre fuera del edificio en cuestión:

$$I_{cc} = \frac{0{,}8U}{R}$$

Donde *U* es la tensión monofásica fase-neutro (230 V) y *R* es la resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Para una longitud de 35 m de derivación, su resistencia a 20 °C será:

$$R_{\text{derivación}} = \frac{\rho_{20} L}{S} = \frac{0,018 \cdot 35}{16} = 0,0394\Omega$$

$$I_{\text{ccmin}} = \frac{0,8U}{R} = 4\,670,05\ \text{A} > 1,6 \cdot 63 = 100,8\ \text{A}$$

Datos de la derivación individual: RZ1-K(As) 0,6/1kV 4 × 16 + 16 TT, fusible gG de I_n = 63A
El hilo de mando para el cambio de tarifa será de 1,5 mm²

5.3.4 *Cálculo de los tubos*

Según la **ITC-BT-21** apartado 1.2.2, para más de 5 conductores por tubo, su sección interior será como mínimo igual a tres veces la sección ocupada por los conductores. La sección ocupada por los conductores es (5 × 16) + 1,5 = 81,5 mm².

$$3 \cdot 81,5\ \text{mm}^2 = 244,5\ \text{mm}^2$$

$$D = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} = 17,64\ \text{mm}$$

Según la **ITC-BT-15,** el diámetro mínimo será de 32 mm y según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** el diámetro será como mínimo 40 mm.

Por tanto, se elige un diámetro mínimo de 40 mm.

Tubo$\varnothing_{ext}$ = 40 mm para facilitar la instalación

5.4 Instalaciones interiores

5.4.1 *Cálculo de las líneas a los cuadros del garaje, piscina, 1.ª planta y 2.ª planta*

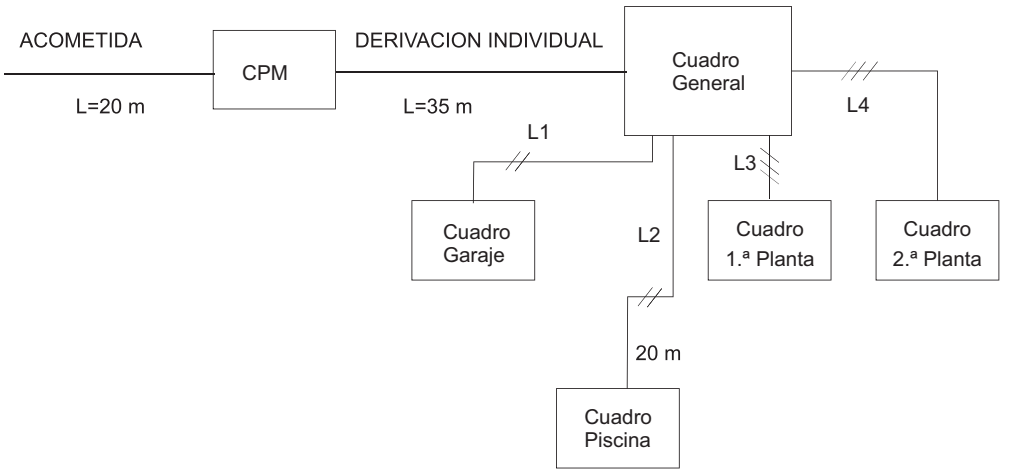


Figura C.3. Disposición del cuadro general y subcuadros eléctricos en la vivienda unifamiliar.

Previamente hay que calcular la sección de las líneas secundarias a los cuadros L_1, L_2, L_3 y L_4. Según los datos del enunciado se considerará una distancia de 20 m desde el cuadro general de mando y protección hasta el cuadro de la piscina. Para el resto de líneas se tomará una longitud inferior a esta para el cálculo. Las líneas van en el interior de tubos empotrados en obra.

Desde el cuadro general de mando y protección hasta la depuradora y el sistema de riego se usan conductores monofásicos aislados con PVC en tubos en montaje superficial.

5.4.1.1 Línea L_1

Se instalará una línea monofásica al garaje debido a su previsión de potencia. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima permisible es para una línea monofásica es:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U}$$

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, $\Delta T = 50°C$

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Al ser el garaje una instalación receptora interior a la vivienda, la máxima caída de tensión permisible será del 3 %, tal y como indica la **ITC-BT-19.** Fijándonos en la tabla C.7:

$$P_{L1} = 495\,W$$

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 495 \cdot 20}{0,03 \cdot 230 \cdot 230} = 0,2682\,mm^2$$

La intensidad que circula por la línea L_1, considerando un factor de potencia de 0,85 será:

$$I_{L1} = \frac{P_{L1}}{U\cos\varphi} = \frac{495}{230 \cdot 0,85} = 2,53\,A$$

De la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** (fila 2, columna 5), con una sección de 1,5 mm^2, la intensidad, máxima admisible del cable es 15 A, superior a los 2,53 A que se tienen previstos.

Para el cálculo del IGA se deberá cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_b es la intensidad del circuito según la previsión de cargas.
I_n es la intensidad nominal del circuito de protección (el calibre asignado).
I_z es la intensidad máxima admisible del conductor.

$$2,53\,A \leq I_n \leq 15\,A$$

Un IGA de 10 A nominales cumple la desigualdad anterior; no obstante, como el circuito de fuerza C_{21} tendrá un automático de 16 A, se elegirá un IGA de 20 A.

5.4.1.2 Línea L_2

Como en el caso anterior, esta será una línea monofásica debido a que la potencia prevista no es muy elevada. Al ser la bomba un motor, hay que considerar una potencia de cálculo del 125 % del valor nominal tal y como explica la **ITC-BT-44.** De las tablas C.2 y C.5 se obtiene la potencia prevista:

$$P_{L2} = 600 + 517,5 + 1\,750 + 768 = 3\,635,5\,W$$

Al haber iluminación en el jardín se considerará una caída máxima del 3 %. Por lo que la sección mínima de la línea L_2 tendrá un valor:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta V} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 3\,635,5 \cdot 20}{0,03 \cdot 230 \cdot 230} = 1,97\,mm^2$$

La intensidad que circula por la línea L_2, considerando un factor de potencia 0,85, será:

$$I_{L2} = \frac{P_{L2}}{U\cos\varphi} = \frac{3\,635,5}{230 \cdot 0,85} = 18,60\,A$$

De la tabla 1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE-20 460-5-523:2004,** para $S = 4\,mm^2$ la intensidad máxima admisible del cable es 27 A (columna 5, fila 3), superior a los 18,6 A que demandan los receptores.

Para el cálculo del IGA de la línea L_2 en el cuadro general de mando y protección se deberá cumplir: $I_b \leq I_n \leq I_z$

Un IGA de 20 A de valor nominal cumplirá, pues: 18,6 A , 20 A , 27 A

5.4.1.3 Línea L_3

Se instalará una línea trifásica del cuadro general al cuadro de la primera planta debido a la gran potencia prevista. Al ser una línea interior a una vivienda, la caída máxima de tensión que fija la **ITC-BT-19** es del 3 %. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima permisible es, para una línea monofásica:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta V}$$

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, $\Delta T = 50°C$

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

La potencia prevista es, fijándonos en las tablas C.5 y C.7:

$$P_{L3} = 750 + 2\,070 + 2\,025 + 5\,123,25 + 2\,760 + 4\,550 + 2\,587,5 + 2\,300 = 22\,165,75\,W$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta V} = \frac{0,0215 \cdot 22\,165,75 \cdot 20}{0,03 \cdot 400 \cdot 400} = 1,99\,mm^2$$

La corriente prevista, considerando un factor de potencia de 0,85, será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{25\,165,75}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 37,64\,A$$

De la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** con una sección de 10 mm², la intensidad máxima admisible del cable es 44 A, superior a los 37,64 A que se han previsto.

Para el cálculo del IGA se deberá cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$37,64\,A < 40\,A < 44\,A$$

El IGA de 40 A es el que protegerá a la línea trifásica de 16 mm²

5.4.1.4 Línea L_4

Se instalarán líneas trifásicas del cuadro general al cuadro de la segunda planta debido a la previsión de ampliación de la instalación y a que las líneas trifásicas son más económicas al utilizar menos cantidad de cobre. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima para una línea trifásica es:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta V}$$

La potencia prevista es, según vimos en las tablas C.6 y C.7:

$$P_{L4} = 850 + 2\,242,5 + 1\,380 + 5\,850 = 10\,297,5\,W$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta V} = \frac{0,0215 \cdot 10\,297,5 \cdot 20}{0,03 \cdot 400 \cdot 400} = 0,9224\,mm^2$$

La corriente prevista, considerando un factor de potencia 0,85, será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{10\,257,5}{\sqrt{3}\cdot 400\cdot 0,85} = 17,49\ \text{A}$$

De la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** con una sección de 4 mm^2, la intensidad máxima admisible del cable es 24 A, superior a los 17,49 A que se han previsto.

El IGA trifásico deberá cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Un IGA de 16 A de corriente nominal satisfará las desigualdades anteriores, pues se cumple que:

$$17,49\ \text{A} < 20\ \text{A} < 24\ \text{A}$$

El IGA general de la instalación será trifásico de 63 A de corriente nominal para satisfacer la demanda prevista. El interruptor diferencial del cuadro general de mando y protección será trifásico de sensibilidad 300 mA y de 63 A nominales.

Interruptores generales automáticos del cuadro general de mando y protección	I_n	Conductor	Tipo	Fase
General	63 A		Trifásico	RST
L_1	20 A	H07V-U 2X1X4 + 4TT	Monofásico	R
L_2	20 A	H07V-U 2X1X4 + 4TT	Monofásico	S
L_3	40 A	H07V-U 4X1X10 + 10TT	Trifásico	RST
L_4	16 A	H07V-U 4X1X4 + 4TT	Trifásico	RST

Tabla C.8. Calibre y tipo de los interruptores automáticos generales.

Siempre que la longitud de los conductores no exceda de la permitida para los cálculos de la previsión de carga de cada uno de los circuitos, utilizaremos las secciones indicadas en la tabla 25.1 de la **ITC-BT-25:**

Circuito	Sección (mm^2)	Interruptor magnetotérmico (A)
$C_{1.1}$	1,5	10
$C_{1.2}$	1,5	10
$C_{1.3}$	1,5	10
$C_{1.4}$	1,5	10
$C_{2.1}$	2,5	16
$C_{2.2}$	2,5	16
$C_{2.3}$	2,5	16
$C_{2.4}$	2,5	16
C_3	6	25
C_4	4	20
$C_{5.1}$	2,5	16
$C_{5.2}$	2,5	16
$C_{8.1}$	6	25
$C_{8.2}$	6	25

Circuito	Sección (mm²)	Interruptor magnetotérmico (A)
$C_{9.1}$	6	25
$C_{9.2}$	6	25
C_{10}	2,5	16
C_{11}	1,5	10

Tabla C.9. Calibre del interruptor automático de cada circuito interior a la vivienda según la tabla 25.1 de la **ITC-BT-25.**

Para el cálculo de las secciones y PIA de los circuitos C_{12} y C_{13} se tendrá en cuenta que se instalarán líneas monofásicas a la depuradora y a la bomba de riego debido a que su demanda prevista es reducida.

Al ser la bomba de riego un motor, hay que considerar una potencia de cálculo del 125 % del valor nominal, tal y como explica la **ITC-BT-44.** Se considerará un factor de potencia para la depuradora y la bomba de 0,85.

$$P_{C12} = 1{,}25 \cdot 1\,400 = 1\,750\,\text{W}$$

$$I_{C12} = \frac{P_{C12}}{U\cos\varphi} = \frac{1750}{230 \cdot 0{,}85} = 8{,}95\text{A}$$

$$P_{C13} = 1{,}25 \cdot 768 = 960\,\text{W}$$

$$I_{C13} = \frac{P_{C13}}{U\cos\varphi} = \frac{960}{230 \cdot 0{,}85} = 4{,}91\text{A}$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** para una instalación en tubos en montaje superficial, con una sección de 1,5 mm², se aguantan 15 A, por lo que esta será válida.

Para el cálculo de los PIA, se deberá cumplir lo siguiente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En el circuito C_{12} se cumple: 8,95 A $<$ 10 A $<$ 15 A.

En el circuito C_{13} se cumple: 4,91 A $<$ 10 A $<$ 15 A.

Así pues, se elegirán los PIA para ambos circuitos C_{12} y C_{13} de 10 A de valor nominal.

Circuito	Sección (mm²)	PIA (A)
C_{12}	1,5	10
C_{13}	1,5	10

Tabla C.10. Calibre de los interruptores automáticos para los circuitos de la bomba de riego y de la depuradora.

En las líneas L_1, L_2, L_3 y L_4 se producirá una caída de tensión máxima cuando circule una corriente igual a la de la intensidad nominal del interruptor general automático de cada línea. La potencia en cada línea será máxima cuando circule esta corriente con un factor de potencia unitario. Así:

$$\delta = \frac{2\rho PL}{SU} \text{ en monofásica,}$$

$$\text{y } \delta = \frac{\rho PL}{SU} \text{ en trifásica.}$$

Línea	IGA	Sección	Potencia	Caída de tensión máxima (V)	%
L_1	20	4	4600 W	4,3 V	1,86
L_2	20	6	4600 W	2,87 V	1,24
L_3	40	10	27712,81 W	2,98 V	0,745
L_4	20	4	13856,40 W	3,72 V	0,9309

Tabla C.11. Caída de tensión máxima en la líneas que alimentan a los subcuadros de la vivienda.

Tal y como se había previsto, todas las caídas de tensión son muy inferiores al 3 % que fija el reglamento en la **ITC-BT-25.** Para la línea L_1 se ha aumentado la sección a 4 mm^2 para que la caída de tensión sea menor. En la línea L_2 también se ha aumentado su sección a 6 mm^2 para que la caída de tensión sea menor y permitir así una mayor longitud en los circuitos del jardín.

Los interruptores generales automáticos y los conductores de las líneas serán ahora:

Interruptores generales automáticos del cuadro general de mando y protección	I_n	Conductor	Tipo	Fase	Diámetro tubos (mm)
General	63 A		Trifásico	RST	
L_1	20 A	H07V-U 2X1X4 + 4TT	Monofásico	R	20
L_2	20 A	H07V-U 2X1X6 + 6TT	Monofásico	S	20
L_3	40 A	H07V-U 4X1X10 + 10TT	Trifásico	RST	32
L_4	20 A	H07V-U 4X1X4 + 4TT	Trifásico	RST	20

Tabla C.12. Calibre y tipo de los interruptores automáticos generales.

Calculamos ahora las longitudes máximas que puede tener cada circuito interior que parte de los cuadros de cada planta cuando circula la corriente nominal del interruptor automático que los protege. Para ello, a la caída de tensión del 3 % o el 5 % para instalaciones interiores que fija el reglamento se le descontarán las caídas de tensión de las líneas L_1, L_2, L_3 y L_4 calculadas de la tabla C.12, para así garantizar que en el conjunto de las instalaciones interiores se cumplen las caídas del reglamento.

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} \rightarrow L = \frac{S\delta U}{2\rho P} = \frac{S\delta}{2\rho I}$$

Siendo:

U la tensión de alimentación (V).

S la sección mínima del circuito (mm^2).

L la longitud de la línea (m).

δ la máxima caída de tensión permitida (V).

ρ la resistividad en ($\Omega\frac{mm^2}{m}$).

I la intensidad del automático (A).

La potencia será máxima cuando cosφ = 1 en cada uno de los circuitos. La resistividad del cobre a 70 °C por la utilización de aislante termoplástico tipo PVC:

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Por ejemplo, para el circuito $C_{2.1}$, como es de fuerza y es interior a la vivienda, la caída máxima permisible que fija el reglamento en la **ITC-BT-19** es del 3 %, es decir, 6,9 V. A ese valor hay que descontarle la máxima caída de tensión de la línea L_1 reflejada en la tabla C.11, es decir, 4,3 V, con lo que se obtiene el valor de la máxima caída de tensión en ese circuito, necesaria para calcular a partir de él su longitud máxima, es decir:

$$\delta = 6,9 - 4,3 = 2,6\,V$$

$$L = \frac{S\delta}{2\rho I} = \frac{2,5 \cdot 2,6}{2 \cdot 0,0215 \cdot 16} = 9,45\,m$$

Para los circuitos de la planta 1.ª y 2.ª hay que dividir por $\sqrt{3}$ los valores de caída de tensión de la tabla C.11, pues se calcularon para líneas trifásicas y las líneas que parten de los cuadros son todas monofásicas.

Circuito	*S* (mm²)	*U* (V)	δ (V)	*I* (A)	Longitud máxima (m)
$C_{1.1}$	1,5	230	2,60	10	9,07
$C_{1.2}$	1,5	230	4,03	10	14,06
$C_{1.3}$	1,5	230	5,18	10	18,07
$C_{1.4}$	1,5	230	4,75	10	16,58
$C_{2.1}$	2,5	230	2,60	16	9,45
$C_{2.2}$	2,5	230	8,63	16	31,36
$C_{2.3}$	2,5	230	5,18	16	18,82
$C_{2.4}$	2,5	230	4,75	16	16,58
C_3	6	230	5,18	25	28,91
C_4	4	230	5,18	20	24,09
C_4*	2,5	230	5,18	16	18,82
$C_{5.1}$	2,5	230	5,18	16	18,82
$C_{5.2}$	2,5	230	4,15	16	15,09
$C_{8.1}$	6	230	5,18	25	28,91
$C_{8.2}$	6	230	4,15	25	26,52
$C_{9.1}$	6	230	5,18	25	28,91
$C_{9.2}$	6	230	4,75	25	26,52
C_{10}	2,5	230	5,18	16	18,82
C_{11}	1,5	230	5,55	10	18,07
C_{12}	1,5	230	8,63	10	30,10
C_{13}	1,5	230	8,63	10	30,10

Tabla C.13. Longitudes máximas de cada circuito interior a la vivienda. * Circuito C_4 independiente por aparato.

Sin exceder la longitud asignada, las secciones y los diámetros de los tubos serán (según tabla 25.1 de la **ITC-BT-25**).

Circuito	S (mm²)	Diámetro tubo (mm)
$C_{1.1}$	1,5	16
$C_{1.2}$	1,5	16
$C_{1.3}$	1,5	16
$C_{1.4}$	1,5	16
$C_{2.1}$	2,5	20
$C_{2.2}$	2,5	20
$C_{2.3}$	2,5	20
C_3	6	25
C_4	4	20
C_4*	2,5	20
$C_{5.1}$	2,5	20
$C_{5.2}$	2,5	20
$C_{8.1}$	6	25
$C_{8.2}$	6	25
$C_{9.1}$	6	25
$C_{9.2}$	6	25
C_{10}	2,5	20
C_{11}	1,5	16
C_{12}	1,5	16
C_{13}	1,5	16

Tabla C.14. Diámetro de los tubos de los circuitos interiores a la vivienda. * Circuito C_4 independiente por aparato.

5.4.2 *Protección contra los contactos indirectos*

Se protegerán los circuitos mediante los siguientes interruptores diferenciales:

Diferencial	Cuadro	I_n	Tipo	Sensibilidad	Fase	Circuitos protegidos				
Diferencial A	General	63 A	Trifásico	300 mA	RST	Toda la instalación				
Diferencial B	Garaje	25 A	Monofásico	30 mA	R	$C_{1.1}$	$C_{2.1}$			
Diferencial C	Piscina	25 A	Monofásico	30 mA	R	$C_{1.2}$	$C_{2.2}$	C_{12}	C_{13}	
Diferencial D	1.ª Planta	40A	Monofásico	30 mA	S	$C_{1.3}$	$C_{2.3}$	C_3	C_4	$C_{5.1}$
Diferencial E	1.ª Planta	40 A	Monofásico	30 mA	T	$C_{8.1}$	$C_{9.1}$	C_{10}		
Diferencial E_1	1.ª Planta	25 A	Monofásico	30 mA	T	C_{11}				
Diferencial F	2.ª Planta	25 A	Trifásico	30 mA	RST	$C_{1.4}$	$C_{2.4}$	$C_{5.2}$	$C_{8.2}$	$C_{9.2}$

Tabla C.15. Corriente nominal de los interruptores diferenciales de la vivienda.

5.5 Cálculo de la puesta a tierra

Según **ITC-BT-24, ITC-BT-26** y **ITC-BT-25,** para este tipo de instalaciones vamos a utilizar un método de conexión de neutro TT. La puesta a tierra se establece con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar el funcionamiento de las protecciones y eliminar o disminuir riesgos que supone una avería en los materiales eléctricos usados. Según la **ITC-BT-18,** el parámetro más importante es la resistencia en ohmios de la puesta a tierra del edificio.

El valor de la resistencia tiene que ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

La resistencia de puesta a tierra del edificio obtenida mediante la instalación de placas enterradas verticalmente viene dada por la expresión:

$$R = \frac{0,8\rho}{P}$$

Siendo:

R la resistencia de puesta a tierra en Ω.

P el perímetro de la placa en m.

ρ la resistividad media del terreno en Ωm.

Según el punto 9 de la **ITC-BT-18,** para un edificio en terreno con una naturaleza de arena arcillosa corresponde una resistividad de 500 Ωm (de 100 a 500 Ωm).

Utilizaremos placas de cobre rectangulares de área 1 m × 1 m. La resistencia de cada una de ellas será:

$$R = \frac{0,8 \cdot 500}{4} = 100\ \Omega$$

Fijando una R_T de puesta a tierra de 15 Ω, usual para edificios con pararrayos, obtenemos la cantidad de picas necesarias.

Como las placas están conectadas en paralelo:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{n}{R}$$

Siendo n el número de placas conectadas en paralelo.

$$n = \frac{100}{15} = 6,67$$

Serían necesarias 7 placas rectangulares de cobre de 1m × 1m de área

Por último, debemos comprobar que en ningún caso se sobrepase la tensión de contacto límite convencional:

$$U \geq R_a I_a$$

R_a Suma de resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a Corriente que asegura el funcionamiento automático de protección (corriente diferencial-residual asignada).

$$U \geq R_a I_a = 15 \cdot 0,03 = 0,45\ \text{V}$$

La tensión es mucho menor que las tensiones de contacto (24 V y 50 V), es decir, el dimensionado de la puesta a tierra es correcto.

El resto de elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra se realizarán según las especificaciones de la **ITC-BT-18.**

Esquemas unifilares

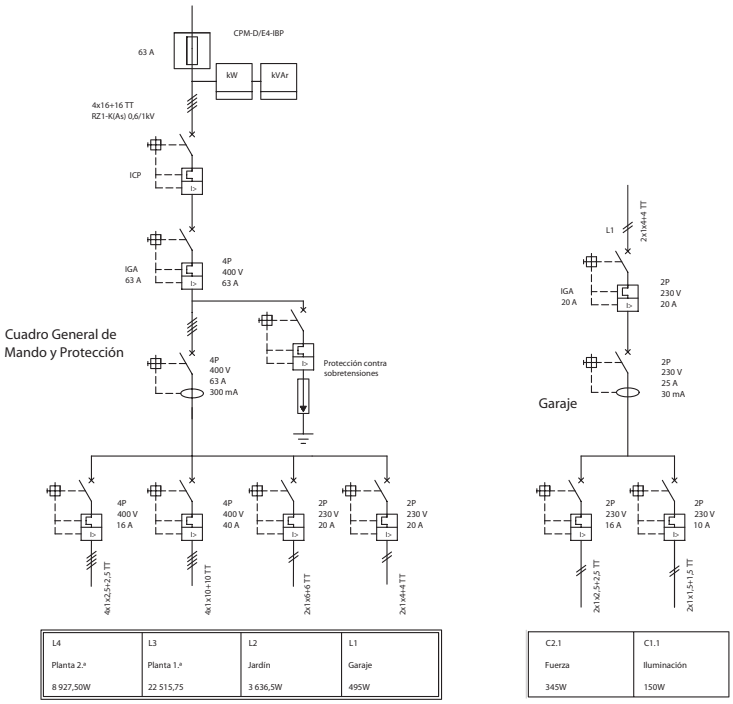


Figura C.4. Cuadro general y garaje.

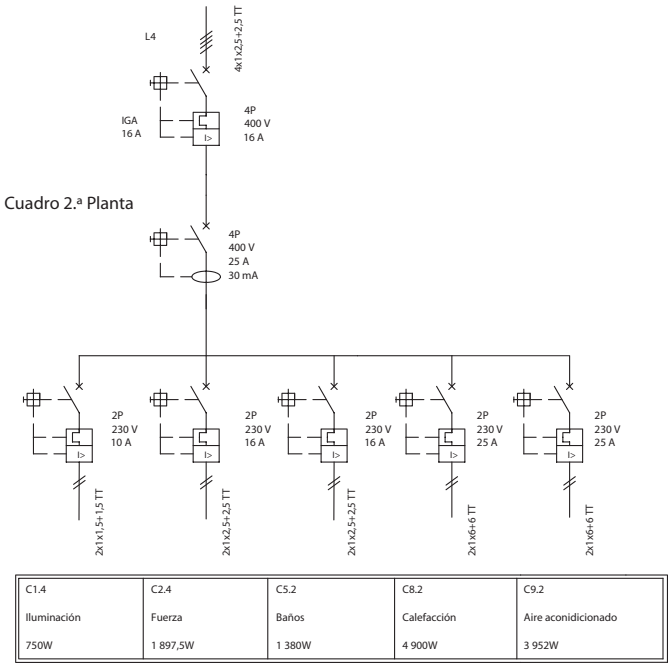


Figura C.5. Cuadro segunda planta.

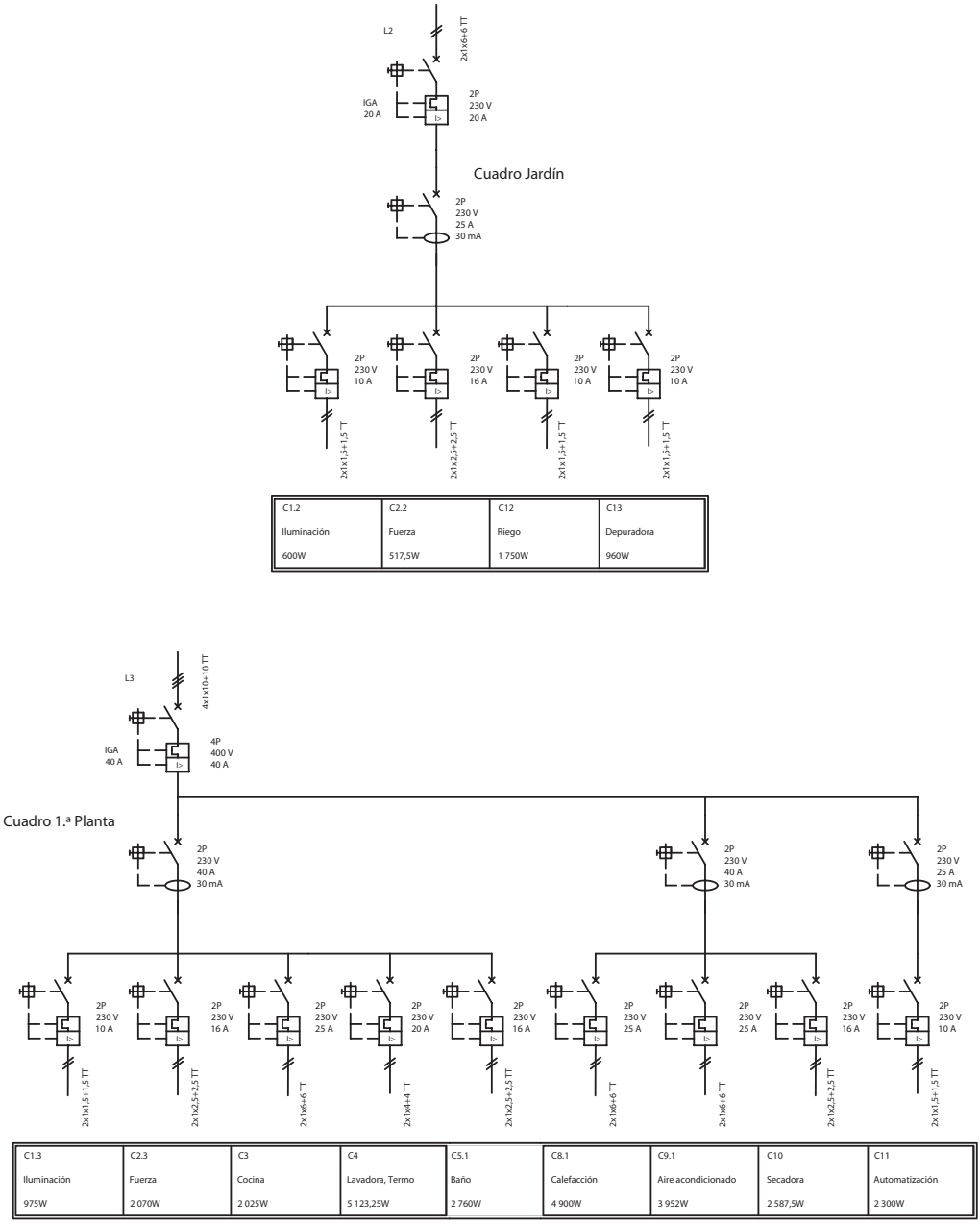


Figura C.6. Cuadro Jardín y primera planta.

D

Proyecto de instalación eléctrica de un hostal

Índice

1. Descripción del proyecto 430

2. Datos adicionales 430

3. Cálculo de la potencia prevista 431
   - 3.1 Cálculo de la potencia prevista para el alumbrado de emergencia 431
   - 3.2 Cálculo de la iluminación en el salón, pasillos y escaleras 435
   - 3.3 Cálculo del número mínimo de puntos de utilización en cada circuito interior 435

4. Cálculo de la acometida aérea 440
   - 4.1 Cálculo de la sección por el criterio Intensidad máxima admisible 440
   - 4.2 Cálculo de la sección por el criterio de caída de tensión 440

5. Cálculo de las secciones y protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos 441
   - 5.1 Caja general de protección 441
   - 5.2 Linea general de alimentación 442
   - 5.3 Derivaciones individuales 442
   - 5.4 Instalaciones interiores 445

6. Cálculo de la puesta a tierra 457

Esquemas unifilares 457

1. Descripción del proyecto

Se desea calcular la instalación eléctrica de un hostal de dos estrellas. Se prevé la instalación de aire acondicionado y un sistema domótico para seguridad. En la tabla D.1 se muestran las estancias del edificio y sus superficies:

Planta	Uso	Superficie
Baja	Acceso	2 m²
	Vestíbulo-recepción	4 m²
	Salón-comedor	28 m²
	Cocina	9 m²
	Aseos	6 m²
	Escalera	4 m²
	Pasillo 1	10 m²
Primera	Pasillo 2	11 m²
	Habitación 1	10 m²
	Baño 1	5 m²
	Habitación 2	11 m²
	Baño 2	5 m²
	Habitación 3	7 m²
	Baño 3	5 m²
	Escalera	5 m²
	Almacén	4 m²
Segunda	Pasillo 3	10 m²
	Habitación 4	11 m²
	Baño 4	5 m²
	Habitación 5	11 m²
	Baño 5	5 m²
	Habitación 6	7 m²
	Baño 6	5 m²
	Terraza	5 m²

Tabla D.1. Distribución y uso del hostal.

2. Datos adicionales

- Acometida aérea de 25 m de longitud realizada con cable aislado con polietileno reticulado (XLPE) con neutro fiador (Almelec). Datos de la compañía suministradora: caída de tensión máxima permitida 0,5 %, intensidad de cortocircuito de 10 kA y tiempo de actuación de las protecciones de 0,3 s.
- Derivación individual de 20 m de longitud realizada con cable multiconductor de cobre 0,6/1kV aislado con polietileno reticulado con emisión de humos y capacidad reducida en el interior de tubos empotrados.

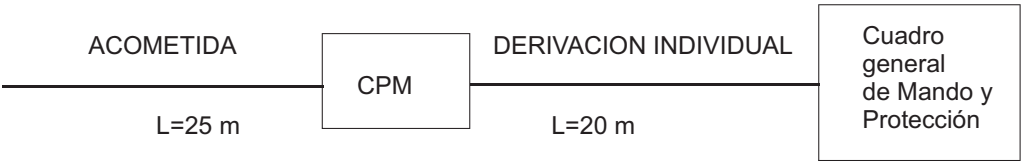


Figura D.1. Longitudes de la acometida y la derivación individual.

- La distancia entre los diferentes cuadros eléctricos de la instalación se considerará inferior a 25 m.
- En todas las instalaciones interiores se usarán tubos empotrados en obra y conductores unipolares aislados con PVC. Las distancias de los receptores a los cuadros generales de protección son las que garantizan una caída de tensión inferior a la que dicta el REBT.
- El hostal dispone de sistema domótico de seguridad, grupo de presión y las luminarias de las zonas comunes son lámparas fluorescentes de 42W y eficiencia luminosa de 70 lm/W.

Solución

Resumen las ITC utilizadas:

ITC-BT	Uso
06	Redes aéreas para distribución en baja tensión
10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión. Tablas utilizadas: 1
11	Acometidas. Caídas de tensión
12	Instalaciones de enlace. Esquema
13	Caja general de protección
15	Derivaciones individuales. Caídas de tensión
16	Interruptor general de maniobra
17	Interruptor de control de potencia
18	Instalaciones de puesta a tierra
19	Instalaciones de interiores. Caídas de tensión
21	Tubos y canales protectores
22	Protección contra sobreintensidades. Instalaciones de interior o receptoras
25	Previsión de demanda por circuito según los puntos mínimos de utilización por estancia de la vivienda. Tablas utilizadas: 1 y 2, y protecciones
26	Instalaciones de interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación
28	Instalaciones en locales de pública concurrencia
47	Dimensionado de la potencia de un solo motor
51	Instalaciones de sistemas de automatización

Tabla D.2. ITC utilizadas en el proyecto.

3. Cálculo de la potencia prevista

3.1 Cálculo de la potencia prevista para el alumbrado de emergencia

Según la **ITC-BT-28** apartado 1, un hostal como el descrito en el enunciado constituye un *local de pública concurrencia* y está clasificado como un *local de reunión*. Así mismo, según la **ITC-B-04** apartado 3.1, los locales de pública concurrencia necesitan para su ejecución la redacción de un proyecto por un ingeniero y dirección técnica. Aquí se explicarán únicamente los cálculos eléctricos necesarios que se deberían incluir en la Memoria del proyecto.

En la instrucción **ITC-BT-28** apartado 2.3, se dice que los locales de reunión deberán llevar un *suministro de socorro* cuando la ocupación sea mayor de 300 personas al centro. En este caso, debido a las pequeñas dimensiones del hostal, no sería necesario un *suministro complementario* o de seguridad (sin embargo, se va a contar con un suministro de ese tipo) para la alimentación del grupo de presión y los circuitos que alimentan el sistema domótico de seguridad en caso de falta de fluido eléctrico.

En el apartado 3 de esa misma instrucción técnica se dice que en los locales de pública concurrencia es obligatoria la instalación del *alumbrado de emergencia*. Este tiene la finalidad de

facilitar la evacuación de las personas que ocupan el local hacia las salidas cuando ocurre un fallo de suministro de energía eléctrica. Se clasifica el alumbrado de emergencia en ***alumbrado de seguridad y de reemplazamiento***. El alumbrado de seguridad garantiza la seguridad de las personas al abandonar el edificio, y el alumbrado de reemplazamiento permite finalizar las actividades de trabajo durante un fallo de suministro eléctrico.

El *alumbrado de seguridad* se clasifica en ***alumbrado de evacuación y alumbrado de ambiente antipánico***. El alumbrado de evacuación sirve para que los ocupantes puedan reconocer durante la evacuación el camino de salida, y el alumbrado de ambiente antipánico evita el pánico durante la evacuación y permite encontrar las rutas hacia la salida.

Según la **ITC-BT-28** apartado 3.1, se debe garantizar que las vías de evacuación estén **siempre señalizadas e iluminadas** cuando el local pueda estar ocupado. Ante un fallo de suministro, el alumbrado de evacuación debe proporcionar la iluminancia prevista durante una hora. A nivel de suelo se debe tener una iluminancia horizontal mínima de 1 lux, y en los cuadros de distribución de alumbrado de 5 lux. La iluminación de las vías de evacuación se puede llevar a cabo con el alumbrado normal o con el de evacuación.

En el proyecto, en el apartado de *Planos*, se deberán identificar y detallar los caminos de salida y los valores de iluminancia previstos.

El alumbrado antipánico debe garantizar 0,5 lux hasta 1 m de altura desde el suelo.

En nuestro caso particular, se usará el mismo alumbrado de emergencia como alumbrado de evacuación y alumbrado antipánico. *S*iguiendo las indicaciones de la **ITC-BT-28** apartado 3.3, se instalará Alumbrado de seguridad en el hostal en las siguientes estancias:

- Aseos planta baja.
- En las señales de seguridad.
- Cambios de dirección en la ruta de evacuación.
- En la salida de emergencia.
- Cerca de las escaleras de planta baja, planta primera y planta segunda.
- En las escaleras (balizamiento).
- En el exterior del edificio: en la vecindad inmediata a la salida.
- En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado.
- En las habitaciones.
- En el salón.
- En la cocina.

El balizamiento de las escaleras, en caso de incendio, es más eficaz que el alumbrado de emergencia normal, debido a que los pilotos de señalización se colocan a ras del suelo. En muchos incendios el humo cubre toda la zona alta de las estancias impidiendo la visibilidad de alumbrados y señalizaciones.

Debido a las reducidas dimensiones del hostal, se empleará un método de cálculo muy sencillo para el alumbrado de emergencia. Si se requiriera más precisión en el cálculo, es necesario conocer las dimensiones exactas de las estancias, las características de las luminarias, e información sobre el color de las paredes, techos, y usar algún programa informático específico de cálculo de iluminación. La mayoría de las casas comerciales los ofrecen de forma gratuita en sus páginas webs para descargarlos.

Para disminuir el número total de líneas eléctricas en el proyecto se ha decido instalar luminarias fluorescentes autónomas permanentes que cumplan la normas **UNE-EN 60 598-2-22:1999** y **UNE-EN 60 598-2-22:A1:2003,** como indica la **ITC-BT-28** apartado 3.4.1, aunque también se podrían haber instalado luminarias alimentadas por fuente central al contar el hostal con un suministro de seguridad, pero requeriría de un mayor número de cables. Para el cálculo, se van a utilizar luminarias autónomas permanentes de 8W de potencia y 220 lúmenes de flujo luminoso. A continuación, se presentan en los siguientes esquemas los lugares donde irán colocadas las luminarias de emergencia en las plantas baja, primera y segunda:

Figura D.2. Situación de luminarias de emergencia en planta baja.

Figura D.3. Situación de luminarias de emergencia en planta primera.

Figura D.4. Situación de luminarias de emergencia en planta segunda.

Se va a establecer, como valor uniforme de iluminancia, los 5 lm/m^2 que indica el apartado 3.3.1 de la **ITC-BT-28.** En cada una de las estancias de la tabla D.3 serán necesarios unos lúmenes mínimos.

Estancia	Superficie (m^2)	Lúmenes necesarios	Número de luminarias	Lúmenes usados
Exterior edificio	2	10	1	220
Pasillo planta baja	10	50	1	220
Cambio de dirección planta baja	2	10	1	220
Cuadro de alumbrado planta baja	2	10	1	220
Salida de emergencia	2	10	1	220
Aseos	6	30	1	220
Cocina	9	45	1	220
Salón	28	140	1	220
2.º Cambio de dirección planta baja	2	10	1	220
Escaleras Planta Baja	4	20	1	220
Pasillo 1.ª planta	10	50	1	220
Escaleras 1.ª planta	4	20	1	220
Cambio de dirección 1.ª planta	2	10	1	220
Cuadro de alumbrado 1.ª planta	2	10	1	220
Habitacion 1	11	55	1	220
Habitacion 2	11	55	1	220
Habitacion 3	7	35	1	220
Terraza	5	25	1	220
Cambio de dirección 2.ª planta	2	10	1	220
Habitacion 4	11	55	1	220
Habitacion 5	11	55	1	220

Estancia	Superficie (m^2)	Lúmenes necesarios	Número de luminarias	Lúmenes usados
Habitacion 6	7	35	1	220
Cuadro de alumbrado 2.ªplanta	2	10	1	220
Cerca de las escaleras	5	25	1	220

Tabla D.3. Determinación del alumbrado de emergencia.

A partir de esta tabla, se puede calcular la potencia prevista por alumbrado de emergencia multiplicando el número de luminarias por 8 W y considerando un factor de 180 % como indica la **ITC-BT-44** apartado 3.1. A efectos de cálculo, la potencia necesaria para los pilotos de señalización del balizamiento de las escaleras se considera prácticamente despreciable con respecto a las luminarias de emergencia.

3.2 Cálculo de la iluminación en el salón, pasillos y aseos

Se considerará una iluminación media, recomendada por el Comité Español de Iluminación en hoteles, de 150 lux en pasillos y escaleras y de 250 lux en salones.

Para el cálculo del número de luminarias necesarias se empleará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\phi_{\text{lámparas}}}{\phi_{\text{l}}} = \frac{\phi_{\text{útil total}}}{\phi_{\text{l}} C_{\text{u}} f_{\text{m}}}$$

Siendo:

n el número de luminarias necesarias para iluminar la estancia.

$\phi_{\text{útil total}}$ el flujo útil total necesario para iluminar la estancia en lúmenes.

$\phi_{\text{lámparas}}$ el flujo que generan las lámparas para iluminar la estancia en lúmenes.

C_{u} el factor de utilización del local y la luminaria.

f_{m} el factor de mantenimiento de la luminaria.

ϕ_{l} el flujo que proporciona una única luminaria en lúmenes.

El factor de utilización del local y la luminaria dan una idea del flujo útil real que incide en la superficie a iluminar. El flujo útil es menor que el flujo que emite una lámpara en perfectas condiciones y depende de las dimensiones de la estancia a iluminar. El factor del mantenimiento F_{m} tiene en cuenta el envejecimiento y la suciedad de la luminaria.

Si se requiriera más precisión en el cálculo como se ha dicho anteriormente, sería necesario el uso de algún programa informático específico de cálculo de iluminación. Para nuestros cálculos se emplearán lámparas fluorescentes de 42 W con una eficiencia luminosa de 70 lm/W y se va a considerar un valor de $C_{\text{u}} = 0{,}5$ para el salón y $F_{\text{m}} = 0{,}6$. En la tabla D.4 aparece el número de luminarias necesarias en cada estancia.

Estancia	Superficie (m^2)	Flujo útil (lúmen)	Número de luminarias
Pasillo planta baja	10	1 500	2
Escaleras planta baja	4	600	1
Pasillo 1.ª planta	10	1 500	2
Escaleras 1.ª planta	4	750	1
Pasillo 2.ª planta	10	1 500	2
Escaleras 2.ª planta	5	750	1
Salón	28	7 000	8
Aseos	6	900	1

Tabla D.4. Número de luminarias necesarias en el salón, pasillos y escaleras del hostal.

3.3 Cálculo del número mínimo de puntos de utilización en cada circuito interior

Por último, según la **ITC-BT-28** apartado 6, en los locales de reunión, a partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales accionadas por interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Salas de reunión.
- Almacenes.
- Pasillos, escaleras y vestíbulos.

Por ello, en la figura D.5 se presenta un diagrama donde aparece la disposición de subcuadros eléctricos dependientes del cuadro general de mando y protección del hostal. También aparece el grupo electrógeno que alimentará al suministro de seguridad.

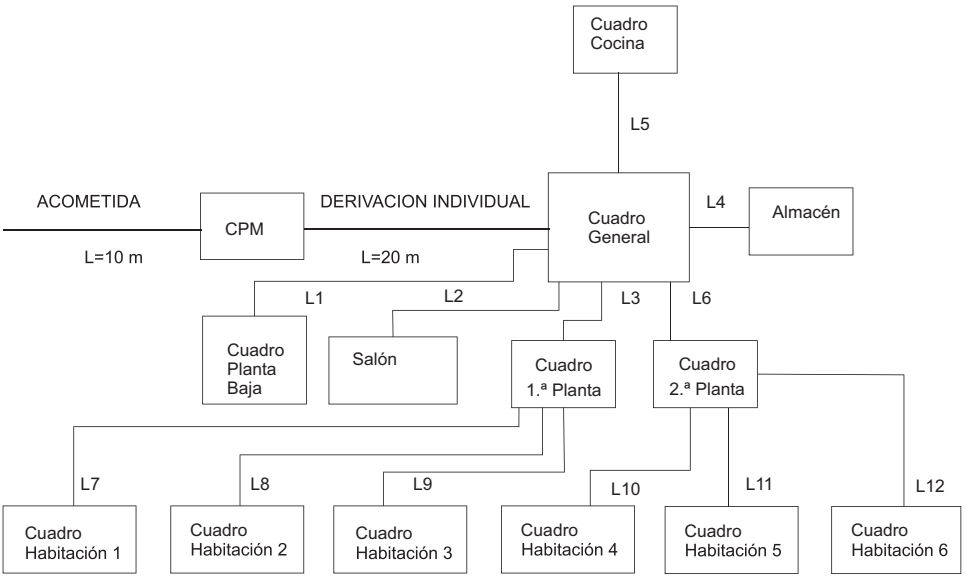


Figura D.5. Situación de luminarias de emergencia en planta segunda.

A continuación, se presentan unas tablas donde se reflejan el número de circuitos que llevará cada subcuadro del edificio y el número mínimo de puntos de utilización en cada uno de ellos para calcular la potencia eléctrica prevista. En los circuitos de iluminación C_1 y C_{12} se han considerado los puntos de iluminación de las tablas D.3 y D.2 respectivamente. Para el cálculo del resto de puntos de utilización en otros circuitos se ha utilizado la tabla 25.2 de la **ITC-BT-25.**

En las tablas de la denominación de cada circuito se ha añadido un segundo subíndice que indica el cuadro eléctrico a que corresponde. Por ejemplo, $C_{1.1}$ corresponde al circuito de puntos de luz de la planta baja; $C_{1.5x}$, $C_{2.5x}$, $C_{5.5x}$ y $C_{12.5x}$ son los circuitos de iluminación, fuerza, baño, aire acondicionado y emergencia de las habitaciones.

Para el aire acondicionado se ha estimado una potencia eléctrica de 100 W/m^2. Las estancias con aire acondicionado son las habitaciones y el salón; por lo tanto, la potencia eléctrica estimada para el aire acondicionado será:

$$100\ \text{W/m}^2 \cdot (11 \cdot 4 + 7 \cdot 2 + 28)\ \text{m}^2 = 8600\ \text{W}$$

Como se han considerado un total de 8 puntos de utilización en los circuitos de aire acondicionado, se ha previsto una potencia en cada toma del circuito C_9 de 1075 W. Este también es un valor adecuado para unidades *split* de aire acondicionado de tipo *inverter*.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados						
Planta baja	**$C_{1.1}$**	**$C_{2.1}$**	**$C_{5.1}$**	**C_{11}**	**$C_{12.1}$ (Alumbrado de emergencia)**	**C_{13}**
Totales	6	3	1	1	8	1
Acceso	1/1				1	
Vestíbulo	1/1	1/1				
Escalera	1/1				1	
Pasillo 1	1/2	2/2			5	
Aseos	1/1		1/1		1	
Grupo de presión						1/1

Tabla D.5. Previsión de puntos de utilización en planta baja.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados							
Cocina	**$C_{1.2}$**	**$C_{2.2}$**	**C_{3}**	**C_{4}**	**$C_{5.2}$**	**C_{10}**	**$C_{12.2}$**
Totales	1	2	1	3	3	1	1
Cocina	1/1	2/2	1/1	3/3	3/3	1/1	1/1

Tabla D.6. Previsión de puntos de utilización en la cocina.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados			
1.ª planta	**$C_{1.3}$**	**$C_{2.3}$**	**$C_{12.3}$ (Alumbrado de emergencia)**
Totales	3	2	4
Pasillo 2	1/2	2/2	3
Escalera	1/1		1

Tabla D.7. Previsión de puntos de utilización en la 1.ª planta.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados			
2.ª planta	**$C_{1.4}$**	**$C_{2.4}$**	**$C_{12.4}$ (Alumbrado de emergencia)**
Totales	4	2	4
Pasillo 3	1/2	2/2	3
Escalera 3	1/1		
Terraza	1/1		1

Tabla D.8. Previsión de puntos de utilización en 2.ª planta.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados					
Habitación	**$C_{1.5x}$**	**$C_{2.5x}$**	**$C_{5.5x}$**	**$C_{9.5x}$**	**$C_{12.5x}$ (Alumbrado de emergencia)**
Totales	3	3	1	1	1
Habitación	2/2	3/3		1/1	1/1
Baño	1/1		1/1		

Tabla D.9. Previsión de puntos de utilización en las habitaciones.

En las habitaciones individuales de 7 m² se ha considerado un total de dos puntos de iluminación en el circuito $C_{1.5x}$ aunque el mínimo reglamentario sería 1.

Tal y como indica la **ITC-BT-28,** apartado 4d, en las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas para alimentar deberá ser tal, que el corte de corriente en cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Por ello, en el salón se van a establecer tres circuitos de alumbrado, $C_{1.6a}$, $C_{1.6b}$ y $C_{1.6c}$.

Receptores mínimos por circuito / Receptores seleccionados						
Salón	**$C_{1.6a}$**	**$C_{1.6b}$**	**$C_{1.6c}$**	**$C_{2.6}$**	**$C_{9.6}$ (Aire acondicionado)**	**$C_{12.6}$ (Emergencia)**
Totales	3	3	2	5	2	1
Salón	2/3	2/3	2/2	3/5	2	1/1
Almacén	**$C_{1.7}$**				**$C_{2.7}$**	
Totales	1				1	
Almacén	1/1				1/1	

Tabla D.10. Previsión de puntos de utilización en el salón y almacén.

Una vez determinado el número de receptores, podemos calcular la potencia demanda por cada circuito aplicando las expresiones:

$$I = n\,I_a F_s F_u \rightarrow P = n\,P_a F_s F_u$$

Siendo:

- n el número de receptores.
- I_a la intensidad prevista por receptor (A).
- F_s el factor de simultaneidad.
- F_u el factor de utilización.
- P_a la potencia prevista por toma (W).
- I la intensidad de corriente prevista en cada circuito (A).
- P la potencia prevista en cada circuito (W).

Hostal					
C_x	n	P_a (W)	F_s	F_u	P (W)
Cuadro planta baja					
$C_{1.1}$	6	75,6	1	1	453,6
$C_{2.1}$	3	3 450	0,2	0,25	517,5
$C_{5.1}$	1	3 450	0,4	0,5	690
C_{11}	1	2 300	1	1	2300
$C_{12.1}$	8	14,4	1	1	115,2
C_{13}	1	1 250	1	1	1 250
Cocina					
$C_{1.2}$	1	200	0,75	0,5	75
$C_{2.2}$	2	3 450	0,2	0,25	345
C_3	1	5 400	0,5	0,75	2 025
C_4	3	3 450	0,66	0,75	5 123,25
$C_{5.2}$	3	3 450	0,4	0,75	2 587
C_{10}	1	3 450	1	0,75	2 587,5
$C_{12.2}$	1	14,4	1	1	14,4

Hostal					
C_x	n	P_a (W)	F_s	F_u	P (W)
Cuadro planta primera					
$C_{1.3}$	3	75,6	1	1	226,8
$C_{2.3}$	2	3 450	0,2	0,25	345
$C_{12.3}$	4	14,4	1	1	57,6
Cuadro planta segunda					
$C_{1.4}$	4	75,6	1	1	302,4
$C_{2.4}$	2	3 450	0,2	0,25	345
$C_{12.4}$	4	14,4	1	1	57,6
Habitaciones					
$C_{1.5x}$	3	200	0,75	0,5	225
$C_{2.5x}$	3	3 450	0,2	0,25	517,5
$C_{5.5x}$	1	3 450	0,4	0,5	690
$C_{9.5x}$	1	1 075	1	1	1 075
$C_{12.5}$	1	14,4	1	1	14,4
Salón					
$C_{1.6abc}$	8	75,6	1	1	604,8
$C_{2.6}$	5	3 450	0,2	0,25	862,5
$C_{9.6}$	2	1 075	1	1	2 150
$C_{12.6}$	1	14,4	1	1	14,4
Almacén					
$C_{1.7}$	1	200	0,75	0,5	75
$C_{2.7}$	1	3 450	0,2	0,25	172,5
Potencia					37 911,45 W

Tabla D.11. Potencia prevista demandada por cada circuito interior.

El valor de la potencia prevista se ha obtenido sumando la potencia de cada cuadro a la potencia de las seis habitaciones. Para el grupo de presión se ha estimado una potencia nominal de la bomba de 1 kW. Según la **ITC-BT-47,** hay que sobredimensionar este valor un 125 %.

En los circuitos $C_{1.1}$, $C_{1.3}$, $C_{1.4}$ y $C_{1.6a}$ $C_{1.6b}$ y $C_{1.6c}$ se han considerado unos factores de utilización y de simultaneidad unitarios y estos son fijos. El factor 1,8 proviene de la **ITC-BT-48** apartado 3.1. Igualmente, en los circuitos $C_{12.1}$, $C_{12.3}$ y $C_{12.4}$ se han empleado factores de utilización y de simultaneidad unitarios por la misma razón.

Al ser un hostal de seis habitaciones se va a considerar un coeficiente de simultaneidad del 90 % para el cálculo de la potencia prevista, pues no siempre estarán ocupadas todas las habitaciones. Este valor se suele estimar en base a la experiencia en el diseño de este tipo de instalaciones, pero en este caso se ha obtenido de la tabla 10.1 de la **ITC-BT-10,** considerando al hostal como un edificio de siete viviendas, ya que de dicha tabla se obtiene 0,9 = 5,4 / 0,6**.** Aunque el hostal no es un edificio de viviendas, se asemeja bastante, y esta cifra es una estimación. Si se desea reducir costes, podría elegirse un coeficiente menor de simultaneidad si se conocieran más datos. De esta forma, las secciones de la acometida y derivación individual serían menores.

En este ejemplo, de todas formas se elegirá un coeficiente de 0,9. Así pues, la potencia de cálculo prevista será de:

$$P_{\text{cálculo}} = 0{,}9 \bullet 37\,911{,}45 = 34\,120{,}3 \text{ W}$$

4. Cálculo de la acometida aérea

La acometida es la línea eléctrica que enlaza la red de distribución de BT con la caja general de protección. Su diseño y cálculo se regirá por las instrucciones **ITC-BT-06, ITC-BT-07** e **ITC-BT-11.**

En la **ITC-BT-11** apartado 1.4, se explica que para el cálculo de la sección se tendrá en cuenta:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la **ITC-BT-10.**
- Tensión de suministro.
- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor.
- La caída de tensión máxima admisible.

4.1 Cálculo de la sección por el criterio Intensidad máxima admisible

Para el cálculo de la intensidad de la acometida se empleará la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\varphi}$$

Siendo:

I la intensidad prevista en la instalación (A).
U la tensión alimentación (V).
cosφ el factor de potencia del circuito.
P la potencia prevista en la instalación (W).

A falta de datos se considerará un factor de potencia de 0,85, que es el caso más desfavorable.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\varphi} = \frac{34\,120,3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 57,94 \text{ A}$$

En la **ITC-BT-06** en la tabla 3, para una sección de 25 mm^2 la intensidad máxima admisible vale (fila 3) 110 A .

Por tanto, los cables con esa sección admiten la corriente prevista de la instalación de 57,94 A

4.2 Cálculo de la sección por el criterio de caída de tensión

La caída de tensión, según la **ITC-BT-11** apartado 1.4, será la impuesta por la compañía distribuidora. De tal forma que en la caja general de protección esté dentro de los límites establecidos ±7 %, lo que conlleva, teniendo en cuenta las caídas del resto de instalaciones en el peor de los casos, que sea como máximo el 0,5 %.

Para el cálculo de la caída de tensión en una línea trifásica inductiva se empleará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\rho P L}{\delta U}$$

Donde:

S es la sección de los conductores de la línea en mm^2.

U es la tensión de suministro trifásico (400 V).

ρ es la resistividad del conductor a la máxima temperatura en Ω mm^2/m.

P es la potencia que circula por la línea en vatios.

L es la longitud de la acometida en metros.

Para el cálculo de la sección se va a considerar el caso más desfavorable, que es cuando la temperatura de los conductores es máxima. Según la tabla 7.2 de la **ITC-BT-07** para el XLPE, esta temperatura es de 90 °C.

Tomando $\rho_{20} = 0,0286\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,00446\,^{o}C^{-1}$; $\Delta T = 70\,^{o}C$, queda:

$$\rho_{90} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,0286 \cdot (1 + 0,00446 \cdot 70) = 0,0375\Omega\frac{mm^2}{m}$$

$$\delta = 0,005 \cdot 400 = 2V$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta V} = \frac{0,375 \cdot 34\,120,3 \cdot 25}{2 \cdot 400} = 40,01mm^2$$

Hay que elegir una sección superior a este valor de la tabla 6 de la **ITC-BT-06,** es decir, se escogerá una sección de 50 mm².

Por tanto el cable elegido será: RZ 0,6/1 kV 3 × 50 Al/54,6 Alm

5. Cálculo de las secciones y protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos

La intensidad de corriente que soportan los conductores de sección 50 mm² durante un cortocircuito de 0,3 s de duración es, según la tabla 8 de la **ITC-BT-06:**

$$I_{cc} = 8\,500\ A$$

Como la corriente de cortocircuito es mayor, ya que la compañía suministradora nos ha proporcionado el dato $I_{cc} = 10$ kA, hay que tomar una sección superior de 95 mm² y comprobar de nuevo este criterio:

$$I_{cc} = 16\,100\ A$$

Por tanto, la sección de los conductores será de 95 mm²:

Cable de la acometida áerea: RZ 0,6/1 kV 3 × 95 Al/54,6 Alm

5.1 Caja general de protección

Según la **ITC-BT-13** apartado 1.2, las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora. Según la **ITC-BT-12** apartado 2.1, para suministros de un único usuario, como es este caso, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida. Este elemento se denomina **caja de protección y medida (CPM).** Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores polares con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Este documento tiene como finalidad aplicar las especificaciones incorporadas en el REBT y no las recogidas por la empresa suministradora, pero, a modo de ejemplo, de forma excepcional, indicaremos cómo se calculará siguiendo las especificaciones de la compañía Iberdrola.

Es necesario saber la potencia prevista de la instalación, es decir:

$$P = 34\,120{,}3\ \text{W}$$

Para un suministro trifásico de un solo abonado y una caja de protección y medida con acometida aérea con potencia inferior a 43,5 kW, se tiene la siguiente caja general de protección:

CPM2-D/E4-IBP

El cálculo de los fusibles se hará en el apartado siguiente, ya que es necesario conocer la sección de la línea general de alimentación.

5.2 Linea general de alimentación

En este caso, al existir la CPM, no existe línea general de alimentación.

5.3 Derivaciones individuales

En este caso, existe una única derivación individual que se inicia en la caja de protección y medida y comprende los fusibles y los dispositivos de mando y protección. Para el cálculo de la línea y diseño hay que estar de acuerdo a lo que indica la **ITC-BT-15.** Las características de los dispositivos de corte y protección se indican en la **ITC-BT-17.**

5.3.1 *Cálculo de la sección por el criterio intensidad máxima admisible*

Al ser el edificio similar a una vivienda unifamiliar, solo habrá una única derivación individual. Como la acometida es trifásica, la derivación individual también lo será.

En la **ITC-BT-15,** apartado 3, se dice que para el cálculo de la intensidad máxima admisible de las derivaciones individuales se tendrá en cuenta lo expuesto en la **ITC-BT-19,** es decir, los valores dados en la norma **UNE 20 460-5-523:2004.**

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma **UNE 21 123** parte 4 ó 5; o a la norma **UNE 21 002** (según la tensión asignada del cable) cumplen con esta prescripción.

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** el cable de sección 16 mm^2 tiene una intensidad máxima admisible de 70 A. Al ser este valor superior a la intensidad máxima prevista de 57,94 A, se da por válido.

El conductor del neutro será en general de la misma sección que los conductores de fase, excepto cuando se justifique que no puedan existir desequilibrios o corrientes armónicas por cargas no lineales. La sección del conductor de protección se puede calcular mediante la tabla 19.2 de la **ITC-BT-19.**

Cable de la derivación individual: RZ1−K 0,6/1kV 4 × 16 + 16 TT

5.3.2 *Cálculo de la sección por el criterio de la caída de tensión*

La caída de tensión máxima permitida es del 1,5 %, como se explica en la **ITC-BT-15,** al ser un suministro para un único usuario.

$$\delta = 0{,}015 \cdot 400 = 6\text{V}$$

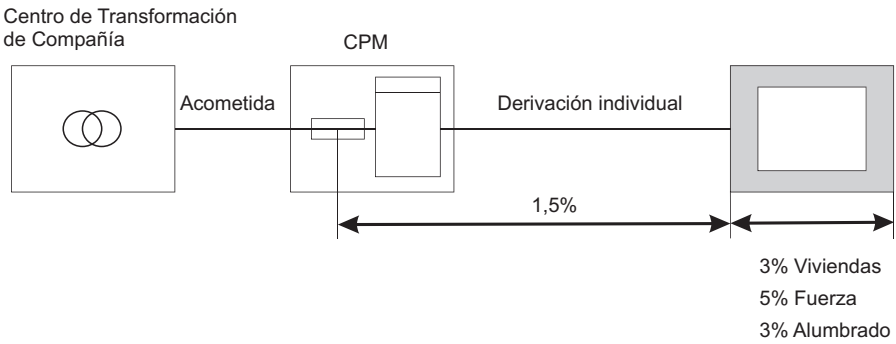


Figura D.6. Caídas de tensión máxima permisibles en la derivacion individual e instalaciones interiores del hostal.

Para el cálculo de la caída de tensión en una línea trifásica, despreciando los efectos inductivos, se empleará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U}$$

Como el cable está aislado con XLPE, la temperatura máxima que hay que considerar según la tabla 7.2 de la **ITC-BT-07** es de 90 °C.

$$\rho_{90} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,0229\Omega\frac{mm^2}{m}$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U} = \frac{0,0229 \cdot 34\,120,3 \cdot 20}{6 \cdot 400} = 6,12\,mm^2$$

Por tanto, la sección de 16 mm² cumple el criterio de caída de tensión

5.3.3 *Cálculo de las protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos*

5.3.3.1 Protección contra sobrecargas

En la **ITC-BT-22** apartado 1.1, se detalla la protección contra sobreintensidades en las instalaciones de baja tensión. Se elegirá como protección de la derivación individual un fusible de tipo gG, es decir, un cartucho fusible de uso general limitador de corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada, I_n, hasta su poder de corte asignado. Sirven para sobrecargas y cortocircuitos. En la norma **UNE-60 269** se indica que en un fusible con curva de fusión tipo gG se debe cumplir:

$$I_b \leq I_n < I_z$$
$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b es la intensidad del circuito según la previsión de cargas.

I_n es la intensidad nominal del circuito de protección.

I_2 es la intensidad de disparo en tiempo convencional (1 o 2 h) para fusibles; I_f es la intensidad de funcionamiento del fusible; I_{f5s} es la intensidad de funcionamiento del fusible en 5 s.

I_z es la intensidad máxima admisible del conductor.

En fusibles se cumple que $I_2 = I_f$ y en este caso $I_f = 1{,}60\ I_n$

Por tanto:

$$I_b \leq I_n \leq 0{,}9 I_z$$

Se debe buscar un fusible cuya intensidad nominal cumpla que:

$$61{,}91\ \text{A} \leq I_n \leq 63\ \text{A}$$

Por tanto, se elige un calibre de 63 A. Los fusibles irán en las bases portafusibles de 63 A de la CPM.

5.3.3.2 Protección contra cortocircuitos

Hay que calcular las corrientes máximas y mínimas de cortocircuito de la instalación. La corriente máxima de cortocircuito es la que ha proporcionado la compañía al principio de la instalación y vale:

$$I_{ccmx} = 10\ \text{kA}$$

Se ha de elegir un fusible con un poder de corte superior a 10 kA. Según la norma **UNE-HD 60 269-3-1:2005** el poder de corte mínimo con el que debe fabricarse un fusible de baja tensión es de 50 kA, por lo que cualquier fusible valdría en este caso particular.

Por otro lado, la intensidad de fusión del fusible en 5 s, I_f, debe ser soportada por el conductor. La sección del conductor que aguanta esta corriente durante 5 s se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{t}\, I}{K}$$

Donde:

S es la sección del conductor en mm^2.

K es un coeficiente que depende del tipo de aislamiento del cable y de la sección, según la norma **UNE 20 460-4-43:2003** para el XLP, según esta norma $K = 143$.

t es el tiempo de duración del cortocircuito en s.

I es la intensidad de cortocircuito efectiva.

Eligiendo t = 5s, y como según la UNE-EN 60269-1 para un fusible de 63A I_{f5s} = 320 A, se tiene una sección de:

$$S = \frac{\sqrt{t}\, I}{K} = \frac{\sqrt{5} \cdot 1{,}6 \cdot 63}{143} = 1{,}58\ \text{mm}^2,$$

por lo que el cable RZ1−K 0,6/1kV 4 × 16 + 16 TT protegido con el fusible de 63 A soporta esta corriente durante 5 s.

Por último, la intensidad mínima de cortocircuito tiene que ser mayor que la intensidad de fusión del fusible en 5 s, para que actúe la protección y se proteja al cable.

En instalaciones de baja tensión, la corriente de cortocircuito I_{cc} se puede calcular con la siguiente fórmula, siempre y cuando el centro de transformación se encuentre fuera del edificio en cuestión:

$$I_{cc} = \frac{0{,}8U}{R}$$

Donde:

U es la tensión monofásica fase-neutro (230V).

R es la resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Para una longitud de 20 m de derivación, su resistencia a 20 °C será:

$$S_{\text{derivación}} = \frac{\rho_{20} L}{S} = \frac{0,018 \cdot 20}{16} = 0,0225\Omega$$

$$I_{\text{ccmin}} = \frac{0,8U}{R} = 8\,177,77\ \text{A} > 1,6 \cdot 63 = 100,8\ \text{A}$$

Datos de la derivación individual: RZ1-K(As) 0,6/1kV 4 × 16 + 16 TT, fusible gG de I_n = 63A
El hilo de mando para el cambio de tarifa será de 1,5 mm²

5.3.4 *Cálculo de los tubos*

Según la **ITC-BT-21** apartado 1.2.2, para más de cinco conductores por tubo, su sección interior será como mínimo igual a tres veces la sección ocupada por los conductores. La sección ocupada por los conductores es 5 • 16 + 1,5 = 81,5 mm².

$$3 \cdot 81,5\ \text{mm}^2 = 244,5\ \text{mm}^2$$

$$D = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} = 17,64\ \text{mm}$$

Según la **ITC-BT-15,** el diámetro mínimo será de 32 mm, y según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21** el diámetro será como mínimo $\varnothing_{\text{ext}} = 40$ mm.

Se elige, por tanto, dicho diámetro, $\varnothing_{\text{ext}} = 40$ mm

5.4 Instalaciones interiores

5.4.1 *Cálculo de las líneas L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 y L_6*

En estas líneas que alimentan a los cuadros eléctricos de la planta baja, salón, 1.ª planta, almacén, cocina y 2.ª planta respectivamente, se va a considerar la máxima caída de tensión permisible como del 3 %, tal y como indica la **ITC-BT-19** apartado 2.2.2.

5.4.1.1 Línea L_1

Se instalará una línea monofásica al cuadro eléctrico de la planta baja debido a su previsión de potencia. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima permisible para una línea monofásica es:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U}$$

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ y $\alpha = 0,0039°\text{C}^{-1}$, $\Delta T = 50°\text{C}$

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Fijándonos en la tabla D.12, la potencia prevista vale:

$$P_{L1} = 5\,326,3\ \text{W}$$

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 5\,326,3 \cdot 20}{0,03 \cdot 230 \cdot 230} = 3,61\text{mm}^2$$

La intensidad que circula por la línea L_1, considerando un factor de potencia de 0,85 por no tener más datos, será:

$$I_{L1} = \frac{P_{L1}}{U\cos\varphi} = \frac{5\,326,3}{230 \cdot 0,85} = 27,24\ \text{A}$$

Con una sección de 6 mm² la intensidad máxima admisible del cable es 36 A, según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004.** Esta corriente es superior a los 27,24 A que se tienen previstos.
Para el cálculo de los IGA y PIA, se deberá cumplir:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Así, para el cálculo del IGA se cumplirá:
27,24 A ≤ 32A ≤ 36 A

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As) 2 × 1 × 6 + 6TT, y el interruptor general automático de 32 A nominales

Según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 25 mm.

5.4.1.2 Línea L_2

Igualmente, se instalará una línea monofásica al cuadro eléctrico del salón debido a su previsión de potencia.

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, $\Delta T = 50°C$

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Fijándose en la tabla D.11, la potencia prevista vale:

$$P_{L2} = 3631,7\ W$$

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 3631,7 \cdot 25}{0,03 \cdot 230 \cdot 230} = 2,46\ mm^2$$

La intensidad que circula por la línea L_2, considerando un factor de potencia de 0,85, será:

$$I_{L2} = \frac{P_{L2}}{U\cos\varphi} = \frac{3631,7}{230 \cdot 0,85} = 18,57\ A$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** con una sección de 2,5 mm², la intensidad máxima admisible del cable es 21 A, superior a los 18,57 A que se tienen previstos.
El IGA no podrá ser de 16 A de corriente nominal, ya que no se cumple:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$18,57\ A > 16\ A < 21\ A$$

Por lo que se elegirá una sección de 4 mm² que tiene una corriente máxima admisible de $I_z = 27$ A. El IGA será de 20 A nominales. Así:

$$18,57\ A < 20\ A < 27\ A$$

Pero como el cuadro del salón lleva un circuito de aire acondicionado con un interruptor magnetotérmico de 25 A, se colocará un IGA de 32 A en esta línea para permitir demandar potencia al resto de circuitos.

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As) 2 × 1 × 4 + 4TT, protegido con un IGA de 32 A nominales

Según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 20 mm.

5.4.1.3 Línea L_3

Se instalará una línea trifásica del cuadro general al cuadro de la primera planta debido a la gran potencia prevista. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima permisible es, para una línea trifásica:

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U}$$

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, $\Delta T = 50°C$

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Fijándose en la tabla D.12, la potencia prevista vale:

$$P_{L3} = (3 \cdot 2\,521,9) + 226,8 + 345 + 57,6 = 8\,195,1\,W$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U} = \frac{0,0215 \cdot 8\,195,1 \cdot 25}{0,03 \cdot 400 \cdot 400} = 0,53\,mm^2$$

La corriente prevista, considerando un factor de potencia 0,85, será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{8\,195,1}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 13,92\,A$$

De la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** con una sección de 2,5 mm², la intensidad máxima admisible del cable es 18,5 A, superior a los 13,92 A que se han previsto.

El IGA de la línea L_3, colocado en el cuadro general de mando y protección, será trifásico de 16 A:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$13,92\,A < 16\,A < 18,5\,A$$

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As) 4 × 1 × 2,5 + 2,5TT, protegido con un IGA de 16 A nominales

Según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 20 mm.

5.4.1.4 Línea L_4

Se instalará una línea monofásica al subcuadro del almacén debido a su previsión de potencia.

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, ΔT=50°C

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Fijándose en la tabla D.12, la potencia prevista vale:

$$P_{L4} = 247,5\,W$$

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 247,5 \cdot 25}{0,03 \cdot 230 \cdot 230} = 0,0839\,mm^2$$

La intensidad que circula por la línea L_4, considerando un factor de potencia de 0,85, será:

$$I_{L4} = \frac{P_{L4}}{U\cos\varphi} = \frac{247,5}{230 \cdot 0,85} = 1,26\,A$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE 20 460-5-523:2004,** con una sección de 1,5 mm², la intensidad máxima admisible del cable es 15 A, superior a los 1,26 A que se tienen previstos.

El IGA será de 20 A de corriente nominal, ya que el cuadro lleva un PIA de 16 A.

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As) 2 × 1 × 1,5 + 1,5TT, protegido con un IGA de 20 A nominales

Según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 16 mm.

5.4.1.5 Línea L_5

Se instalará una línea trifásica del cuadro general al cuadro de la cocina debido a la gran potencia prevista.

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, ΔT=50°C

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

La potencia prevista es, fijándose en la tabla D.12:

$$P_{L5} = 12\,240,15\ W$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta V} = \frac{0,021 \cdot 12\,240,15 \cdot 25}{0,03 \cdot 400 \cdot 400} = 0,7923\ mm^2$$

La corriente prevista, considerando un factor de potencia 0,78, será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{12\,240,15}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 20,78\ A$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE 20460-5-523:2004,** con una sección de 4 mm², la intensidad máxima admisible del cable es 24 A, superior a los 20,91 A que se han previsto.

El IGA de la línea L_5 colocado en el cuadro general de mando y protección será trifásico de 25 A y la sección de 6 mm² para que se cumpla la siguiente desigualdad:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$22,35\ A < 25\ A < 23\ A$$

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As) 4 × 1 × 6 + 6TT, protegido con un IGA de 25 A nominales

Según la tabla 5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 25 mm.

5.4.1.6 Línea L_6

Se instalará una línea trifásica del cuadro general al cuadro de la segunda planta debido a la gran potencia prevista.

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, ΔT=50°C

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

La potencia prevista es, fijándose en la tabla D.12:

$$P_{L6} = 8\,270,7\ W$$

$$S = \frac{\rho PL}{\delta U} = \frac{0,0215 \cdot 8\,270,7 \cdot 25}{0,03 \cdot 400 \cdot 400} = 0,5354\ mm^2$$

La corriente prevista, considerando un factor de potencia 0,85, será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi} = \frac{8\,270,7}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 14,04\ A$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE 20460-5-523:2004,** con una sección de 2,5 mm², la intensidad máxima admisible del cable es 18,5 A, superior a los 14,04 A que se han previsto.

El IGA de la línea L_3 colocado en el cuadro general de mando protección será trifásico de 16 A.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$14,04\ A < 16\ A < 18,5\ A$$

El cable elegido será el ES 07Z2-K(As) 4 × 1 × 2,5 + 2,5TT, protegido con un IGA de 16 A nominales

Según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 20 mm.

Interruptores generales automáticos del cuadro general de mando y protección	I_n	Conductor	Tipo	Fase
General	63 A		Trifásico	RST
L_1	32 A	ES 07Z1 K(As) 2 × 1 × 6 + 6TT	Monofásico	R
L_2	32 A	ES 07Z1 K(As) 2 × 1 × 4 + 4TT	Monofásico	S
L_3	16 A	ES 07Z1 K(As) 4 × 1 × 2,5 + 2,5TT	Trifásico	RST
L_4	20 A	ES 07Z1 K(As) 2 × 1 × 1,5 + 1,5TT	Monofásico	T
L_5	25 A	ES 07Z1 K(As) 4 × 1 × 6 + 6TT	Trifásico	RST
L_6	16 A	ES 07Z1 K(As) 4 × 1 × 2,5 + 2,5TT	Trifásico	RST

Tabla D.12. Cables e Interruptores Generales Automáticos de las líneas L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 y L_6.

Ahora se va a calcular la caída de tensión en estas líneas, considerando una distancia media de 25 m y que circula la corriente nominal del IGA de cada línea. Esta suposición es muy desfavorable porque la demanda prevista va a ser menor. En la tabla D.14 se tienen los resultados de caída de tensión en cada línea.

Línea	IGA (A)	Número de fases	Sección (mm^2)	Potencia máxima (W)	Caída de tensión (V)	%
L_1	32	Monofásico	6	7360	5,73	2,49
L_2	32	Monofásico	4	7360	8,6	3,74
L_3	16	Trifásico	2,5	11085,12	5,95	1,49
L_4	20	Monofásico	1,5	4600	14,33	6,23
L_5	25	Trifásico	6	17320,51	3,88	0,97
L_6	16	Trifásico	2,5	11085,12	5,96	1,49

Tabla D.13. Caída de tensión máxima en las líneas a los cuadros L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 y L_6.

Como puede observarse, en las líneas L_2 y L_4 la caída de tensión supera la máxima permitida por el REBT en la **ITC-BT-19** apartado 2.2.2, debido a la gran distancia de 25 m. Como los cuadros de las plantas alimentan a los cuadros de las habitaciones, y estos a sus circuitos interiores, se van a aumentar las secciones de todas las líneas con el objetivo de disminuir la caída de tensión en estos tramos. En la tabla D.15 aparecen las nuevas caídas de tensión con las nuevas secciones elegidas.

Línea	IGA (A)	Número de fases	Sección (mm^2)	Potencia máxima (W)	Caída de tensión (V)	%
L_1	32	Monofásico	10	7360	3,44	1,50
L_2	32	Monofásico	10	7360	3,44	1,50
L_3	16	Trifásico	4	11085,12	3,72	0,93
L_4	20	Monofásico	6	4600	3,58	1,56
L_5	25	Trifásico	6	17320,51	3,88	0,97
L_6	16	Trifásico	4	11085,12	3,72	0,93

Tabla D.14. Caída de tensión máxima en las líneas a los cuadros L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 y L_6 con secciones aumentadas.

Así pues, los conductores, protecciones y diámetro de los tubos serán los siguientes:

Interruptores generales automáticos del cuadro general de mando y protección	I_n	Conductor	Tipo	Fase	Diámetro (mm)
General	63 A		Trifásico	RST	
L_1	32 A	ES 07Z1 K(As) 2 × 1 × 10 + 10TT	Monofásico	R	25
L_2	32 A	ES 07Z1 K(As) 2 × 1 × 10 + 10TT	Monofásico	S	25
L_3	16 A	ES 07Z1 K(As) 4 × 1 × 4 + 4TT	Trifásico	RST	25
L_4	20 A	ES 07Z1 K(As) 2 × 1 × 6 + 6TT	Monofásico	T	25
L_5	25 A	ES 07Z1 K(As) 4 × 1 × 6 + 6TT	Trifásico	RST	25
L_6	16 A	ES 07Z1 K(As) 4 × 1 × 4 + 4TT	Trifásico	RST	25

Tabla D.15. Cables e Interruptores Generales Automáticos de las líneas L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 y L_6.

5.4.2 *Cálculo de la sección de las líneas L_7, L_8, L_9, L_{10}, L_{11}, L_{12} y L_{13}*

Todas estas líneas alimentan a los cuadros de las habitaciones. Como la potencia prevista es igual en todas ellas, bastará con realizar los cálculos para una de ellas. En todas estas líneas se va a considerar la máxima caída de tensión permisible como del 3 %, tal y como indica la **ITC-BT-19** apartado 2.2.2.

Se instalarán líneas monofásicas a los cuadros de las habitaciones debido a su previsión de potencia. La fórmula que da la sección necesaria en función de la caída de tensión máxima permisible para una línea monofásica es:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U}$$

Tomando: $\rho_{20} = 0,018\Omega\frac{mm^2}{m}$ y $\alpha = 0,0039°C^{-1}$, ΔT=50°C

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (70 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Fijándonos en la tabla D.12:

$$P_{L7} = 2\,521,9\,W$$

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 2\,521,9 \cdot 25}{0,03 \cdot 230 \cdot 230} = 1,65\,mm^2$$

La intensidad que circula por la línea L_7, considerando un factor de potencia de 0,85, será:

$$I_{L7} = \frac{P_{L7}}{U\cos\varphi} = \frac{2\,521,9}{230 \cdot 0,85} = 12,9\,A$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE 20460-5-523:2004,** con una sección de 2,5 mm^2, la intensidad máxima admisible del cable es 21 A, superior a los 12,9 A que se tienen previstos.

El IGA será de 16 A de corriente nominal, pues se cumple que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$12,9\,A < 16\,A < 21\,A$$

Cuando circula la corriente máxima del IGA de 16 A por la línea L_7, la caída de tensión vale:

$$\delta = \frac{2\rho PL}{SU} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 230 \cdot 16 \cdot 25}{2,5 \cdot 230} = 6,88\,V$$

En porcentaje, es un 2,9 %. Como va a haber circuitos interiores que parten de los cuadros de las habitaciones, se va a considerar una sección mayor de 16 mm^2. En este caso, la caída de tensión en el caso más desfavorable valdrá:

$$\delta = \frac{2\rho PL}{SU} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 230 \cdot 16 \cdot 25}{16 \cdot 230} = 2,15\ \text{V}\ o\ 0,9\%$$

Los cables elegidos serán del tipo ES 07Z1-K(As) 4 × 1 × 10 + 10TT, protegidos con un IGA de 16 A nominales, pues cada habitación va a tener un circuito de aire acondicionado

Según la tabla 21.5 de la **ITC-BT-21,** los tubos deberán tener un diámetro mínimo de 25 mm.

Línea	IGA (A)	Número de fases	Sección (mm^2)	Potencia máxima (W)	Caída de tensión (V)	%
L_7	32	Monofásica	16	7360	2,15	0,9
L_8	32	Monofásica	16	7360	2,15	0,9
L_9	32	Monofásica	16	7360	2,15	0,9
L_{10}	32	Monofásica	16	7360	2,15	0,9
L_{11}	32	Monofásica	16	7360	2,15	0,9
L_{12}	32	Monofásica	16	7360	2,15	0,9

Tabla D.16. Secciones e interruptores generales automáticos de las líneas a los cuadros de las habitaciones L_7, L_8, L_9, L_{10}, L_{11} y L_{12}.

Fijándonos en la tabla D.12, la potencia del grupo electrógeno será la suma de la del grupo de presión y la del circuito de automatización C_{11}:

$$P_L 13 = 3550\text{W}$$

Tomando $\rho_{20} = 0,018\ \Omega\text{mm2/m}$ y $\alpha = 0,0039°\text{C}^{-1}$, $\Delta T = 50°\text{C}$

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot 50) = 0,0215\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Considerando una distancia máxima de 25m y un factor de potencia de 0,85:

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} = 2,4\,\text{mm}^2$$

$$I_{C13} = \frac{P_{C13}}{U\cos\varphi} = 18,16\,\text{A}$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19** obtenida de la norma **UNE 20460-5-523:2004,** con una sección de 2,5 mm^2 la intensidad máxima admisible de l cable es de 21ª, superior a los 18,16ª que se tienen previstos.

El IGA será de 20A, pues se cumple 18,16A ≤ 20A ≤ 21A.

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As) 2 × 1 × 2,5 + 2,5TT

5.4.3 *Cálculo de las secciones de los circuitos interiores*

5.4.3.1 Circuitos de iluminación y alumbrado de emergencia

5.4.3.1.1 Circuitos $C_{1.1}$, $C_{1.2}$, $C_{1.3}$, $C_{1.4}$, $C_{1.5}$, $C_{1.7}$, $C_{1.6abc}$, $C_{12.1}$, $C_{12.2}$, $C_{12.3}$, $C_{12.4}$, $C_{12.5x}$, y $C_{12.6}$

Todos estos circuitos irán con un interruptor automático de 10 A y una sección de 1,5 mm², puesto que la potencia demandada por ellos es muy inferior a 2 300W.

Según la **ITC-BT-28** apartado 4d, hay que dividir la iluminación de los locales de reunión en tres partes, por lo que se han instalado tres circuitos en el Salón $C_{1.6a}$, $C_{1.6b}$, $C_{1.6c}$. El cable en todos ellos será ES 07Z1-K(As+)2 × 1 × 1,5 + 1,5TT.

5.4.3.1.2 Circuitos de fuerza $C_{2.1}$, $C_{2.2}$, $C_{2.3}$, $C_{2.4}$, $C_{2.5x}$, C_3, C_4, $C_{5.1}$, $C_{5.2}$, $C_{5.5x}$, $C_{9.5x}$, $C_{9.6}$, C_{10}, C_{11} y C_{13}

Para los circuitos de fuerza se elegirá la misma sección y la misma intensidad nominal que en los circuitos de la tabla 25.1 de la **ITC-BT-25,** para garantizar seguridad y comodidad a los usuarios, ya que el número de receptores puede ser mayor que en los circuitos de iluminación. Esta elección es correcta, porque el número de puntos de utilización previstos es inferior al de la tabla 25.1 de la **ITC-BT-25.**

5.4.3.2 Cálculo del circuito del grupo de presión C_{13}

Al ser la bomba un motor, hay que considerar una potencia de cálculo del 125 % del valor nominal tal y como explica la **ITC-BT-47.** Se ha estimado una potencia de 1 000 W, de sobra suficiente para el tamaño del hostal.

$$I_{C13} = \frac{P_{C13}}{U\cos\varphi} = \frac{1250}{230 \cdot 0,85} = 6,4 \text{ A}$$

Según la tabla 19.1 de la **ITC-BT-19,** obtenida de la norma **UNE-20 460-5-523:2004,** para S = 1,5 mm² la intensidad máxima admisible del cable es 15 A, superior a los 6,4 A que demanda la bomba. El PIA será de 10 A ya que:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$6,4 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 15 \text{ A}$$

El cable elegido será el ES 07Z1-K(As+) 2 × 1 × 1,5 + 1,5TT

Se calculan ahora las longitudes máximas que puede tener cada circuito interior que parte de los cuadros de cada planta cuando circula la corriente nominal de interruptor automático que los protege. Para ello, a la caída de tensión del 3 % para instalaciones interiores, se le descontarán las caídas de tensión de las líneas L_1, L_2, L_3 y L_4 calculadas de la tabla D.14, para así garantizar que en el conjunto de las instalaciones interiores se cumplen las caídas de tensión inferiores al 3 %.

$$S = \frac{2\rho PL}{\delta U} \rightarrow L = \frac{\delta U}{2\rho P} \rightarrow L = \frac{S\delta}{2\rho I}$$

Siendo:

- *U* la tensión alimentación (V).
- *S* la sección mínima del circuito (mm²).
- *L* la longitud de la línea (m).
- δ la máxima caída de tensión permitida (V).
- ρ la resistividad en $(\Omega \frac{mm^2}{m})$.
- *I* la intensidad automática (A).

La potencia será máxima cuando el cosφ = 1 en cada uno de los circuitos. La resistividad del cobre a 70 °C por la utilización de aislante termoplástico tipo PVC.

$$\rho_{70} = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T) = 0,018 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (90 - 20)) = 0,0215\Omega\frac{mm^2}{m}$$

Por ejemplo, para el circuito $C_{2.5x}$ de la habitación 6 de la 2.ª planta, para calcular la caída de tensión permitida, $\delta_{permitida}$, se ha considerado una caída máxima, $\delta_{máxima}$, del 3 %, que es la que fija la **ITC-BT-19** apartado 2.2.2 para circuitos interiores a viviendas. A ese valor hay que descontarle la máxima caída de tensión de la línea L_6 al cuadro de la segunda planta y la caída de tensión de la línea L_{12} al cuadro de la habitación 6, $\delta_{cuadros}$, reflejadas en las tablas D.15 y D.17 respectivamente.

$$\delta_{permitida} = \delta_{máxima} - \delta_{cuadros} = 6,9 - \frac{3,64}{\sqrt{3}} - 2,15 = 2,60\,V$$

$$L = \frac{S\delta}{2\rho I} = \frac{2,5 \cdot 2,60}{2 \cdot 0,0215 \cdot 16} = 9,45\,m$$

Circuito interior	S (mm^2)	Tensión (V)	δ mx (V)	δ cuadros (V)	δ permitida (V)	I (A)	$L_{máxima}$ (m)
$C_{1.1}$	1,5	230	6,9	3,36	3,46	10	12,07
$C_{1.2}$	1,5	230	6,9	2,19	4,66	10	16,26
$C_{1.3}$	1,5	230	6,9	2,10	4,75	10	16,57
$C_{1.4}$	1,5	230	6,9	2,10	4,75	10	16,57
$C_{1.5x}$	1,5	230	6,9	3,82	2,60	10	9,07
$C_{1.6abc}$	1,5	230	6,9	3,36	3,46	10	12,07
$C_{1.7}$	1,5	230	6,9	3,50	3,32	10	11,57
$C_{12.1}$	1,5	230	6,9	3,36	3,46	10	12,07
$C_{12.2}$	1,5	230	6,9	2,19	4,66	10	16,26
$C_{12.3}$	1,5	230	6,9	2,10	4,75	10	16,57
$C_{12.4}$	1,5	230	6,9	2,10	4,75	10	16,57
$C_{12.5x}$	1,5	230	6,9	3,82	2,60	10	9,07
$C_{12.6}$	1,5	230	6,9	3,44	3,46	10	12,07
$C_{2.1}$	2,5	230	6,9	3,36	3,46	16	12,57
$C_{2.2}$	2,5	230	6,9	2,19	4,66	16	16,93
$C_{2.3}$	2,5	230	6,9	2,10	4,75	16	17,26
$C_{2.4}$	2,5	230	6,9	2,10	4,75	16	17,26
$C_{2.5x}$	2,5	230	6,9	3,82	2,60	16	9,45
$C_{2.6}$	2,5	230	6,9	3,36	3,46	16	12,57
$C_{2.7}$	2,5	230	6,9	3,50	3,32	16	12,05
C_3	6	230	6,9	2,19	4,66	25	26,01
C_4	4	230	6,9	2,19	4,66	20	21,68
$C_{5.1}$	2,5	230	6,9	3,36	3,46	16	12,57
$C_{5.2}$	2,5	230	6,9	2,19	4,66	16	16,93
$C_{5.5x}$	2,5	230	6,9	3,82	2,60	16	9,45
$C_{9.5x}$	6	230	6,9	3,82	2,60	25	14,51
$C_{9.6}$	6	230	6,9	3,36	3,46	25	19,31
C_{10}	2,5	230	6,9	2,19	4,66	16	16,93
C_{11}	1,5	230	6,9	3,36	3,46	10	12,07
C_{13}	1,5	230	6,9	2,19	3,46	10	12,07

Tabla D.17. Longitud máxima de los circuitos interiores para garantizar una caída de tensión máxima del 3 %.

Siempre que la longitud de los conductores no exceda de la permitida para los cálculos de la previsión de carga de cada uno de los circuitos, utilizaremos las secciones y diámetros de los tubos indicados en la tabla 25.1 de la **ITC-BT-25.**

$C_{ircuito}$	Sección (mm^2)	Interruptor magnetotérmico (A)	Diámetro tubo (mm)
$C_{1.1}$	1,5	10	16
$C_{1.2}$	1,5	10	16
$C_{1.3}$	1,5	10	16
$C_{1.4}$	1,5	10	16
$C_{1.5x}$	1,5	10	16
$C_{1.6abc}$	1,5	10	16
$C_{1.7}$	1,5	10	16
$C_{12.1}$	1,5	10	16
$C_{12.2}$	1,5	10	16
$C_{12.3}$	1,5	10	16
$C_{12.4}$	1,5	10	16
$C_{12.5x}$	1,5	10	16
$C_{12.6}$	1,5	10	16
$C_{2.1}$	2,5	16	20
$C_{2.2}$	2,5	16	20
$C_{2.3}$	2,5	16	20
$C_{2.4}$	2,5	16	20
$C_{2.5x}$	2,5	16	20
$C_{2.6}$	2,5	16	20
$C_{2.7}$	2,5	16	20
C_{3}	6	25	20
C_{4}	4	20	25
$C_{5.1}$	2,5	16	20
$C_{5.2}$	2,5	16	20
$C_{5.5x}$	2,5	16	20
$C_{9.5x}$	6	25	20
$C_{9.6}$	6	25	25
C_{10}	2,5	16	25
C_{11}	1,5	10	20
C_{13}	1,5	10	20

Tabla D.18. Diámetro de los tubos de los circuitos interiores.

5.4.3.3 Protección contra los contactos indirectos

Se protegerán los circuitos mediante interruptores diferenciales trifásicos y dos monofásicos:

Diferencial	Cuadro	I_n	Tipo	Sensibilidad	Fase	Circuitos protegidos				
Diferencial A	General	63 A	Trifásico	300 mA	RST	Toda la instalación				
Diferencial B1	Planta baja	25 A	Monofásico	30 mA	R	$C_{1.1}$	$C_{2.1}$	$C_{5.1}$	C_{11}	$C_{12.1}$
Diferencial B2	Planta baja	25 A	Monofásico	30 mA	S	$C_{1.1}$	$C_{1.3}$			
Diferencial C1	1.ª planta	25 A	Monofásico	30 mA	S	$C_{1.3}$	$C_{.2.3}$	$C_{12.3}$		
Diferencial C2	1.ª planta	16 A	Trifásico	30 mA	RST	L_7	L_8	L_9		
Diferencial D1	2.ª planta	25 A	Monofásico	30 mA	T	$C_{1.4}$	$C_{2.4}$	$C_{12.4}$		
Diferencial D2	2.ª planta	16 A	Trifásico	30 mA	RST	L_{10}	L_{11}	L_{12}		
Diferencial E1	Salón	25 A	Monofásico	30 mA	S	$C_{1.6a}$	$C_{1.6b}$	$C_{1.6c}$		
Diferencial E2	Salón	40 A	Monofásico	30 mA	S	$C_{2.6}$	$C_{9.6}$	$C_{12.6}$		
Diferencial F	Almacén	25 A	Monofásico	30 mA	T	$C_{1.7}$	$C_{2.7}$			
Diferencial G1	Cocina	40 A	Monofásico	30 mA	R	$C_{1.2}$	$C_{2.2}$	C_3		
Diferencial G2	Cocina	40 A	Monofásico	30 mA	S	C_4	$C_{5.2}$	C_{10}	$C_{12.2}$	
Diferencial H	Habitaciones	40 A	Monofásico	30 mA	R,S,T	$C_{1.5x}$	$C_{2.5x}$	$C_{5.5x}$	$C_{9.5x}$	$C_{12.x}$

Tabla D.19. Interruptores diferenciales de la instalación.

6. Cálculo de la puesta a tierra

Según **ITC-BT-24, ITC-BT-26** e **ITC-BT-25,** para este tipo de instalaciones vamos a utilizar un método de conexión de neutro TT. La puesta a tierra se establece con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar el funcionamiento de las protecciones y eliminar o disminuir los riesgos que supone una avería en los materiales eléctricos usados. Según **ITC-BT-18** apartado 9, el parámetro más importante es la resistencia en ohmios de la puesta a tierra del edificio.

El valor de la resistencia tiene que ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

La resistencia de puesta a tierra del edificio, obtenida mediante la instalación de picas verticales, viene dada por la expresión:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

R la resistencia de puesta a tierra en Ω.

L longitud de la pica en m.

ρ la resistividad media del terreno en Ωm.

Según el punto 9 de la **ITC-BT-18,** para un edificio en terreno con una naturaleza de arena arcillosa, corresponde una resistividad de 500 Ωm (de 100 a 500 Ωm).

Utilizaremos picas de 2 m de longitud. La resistencia de cada una de ellas será:

$$R = \frac{500}{2} = 250\ \Omega$$

Fijando una R_T de puesta a tierra de 15 Ω, usual para edificios con pararrayos, obtenemos la cantidad de picas necesarias:

Como las picas están conectadas en paralelo:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{n}{R},$$

siendo *n* el número de picas conectadas en paralelo:

$$n = \frac{250}{15} = 16,67$$

Serían necesarias **17 picas de cobre** de 2m de longitud

Por último, debemos comprobar que en ningún caso se sobrepase la tensión de contacto límite convencional:

$$U \geq R_a\, I_a$$

Donde:

R_a es la suma de resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático de protección (corriente diferencial-residual asignada).

$$U \geq R_a\, I_a = 15 \cdot 0,03 = 0,45\ \text{V}$$

El valor de *U* es mucho menor que las tensiones de contacto (24 V y 50 V), luego el dimensionado de la puesta a tierra es correcto.

El resto de elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra se realizaran según las especificaciones de la **ITC-BT-18.**

Esquemas unifilares

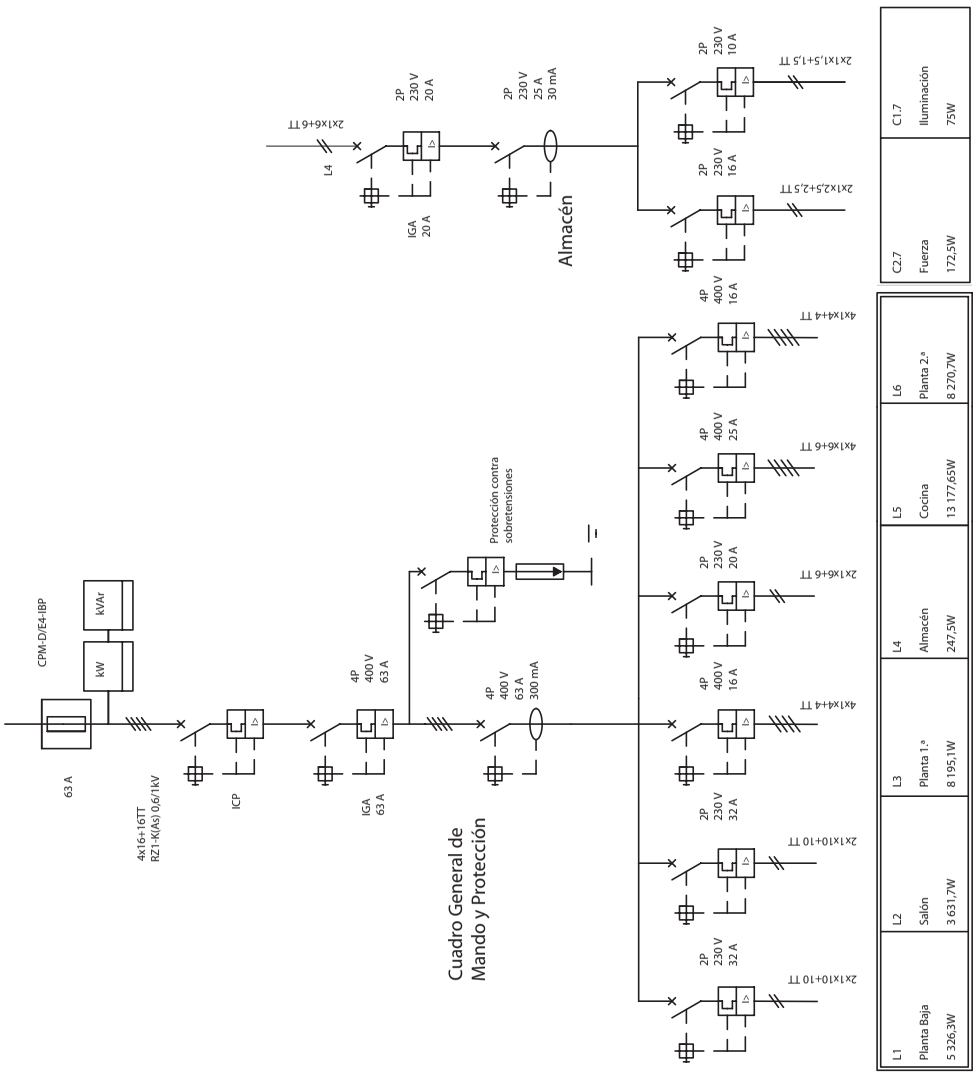
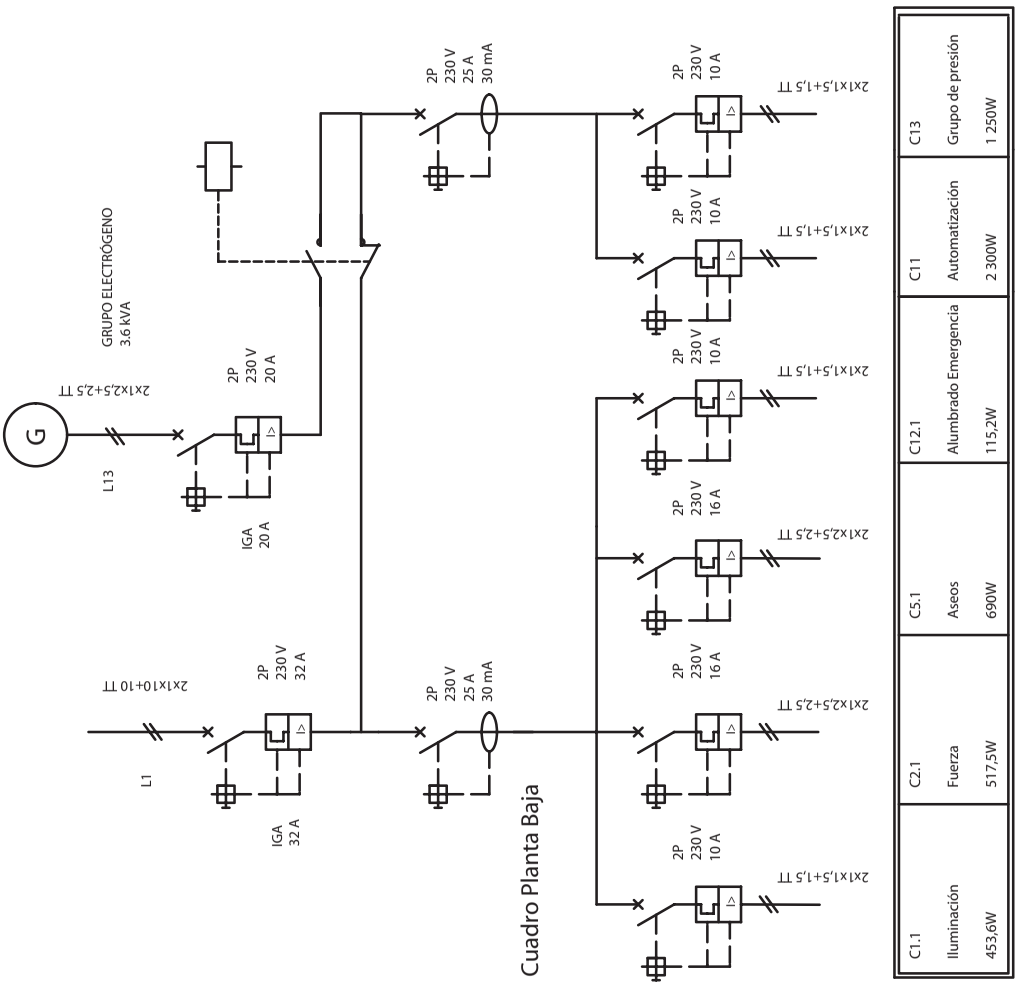
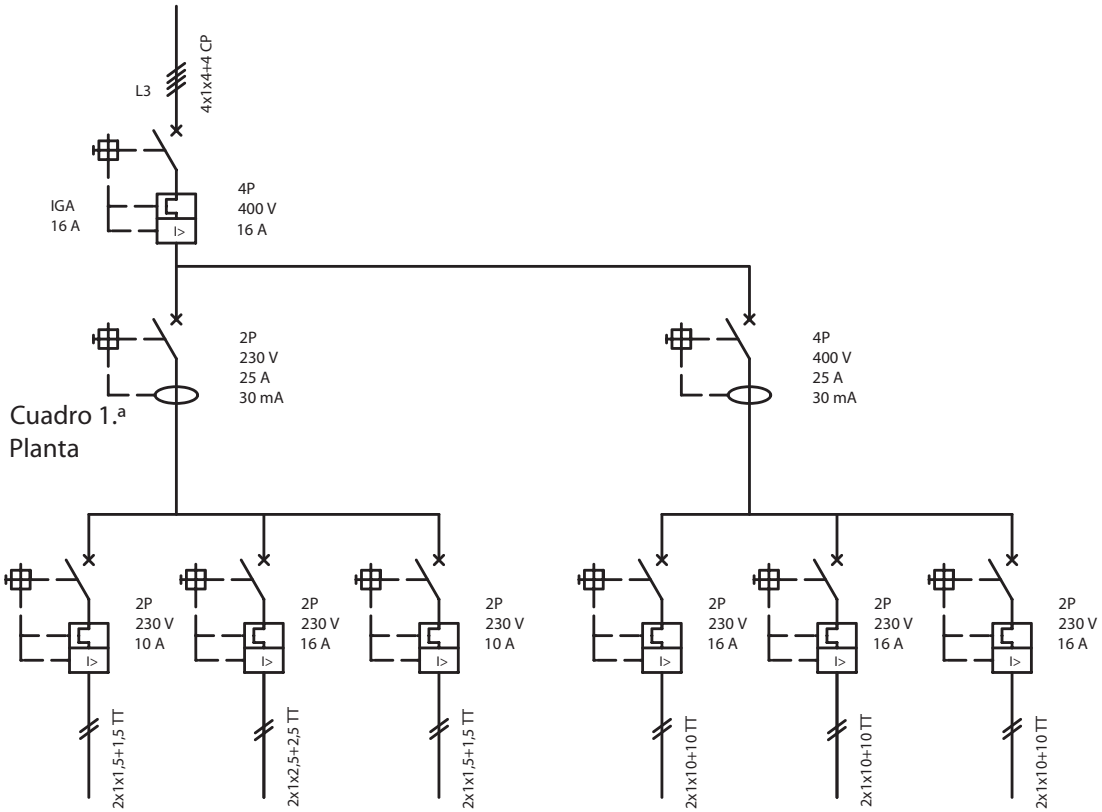


Figura D.7. Esquema unifilar. Cuadro general y cuadro de almacén.

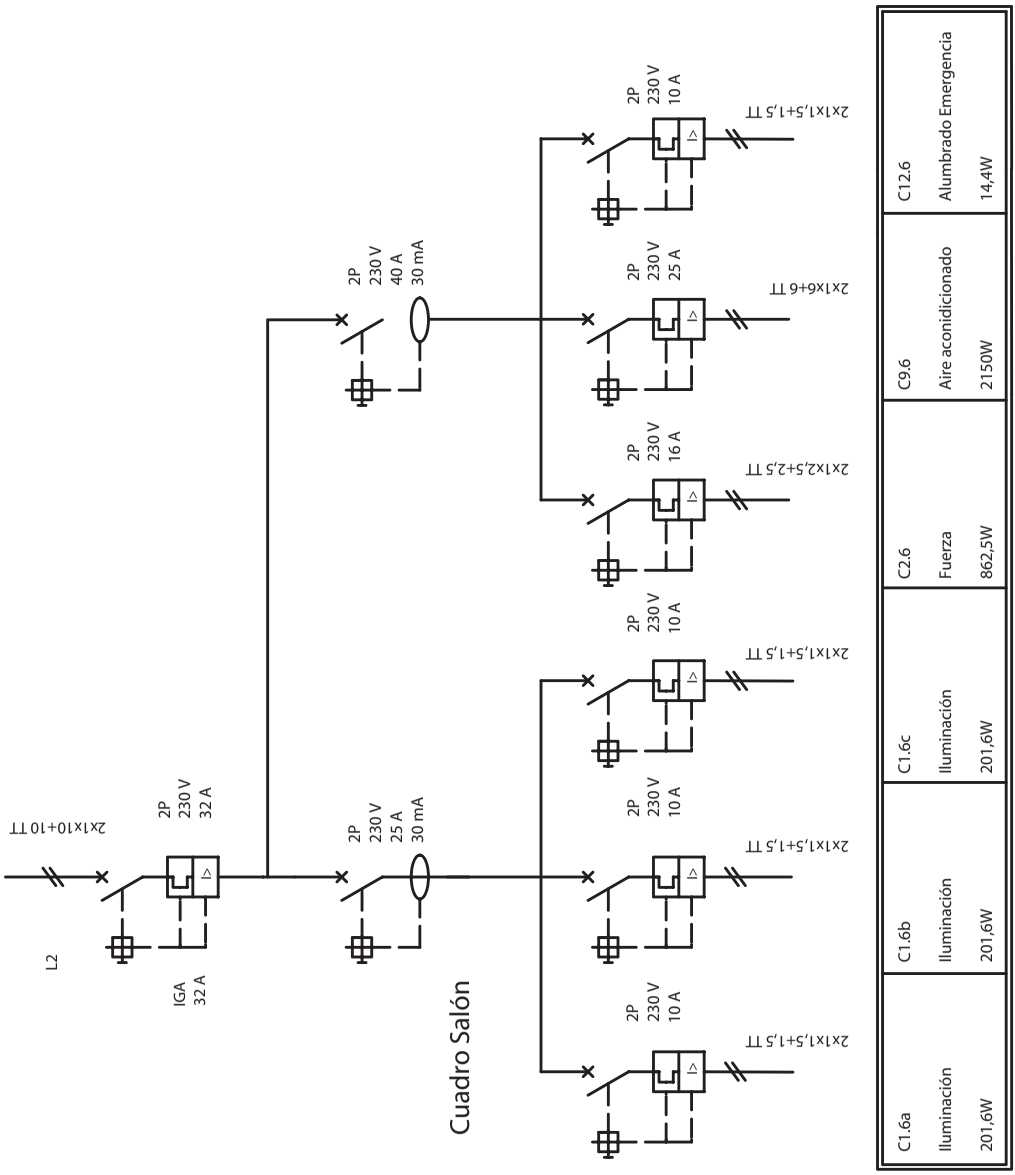

GRUPO ELECTRÓGENO
3.6 kVA
G
2x1x2,5+2,5 TT
L13
2P
230 V
20 A
IGA
20 A
L1
2x1x10+10 TT
2P
230 V
32 A
IGA
32 A
2P
230 V
25 A
30 mA
2P
230 V
25 A
30 mA
Cuadro Planta Baja
2P
230 V
10 A
2x1x1,5+1,5 TT
2P
230 V
16 A
2x1x2,5+2,5 TT
C1.1
Iluminación
453,6W
C2.1
Fuerza
517,5W
C5.1
Aseos
690W
C12.1
Alumbrado Emergencia
115,2W
C11
Automatización
2 300W
C13
Grupo de presión
1 250W

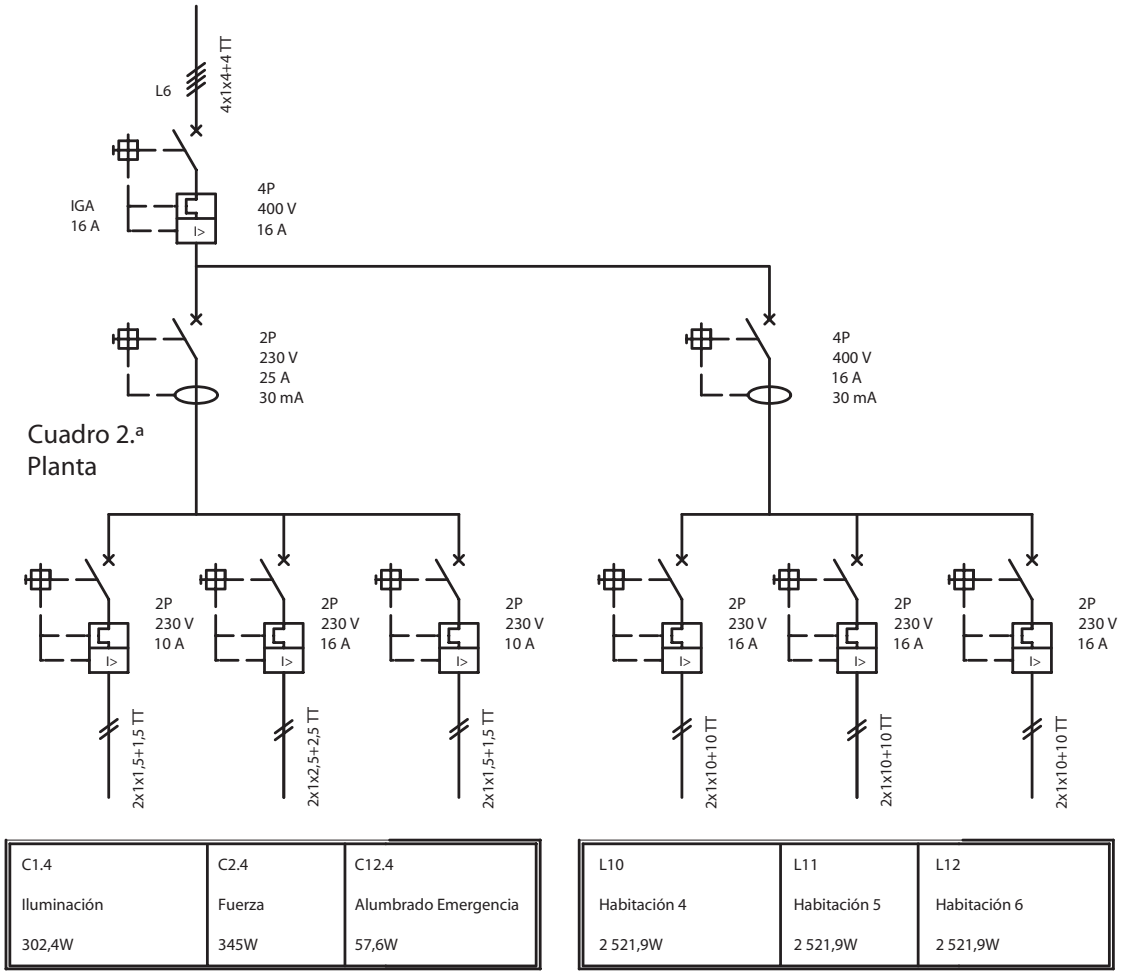


C1.3	C2.3	C12.3
Iluminación	Fuerza	Alumbrado Emergencia
226,8W	345W	57,6W

L7	L8	L9
Habitación 1	Habitación 2	Habitación 3
2 521,9W	2 521,9W	2 521,9W

Figura D.8. Esquema unifilar. Cuadros planta baja y primera.

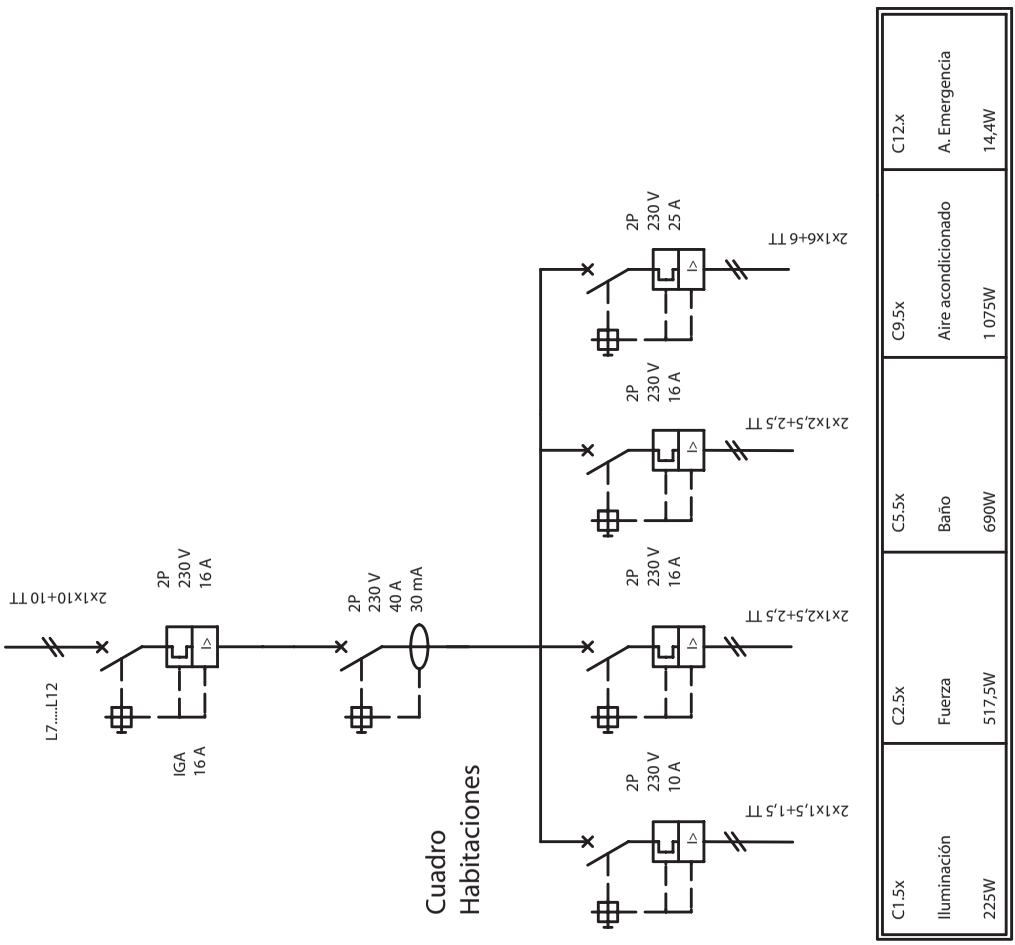

2x1x10+10 TT
L2
IGA
32 A
2P
230 V
32 A
2P
230 V
25 A
30 mA
Cuadro Salón
2P
230 V
40 A
30 mA
2P
230 V
10 A
2x1x1,5+1,5 TT
2P
230 V
10 A
2x1x1,5+1,5 TT
2P
230 V
10 A
2x1x1,5+1,5 TT
2P
230 V
16 A
2x1x2,5+2,5 TT
2P
230 V
25 A
2x1x6+6 TT
2P
230 V
10 A
2x1x1,5+1,5 TT
C1.6a
Iluminación
201,6W
C1.6b
Iluminación
201,6W
C1.6c
Iluminación
201,6W
C2.6
Fuerza
862,5W
C9.6
Aire acondicionado
2150W
C12.6
Alumbrado Emergencia
14,4W

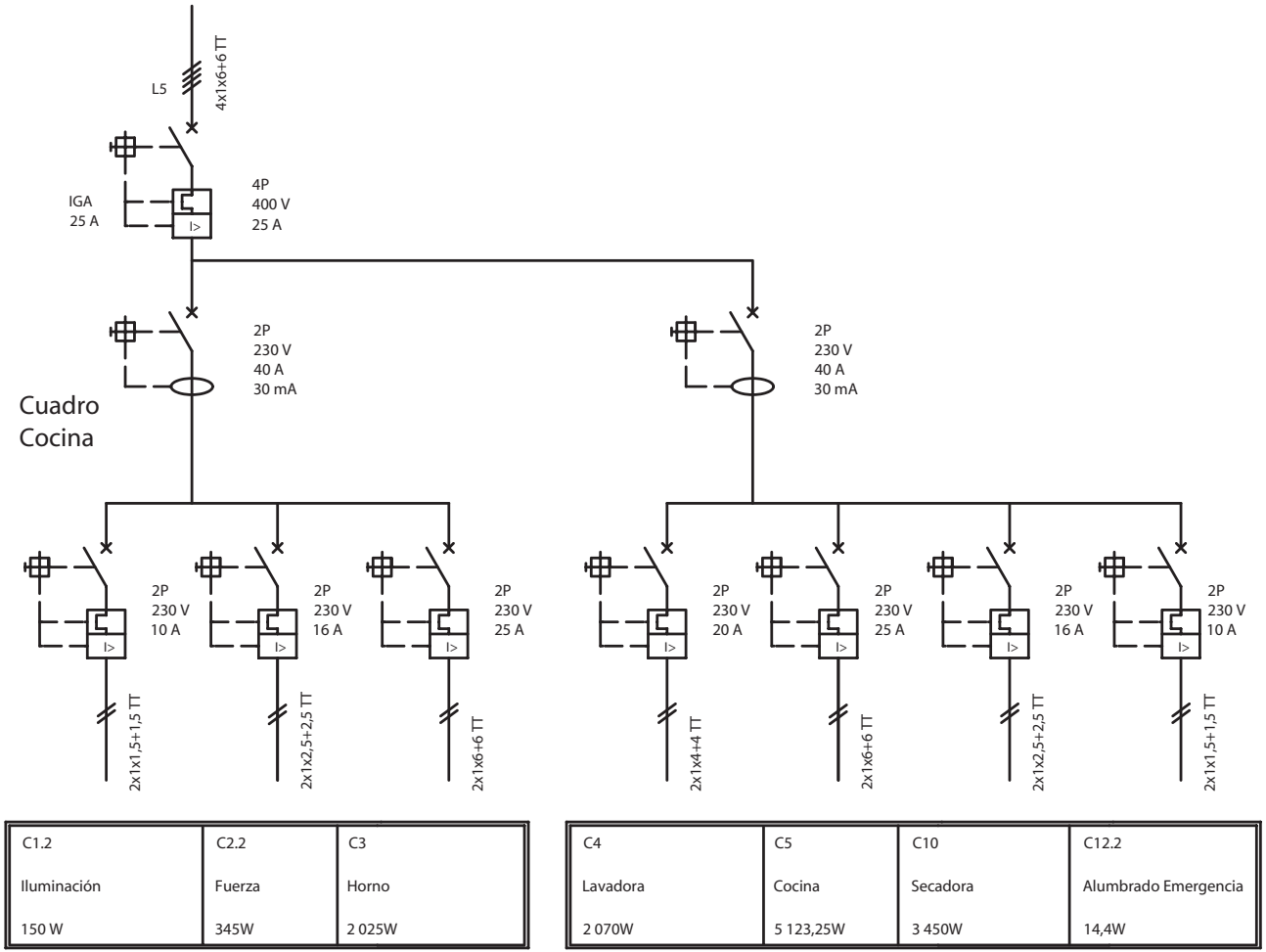


C1.4	C2.4	C12.4
Iluminación	Fuerza	Alumbrado Emergencia
302,4W	345W	57,6W

L10	L11	L12
Habitación 4	Habitación 5	Habitación 6
2 521,9W	2 521,9W	2 521,9W

Figura D.9. Esquema unifilar. Cuadros salón y 2.ª planta.


2x1x10+10 TT
L7.....L12
IGA
16 A
2P
230 V
16 A
2P
230 V
40 A
30 mA
Cuadro
Habitaciones
2P
230 V
10 A
2x1x1,5+1,5 TT
2P
230 V
16 A
2x1x2,5+2,5 TT
2P
230 V
16 A
2x1x2,5+2,5 TT
2P
230 V
25 A
2x1x6+6 TT
C1.5x
Iluminación
225W
C2.5x
Fuerza
517,5W
C5.5x
Baño
690W
C9.5x
Aire acondicionado
1 075W
C12.x
A. Emergencia
14,4W



C1.2	C2.2	C3
Iluminación	Fuerza	Horno
150 W	345W	2 025W

C4	C5	C10	C12.2
Lavadora	Cocina	Secadora	Alumbrado Emergencia
2 070W	5 123,25W	3 450W	14,4W

Figura D.10. Esquema unifilar. Cuadros cocina y habitaciones.

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO
PARA BAJA TENSIÓN

1.ª EDICIÓN

El Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) es una herramienta de consulta indispensable para todo instalador, profesional titulado, ingeniero proyectista, fabricante o alumno de ciclos formativos del área de Electricidad y Electrónica.
En esta edición, el texto recoge las actualizaciones al Real Decreto 842 de 18 de septiembre de 2003 consecuencia de la publicación del Real Decreto 560 de 7 de mayo de 2010.
El manual incluye una batería de actividades de aplicación directa e interpretación del REBT, así como tres modelos de los proyectos más comunes de instalación: un edificio de viviendas, un hogar unifamiliar y un local de pública concurrencia.

El CD que acompaña al manual ofrece muchos más recursos útiles para cualquier consulta sobre la aplicación del REBT.

Esperamos le sea de utilidad

madrid