

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-12 INSTALACIONES DE ENLACE. ESQUEMAS

INTRODUCCIÓN

Las ITC-BT-12, hasta la ITC-BT-17, regulan las instalaciones de enlace, esto es, desde el final de la acometida hasta los dispositivos de mando y protección de la instalación interior. Cada una de ellas se refiere a una de las partes en que podemos dividir las instalaciones de enlace.

En esta ITC-BT-12 se define el concepto de instalación de enlace y se indica las diferentes partes que la forman. Así mismo en esta ITC se definen cuatro esquemas diferentes que pueden adoptar estas instalaciones, según el número de usuarios a los que alimenta: 1, 2, o más de dos usuarios y en este último caso según el número de centralizaciones de contadores.

1. INSTALACIONES DE ENLACE

1.1. Definición

1.2. Partes que constituyen las instalaciones de enlace

2. ESQUEMAS

2.1. Para un solo usuario

2.2. Para más de un usuario

2.2.1. Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

2.2.2. Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar

2.2.3. Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar

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)

La empresa suministradora instala el interruptor de control de potencia (ICP) que es el dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la que tiene contratada.

El ICP se utiliza para suministros en baja tensión y hasta una intensidad de 63 A. La tabla siguiente muestra las intensidades de ICPs normalizadas.

MONOFÁSICO - Tensión 230 V		TRIFÁSICO - Tensión 230 / 400V	
Intensidad ICP	Potencia nominal	Intensidad ICP	Potencia nominal
1,5	345	1,5	1,039
3	690	3	2.078
3,5	805	3,5	2.425
5	1.150	5	3.464
7,5	1.725	7,5	5.196
10	2.300	10	6.928
15	3.450	15	10.392
20	4.600	20	13.856
25	5.750	25	17.320
30	6.900	30	20.748
35	8.050	35	24.248
40	9.200	40	27.712
45	10.350	45	31.176
50	11.500	50	34.640
63	14.490	63	43.646

Para suministros de intensidad superior a 63 A no se utiliza el ICP, sino que se utilizarán interruptores de intensidad regulable, maxímetros o integradores incorporados al equipo de medida de energía eléctrica. En estos casos puede no ser preceptiva la instalación de la caja para ICP.

2. ESQUEMAS

LEYENDA:

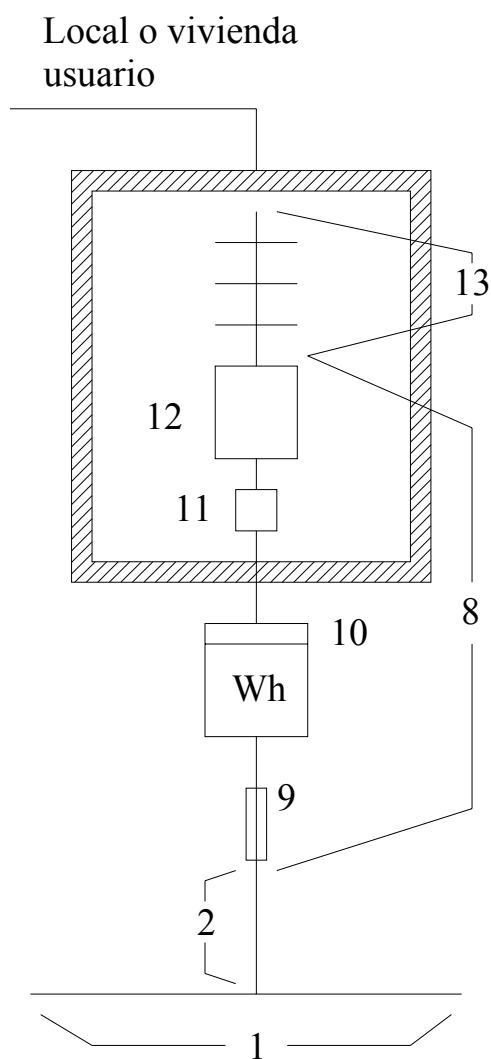
- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Red de distribución | 8. Derivación individual |
| 2. Acometida | 9. Fusible de seguridad |
| 3. Caja general de protección | 10. Contador |
| 4. Línea general de alimentación | 11. Caja para interruptor de control de potencia |
| 5. Interruptor general de maniobra | 12. Dispositivos generales de mando y protección |
| 6. Caja de derivación | 13. Instalación interior |
| 7. Emplazamiento de contadores | |

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.

Esquema 2.1. *Para un solo usuario*



En estos casos tal y como se indica en la ITC-BT-13 punto 2, se puede utilizar la Caja de Protección y Medida, (CPM), que reúne bajo la misma envolvente, los fusibles generales de protección, el contador y en su caso el dispositivo para discriminación horaria.

2.2. Para más de un usuario

Las instalaciones de enlace se ajustarán a los siguientes esquemas según la colocación de los contadores.

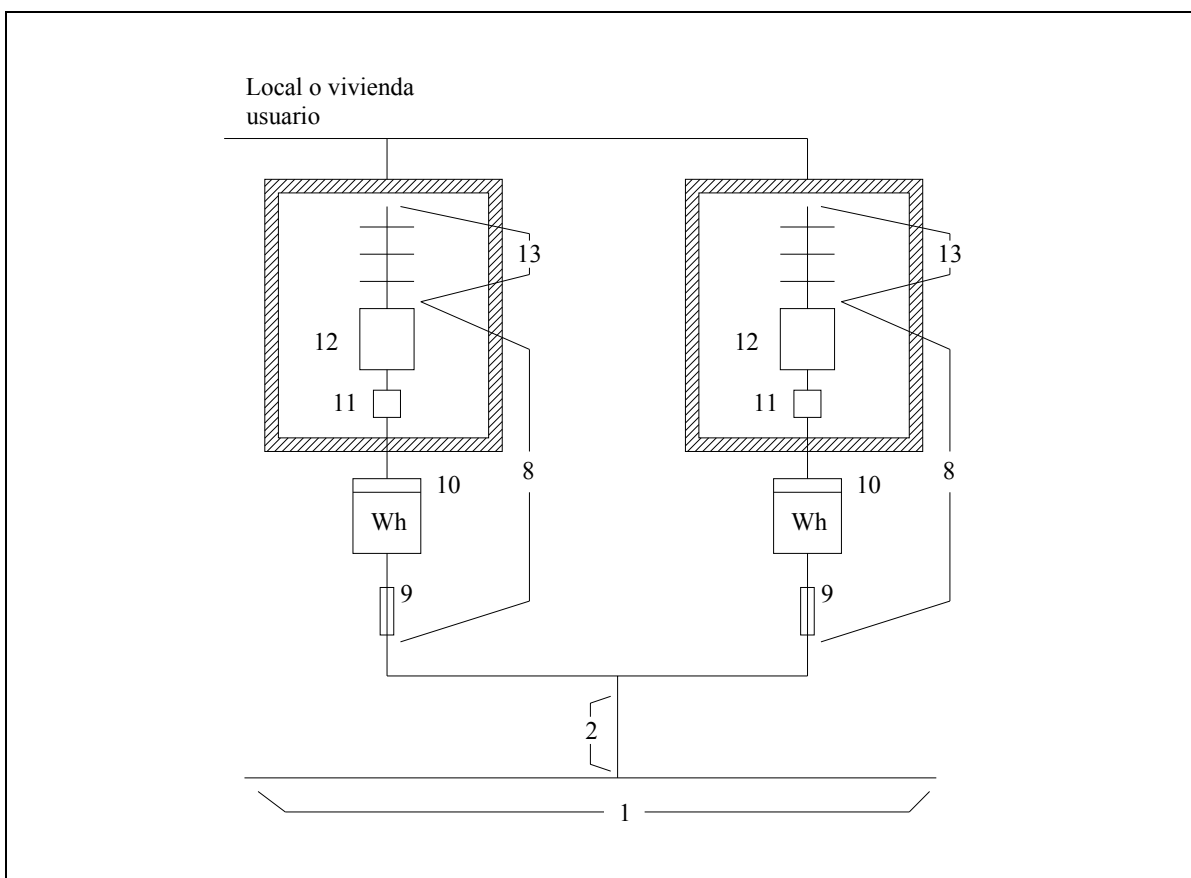
2.2.1. Colocación de contadores para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar

El esquema 2.1 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.

Esquema 2.2.1.

Para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar



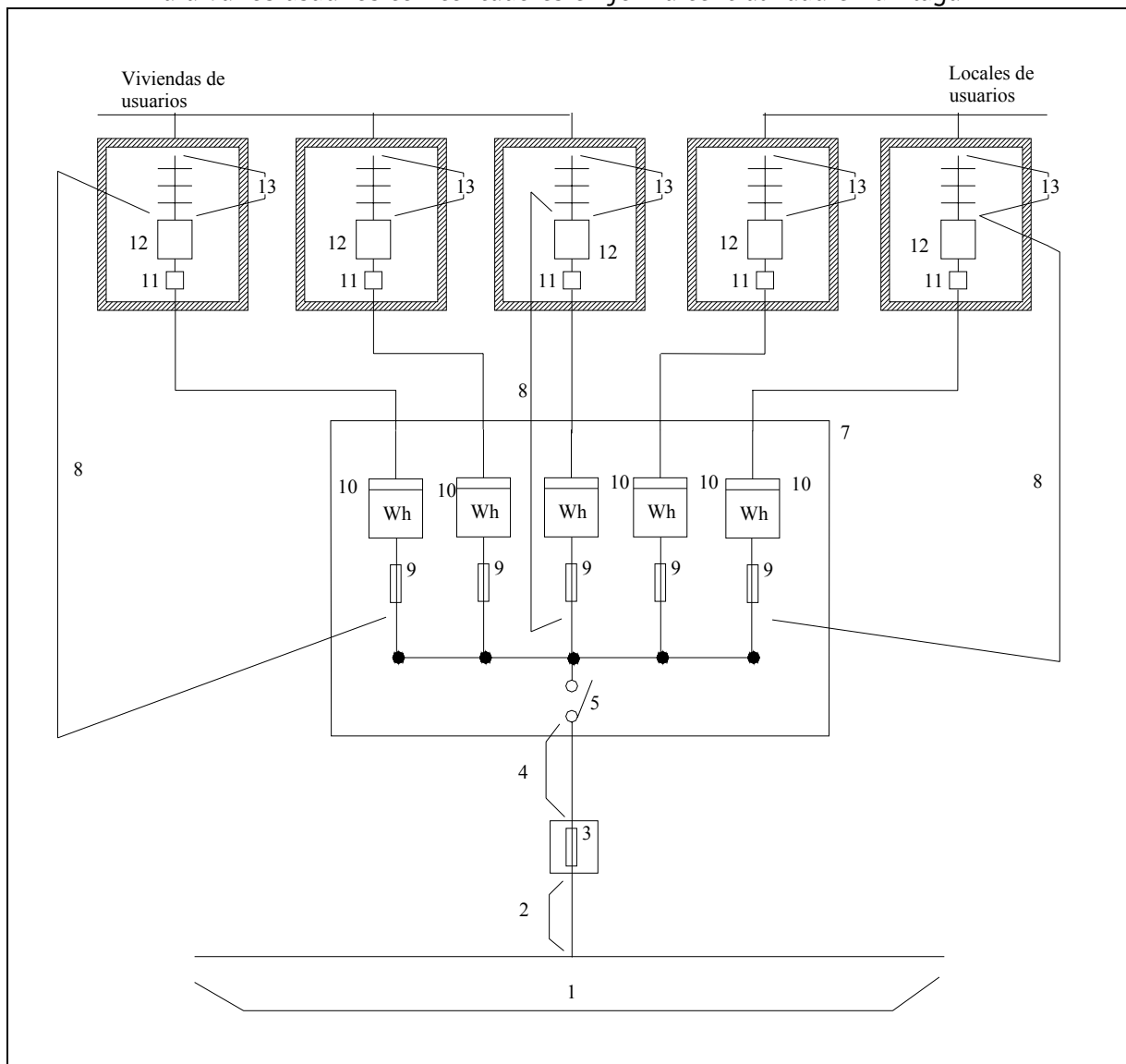
La aplicación típica de este esquema es por ejemplo en chalets adosados o pareados, de forma que se instalan dos cajas de protección y medida (CPM) empotradas en el mismo nicho, o bien una caja doble que agrupe los contadores y fusibles de protección de los dos usuarios.

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.

Esquema 2.2.2.

Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar



LEYENDA:

1. Red de distribución.

8. Derivación individual.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 2. Acometida. | 9. Fusible de seguridad. |
| 3. Caja general de protección. | 10. Contador. |
| 4. línea general de alimentación. | 11. Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5. Interruptor general de maniobra. | 12. Dispositivos generales de mando y protección. |
| 6. Caja de derivación. | 13. Instalación interior. |
| 7. Emplazamiento de contadores. | |

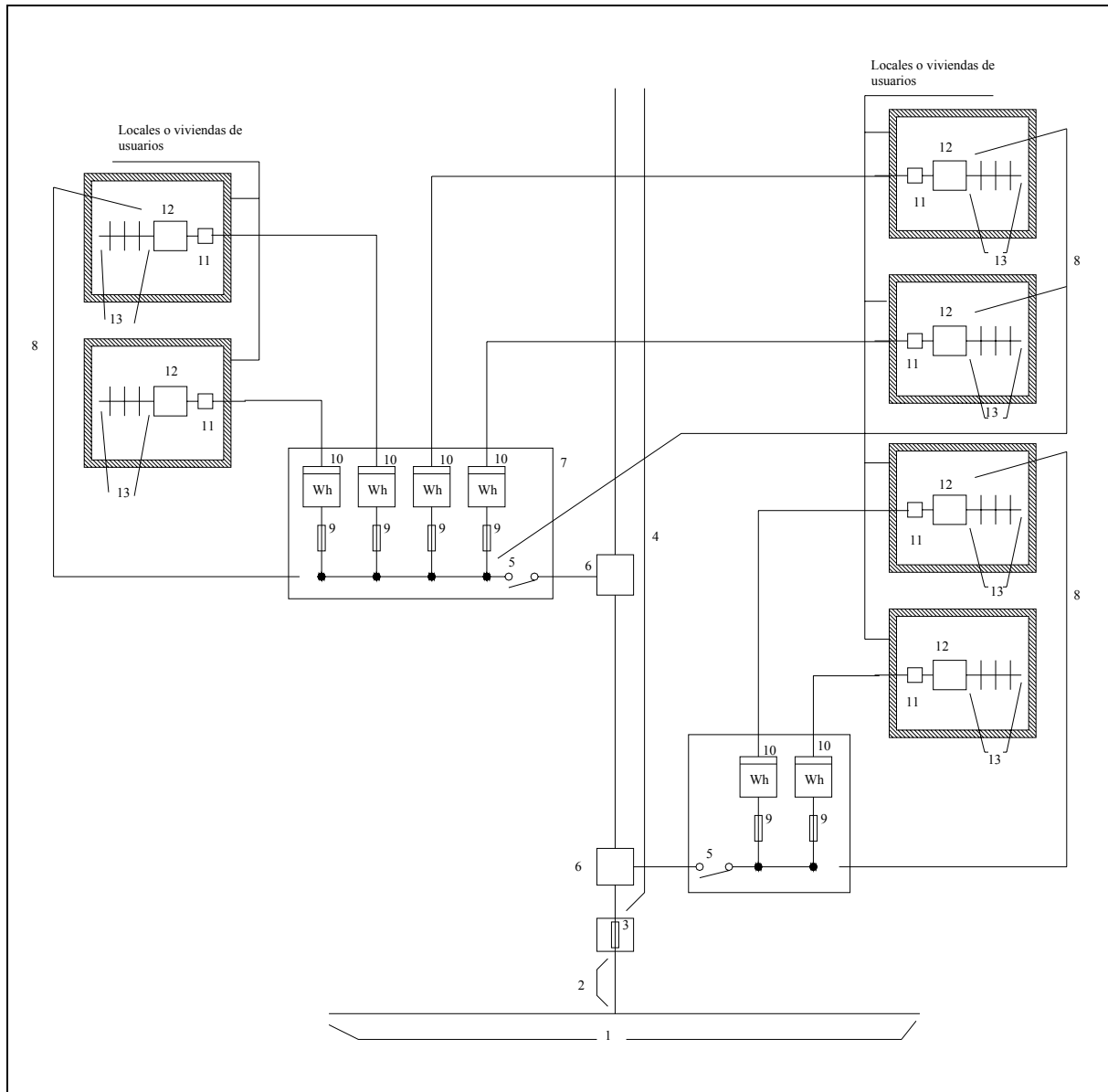
2.2.3. Colocación de contadores en forma centralizada en más de un lugar

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 aconsejen. 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 60439-2**.

Esquema 2.2.3.

Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en más de un lugar



LEYENDA:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. Red de distribución. | 8. Derivación individual |
| 2. Acometida. | 9. Fusible de seguridad. |
| 3. Caja general de protección. | 10. Contador. |
| 4. Línea general de alimentación. | 11. Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5. Interruptor general de maniobra. | 12. Dispositivos generales de mando y protección. |
| 6. Caja de derivación. | 13. Instalación interior. |
| 7. Emplazamiento de contadores. | |

En los esquemas con contadores centralizados tanto totalmente concentrados, como centralizados en más de un lugar, se incluye un elemento nuevo, que es el interruptor general de maniobra, obligatorio para cada una de las concentraciones de más de dos contadores. Dicho interruptor-seccionador tiene por misión dejar fuera de servicio, por ejemplo en caso de incendio, la instalación eléctrica del edificio. Las características se detallan en la ITC-16 apartado 3.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-13 INSTALACIONES DE ENLACE. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

INTRODUCCIÓN

Esta ITC regula los aspectos propios de la Caja General de Protección (CGP), primer elemento de la instalación de enlace y comienzo de la instalación propiedad del usuario. Su función es proteger la Línea General de Alimentación (LGA). En esta ITC se abordan los tipos, características, emplazamiento e instalación, de la Caja General de Protección y también de un tipo particular de estas como son las Cajas de Protección y Medida (CPM).

Para homogeneizar las compañías suministradoras tienen seleccionados algunos tipos de CGP y CPM, que han sido aprobados por la Administración Pública y según las características del suministro hay que instalar uno de estos tipos para poder conectar a sus redes.

Al final de este capítulo se incluyen los esquemas de las cajas generales de protección, su designación y una relación de tipos homologados por compañías suministradoras.

1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

1.1. Emplazamiento e instalación

1.2. Tipos y características

2. CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

2.1. Emplazamiento e instalación

2.2. Tipos y características

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 50102, 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 la **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 sólo 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 60439 -1 tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60349 -3, una vez instaladas tendrán un grado protección de IP43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

Se dispondrá una protección por cada línea general de alimentación ya que no es admisible que una misma protección (fusibles) sirva para más de una LGA.

Las Cajas Generales de Protección se recomienda que sean de Clase II (doble aislamiento o aislamiento reforzado).

Puedes consultar el anexo: Grados de Protección Proporcionados por las Envolturas de los Materiales Eléctricos: Códigos IP e IK

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 los esquemas 2.1 y 2.2.1 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 60439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20324 e IK09 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

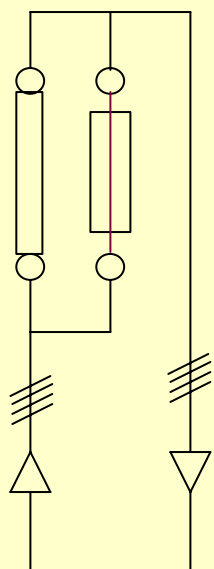
El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

ESQUEMAS Y DESIGNACIÓN DE LA CGP

Las cajas generales de protección están formadas por una envolvente aislante, precintable que contiene los bornes de conexión, las bases para los cortacircuitos fusibles en los conductores de fase y el conductor neutro seccionable mediante pletina.

Los esquemas normalizados corresponden generalmente a las denominaciones CGP-1, 7, 9, 10, 11, 12, 14, seguidamente se representan estos esquemas.

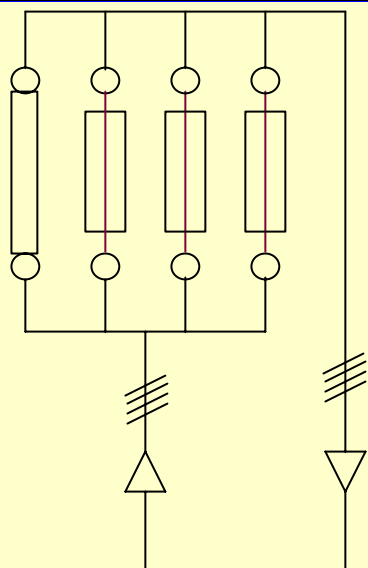
CGP - 1



CGP- 1. Poco utilizada, monofásica, entrada de acometida por debajo.

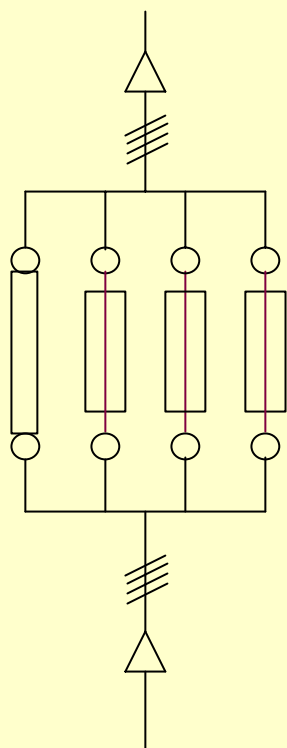
CGP - 7

CGP-7, trifásica, la acometida entra por debajo y la salida LGA también es por debajo, utilizada en distribuciones aéreas



o subterráneas. Cables manguera o red trenzada

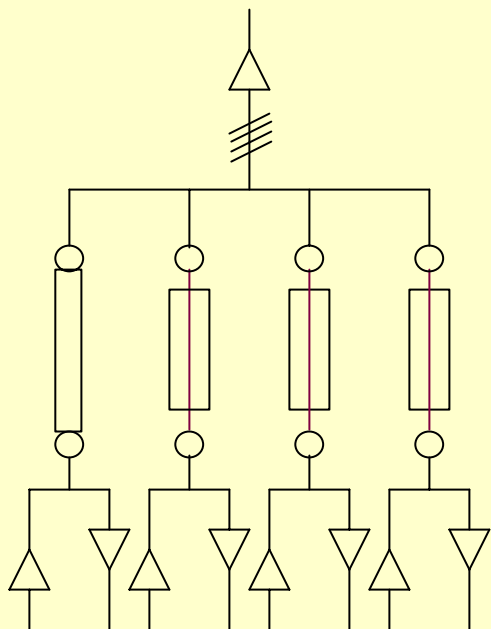
CGP - 9



CGP-9 La salida es por la parte superior. Se utilizan tanto distribuciones aéreas o subterráneas.

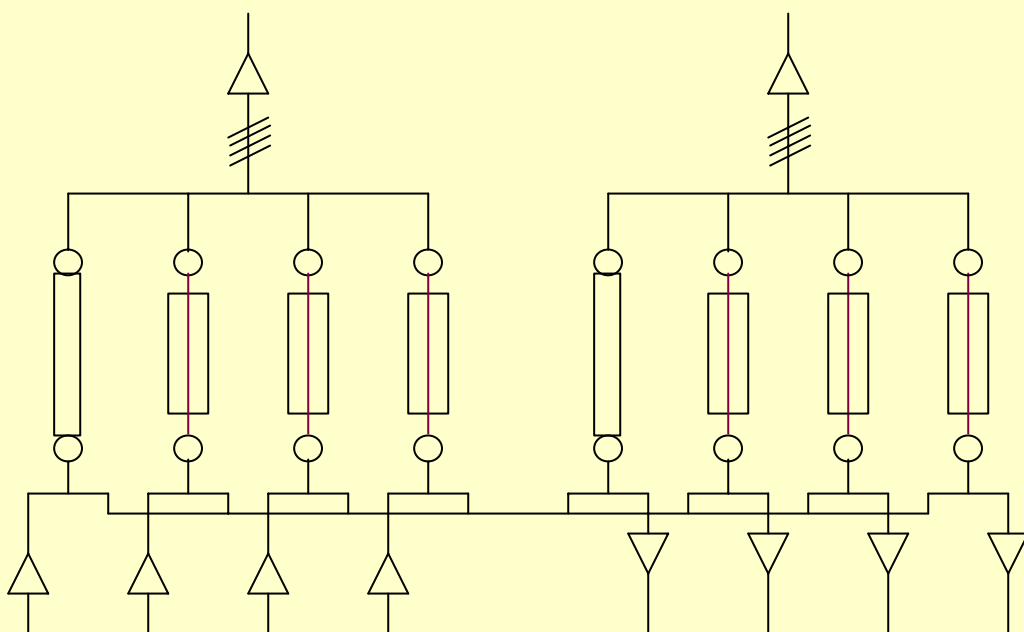
En distribuciones subterráneas, los esquemas de conexión que se utilizan son los que permiten la distribución en anillo.

CGP - 10



CGP – 10, la entrada de la acometida se realiza por la parte inferior y la salida por la parte superior. Es el esquema más utilizado, la potencia máxima por caja es de 160 kW.

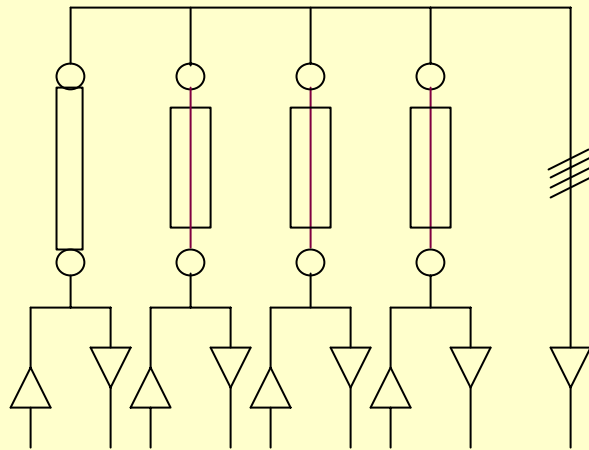
CGP - 11



Para potencias mayores a las soportadas por las CGP-10, se instalan dos cajas lo que da lugar al esquema 11, CGP-11. La entrada de la acometida se realiza por la parte inferior y la salida por la parte superior.

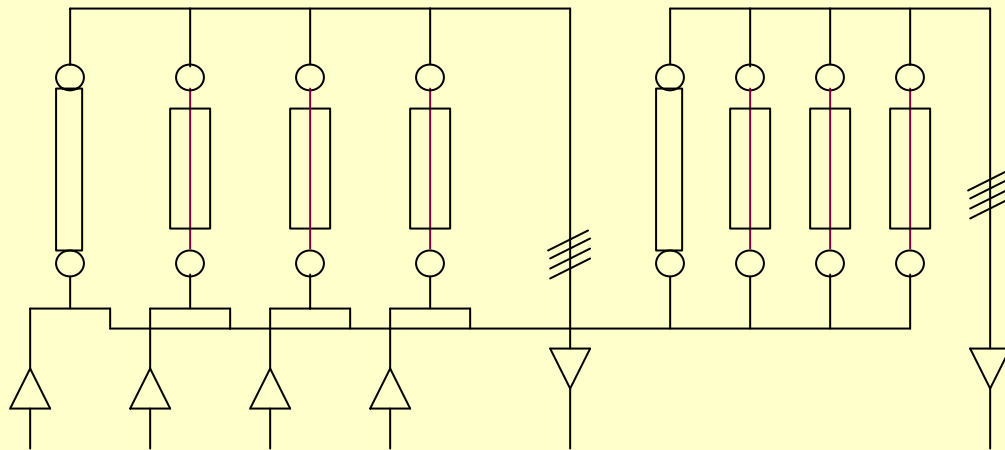
CGP - 14

La CGP -14 es la variante de la CGP-10, en el que la línea



general de alimentación (LGA),
sale por la parte inferior.

CGP - 12



La CGP -12 es la variante de la CGP-11, en el que la línea general de alimentación, LGA, sale por la parte inferior.

Los valores de intensidad normalizados para CGP, más comunes son: 40, 100, 160, 250, 400 amperios.

La designación de la CGP se realiza: **CGP – a – b / c / d**

a: n° de esquema

b: Intensidad nominal de las bases de cortacircuitos de un circuito, en amperios

c: Intensidad nominal de las bases de cortacircuitos de un segundo circuito -si lo hubiera- en amperios

d: intensidad máxima de paso

Así por ejemplo, la designación CGP-9-250, corresponde a una caja general de protección, del esquema 9, equipada con un juego de bases de cortacircuitos previstas para colocar fusibles de 250 A como máximo.

El criterio para el de dimensionado de la CGP, es la potencia máxima de paso por la misma, teniendo también en cuenta la sección de la acometida.

La tabla siguiente contiene una relación de algunas cajas generales de protección homologadas por las compañías suministradoras.

Designación de la CGP	Bases de fusibles		Intensidad máxima del fusible (A)
	Número	Tamaño	
CGP-1-40	1	14 x 51	40
CGP-1-80	1	22 x 58	80
CGP-1-100	1	22 x 58	100
CGP-7-40	3	14 x 51	40
CGP-7-63	3	22 x 58	63
CGP-7-100	3	22 x 58	100
CGP-7-160	3	0	160
CGP-7-250	3	1	250
CGP-7-400	3	2	400
CGP-9-160	3	0	160
CGP-9-250	3	1	250
CGP-9-400	3	2	400
CGP-10-250/400	3	1	250
CGP-11-250/250/400	3/3	1	250
CGP-12-250/250/400	3/3	1	250
CGP-14-250/400	3	1	250

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-14 INSTALACIONES DE ENLACE. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

En esta ITC-BT se regulan los aspectos de la Línea General de Alimentación (LGA), (en el reglamento anterior se le denominaba línea repartidora), tales como los modos de instalación y los tipos de canalizaciones admisibles, que entre otras cosas han de ser no propagadores de la llama. Se ha incluido un cuadro donde se recogen las características mínimas de los sistemas de conducción de cables.

También trata esta ITC-BT, los aspectos de los tipos de cables a utilizar, que en todo caso serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, se exponen los criterios para su dimensionado, así como las dimensiones exteriores de los tubos por los que pueda discurrir. Se ha incluido una tabla donde se recogen los tipos de cables habitualmente utilizados para LGA.

Finalmente se incluyen una serie de ejemplos donde se expone el procedimiento de cálculo y selección de conductores de la línea general de alimentación.

1. DEFINICIÓN

2. INSTALACIÓN

3. CABLES

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.

Hay que recordar que según la ITC-BT-12, en los esquemas para la alimentación de un único usuario figura 2.1 de la citada ITC-BT y para dos usuarios alimentados a través de una caja de protección y medida CPM, figura 2.2.1, no existe la línea general de alimentación.

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 sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos 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 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 x 30 cm y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

Según las características del edificio se realizara un trazado y en función de este se elegirá el sistema o sistemas más adecuado de entre los anteriores.

Según la Guía de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sólo en el caso de las instalaciones de enlace con concentración de contadores por plantas según el esquema 2.2.3 de la ITC-BT-12, la línea general de alimentación desde la centralización de contadores inferior o primera hasta las sucesivas, incluirá obligatoriamente el conductor de protección, que se ubicará en la misma canalización que los conductores activos.

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 21123 parte 4 ó 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 50085 -1 y UNE-EN 50086 -1 cumplen con esta prescripción.

El cable de instalación habitual con estas características es:

Tipo de cable	Descripción
RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), norma UNE 21123-4
DZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), norma UNE 21123-5

- Las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.
- Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-Al (AS), habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.
- Según la norma UNE 21022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible.

En la tabla siguiente se recogen las características mínimas que han de cumplir los sistemas de conducción de cables de las líneas generales de alimentación, en la ITC-BT-21, Tubos y Canales Protectoras se puede obtener información complementaria.

Sistema de Instalación	Sistema de canalización (mínimo exigido)
Superficial	Tubo 4321, no propagador de la llama • Compresión Fuerte (4), • Impacto Media (3), • Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. • UNE-EN 50086-2-1 Canal no propagadora de la llama • Impacto Media, • Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. • Que solo puede abrirse con herramientas. • Grado de protección IP2X mínimo. • UNE-EN 50085
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama • Compresión Ligera (2), • Impacto Ligera (2). • UNE-EN 50086-2-2 Canal no propagadora de la llama • Impacto Media, • Que solo puede abrirse con herramientas. • Grado de protección IP2X mínimo.

	• UNE-EN 50085
Enterrado	Tubo: Propiedades de propagación de la llama no declaradas • Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), • Impacto Ligero / Normal. • UNE-EN 50086-2-4
Canal de obra Cuando en un canal de obra se utilicen tubos o canales protectoras, estos deberán cumplir con las características prescritas para sistemas de instalación empotrados.	
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2	

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 mm² en cobre o 16 mm² 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 por 100.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 por 100.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20460-5-523 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,

no admitiéndose una sección inferior al 50 por 100 de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la tabla 1.

Tabla 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
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

En los ejercicios siguientes se muestra el proceso de cálculo de la sección de distintas líneas generales de alimentación.

EJERCICIOS

1.- La previsión de potencia establecida según los criterios de la ITC-BT-10 para un edificio de viviendas y locales comerciales es de $P = 140$ kW. Existe una única centralización de contadores que es alimentada por una línea general de alimentación de 35 m, que discurre enterrada bajo tubo, desde la caja general de protección instalada en la fachada del edificio. Determinar la sección de los conductores de esta línea considerando cables unipolares de cobre tipo RZ1-K 0,6/1 kV.

Solución:

a) El cálculo de la sección de los cables se ha de hacer para que no se supere el valor de la máxima caída de tensión permitida y que la intensidad máxima que puedan soportar teniendo también en cuenta el modo de instalación sea superior al valor de la corriente a transportar.

b) Cálculo de la sección:

Comenzamos calculando la intensidad que circulará por la línea cuando se demande la potencia prevista. Como no tenemos datos sobre el factor de potencia, consideramos un valor de $\cos\varphi = 0,85$

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{140000}{1,73 \times 400 \times 0,85} = 237,73A$$

La intensidad máxima admisible a considerar es la fijada en la norma UNE 20.460-5-523, con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje. Estos valores y sistemas de instalación se han agrupado en la tabla 1 de la ITC-BT-19, y en las tablas de la ITC-BT-07 para instalaciones enterradas. Los valores expresados en las tablas se refieren a una temperatura ambiente de 40 °C y en el caso de enterrados a una temperatura del terreno de 25 °C.

La máxima caída de tensión permitida es 0,5 % por ser centralización total de contadores

$$e = \frac{0,5 \times 400V}{100} = 2V$$

Como discurre enterrada consideramos que la temperatura de servicio de los conductores es inferior a 25° C. La conductividad del cobre a 25° C la podemos obtener aplicando la expresión:

$$\gamma_T = \frac{\gamma_{20^\circ C}}{1 + \alpha_{20}(T - 20^\circ C)} = \frac{56}{1 + 0,00393 \times (25 - 20)} = 54,92m / \Omega \cdot mm^2$$

como vemos la diferencia entre ambos valores es mínima

$$S_{25^\circ} = \frac{L \times P}{\gamma_{25^\circ} \times e \times U} = \frac{35 \times 140000}{54,92 \times 2 \times 400} = 111,52mm^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es: 120 mm²

De la tabla 5 del apartado 3.1.2.1, de la ITC-BT-07, se obtienen el valor de la intensidad máxima admisible para esta sección, a la que hay que aplicar un factor de corrección de 0,8 como se indica en el apartado 3.13, por discurrir bajo tubo, así tenemos:

Sección	Intensidad máxima admisible (tabla 5)	Intensidad máx. corregida por instalación bajo tubo
120 mm ²	380A	380 A X 0,8 = 304 A

Como 304 A > 237,73 A, este cable además de cumplir con el criterio de caída de tensión, también soporta la corriente a transportar y por tanto cumple con el criterio térmico.

Según la tabla 1 de la ITC-BT-14 la sección del conductor neutro si no se prevén grandes desequilibrios y/o armónicos, puede ser de 70 mm², y el diámetro exterior del tubo de 160 mm (UNE-EN 50086-2-4)

Luego los cables a instalar serán tres cables unipolares RZ1-K 0,6/1 kV 1 x 120 mm² y uno RZ1-K 0,6/1 kV 1 x 70 mm².

2.- Determinar la sección de la línea general de alimentación de un edificio con una carga prevista de 90 Kw., que alimenta a una única centralización de contadores. La longitud de la LGA es de 25 m y discurre bajo tubo en montaje superficial. El factor de potencia, de la instalación es de $\cos\varphi = 0,9$. Estará formada por conductores unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado.

a) Comenzamos calculando la intensidad,

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{90000}{1,73 \times 400 \times 0,9} = 144,33A$$

b) La máxima caída de tensión permitida es 0,5 % por ser centralización total de contadores

$$e = \frac{0,5 \times 400V}{100} = 2V$$

c) Cálculo de la sección:

Considerando la conductividad del cobre a 40° C, ($\gamma_{40^\circ} = 52 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)

$$S_{40^\circ} = \frac{L \times P}{\gamma_{40^\circ} \times e \times U} = \frac{25 \times 90000}{52 \times 2 \times 400} = 54,08 \text{ mm}^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es: 70 mm²

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 8, la intensidad máxima admisible para una terna de cables de esta sección bajo tubo en montaje superficial es:

Sección	Intensidad máxima
70 mm ²	202A

Como 202 A > 144,33 A, este cable cumple con el criterio de la caída de tensión y con el criterio térmico.

Según la tabla 1 de la ITC-BT-14 la sección del conductor neutro si no se prevén grandes desequilibrios y/o armónicos, puede ser de 35 mm², y el diámetro exterior del tubo de 140 mm (UNE-EN 50086-2-4)

Luego el cable a instalar será una terna de cables unipolares RZ1-K 0,6/1 kV 1 x 70 mm² y uno RZ1-K 0,6/1 kV 1 x 35 mm²

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-15 INSTALACIONES DE ENLACE. DERIVACIONES INDIVIDUALES

INTRODUCCIÓN

En esta ITC-BT se regulan los aspectos de la derivación individual, tales como los modos de instalación y los tipos de canalizaciones admisibles, que entre otras cosas han de ser no propagadores de la llama. Se indican las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica que aloje a las derivaciones individuales.

También trata los aspectos de los tipos de cables a utilizar, que en todo caso serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, se exponen los criterios para su dimensionado. Se ha incluido una tabla donde se recogen los tipos de cables habitualmente utilizados en derivaciones individuales.

Finalmente se incluyen una serie de ejemplos donde se expone el procedimiento de cálculo y selección de conductores para derivaciones individuales

1. DEFINICIÓN

2. INSTALACIÓN

3. CABLES

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 sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439 -2.

- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos 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.

Según las características del edificio se realizará un trazado y en función de este se elegirá el sistema o sistemas más adecuados de los anteriores. De entre los anteriores.

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 m² 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.

Cuando se indica que esta canaladura o conducto estará “preparado única y exclusivamente para este fin” quiere significar que se destinará a alojar única y exclusivamente los conductos de las derivaciones individuales. No se aceptará, por lo tanto, la presencia de canalizaciones de agua, gas, telecomunicaciones, etc., en el interior de dicho conducto de obra.

En lo referente a la ejecución de las derivaciones individuales se considerará lo siguiente:

- Cuando se trate de modificaciones o sustituciones en edificios ya construidos y no puedan realizarse las canaladuras según los requisitos reglamentarios, se permitirá la instalación en montaje superficial o empotrado en pared, bajo tubo o canal protectora.
- Cuando el tramo vertical no comunique plantas diferentes, no es necesario realizar dicho tramo en canaladura, sino que valdrá directamente empotrado o en superficie, estando alojados los conductores bajo tubo o canal protectora.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

Tabla 1. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.

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

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 60695-11-10.

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.

Según la ITC-BT-10, apartado 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 5750 W a 230 V, hasta un suministro de potencia máxima de 14490 W a 230V.

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 21123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (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 50085 -1 y UNE-EN 50086 -1 cumplen con esta prescripción.

La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² 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-010 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%.

Los cables de instalación habitual en derivaciones que cumplen con las características prescritas son:

Tipo de cable	Descripción
ES07Z1-K (AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), norma UNE 211002
RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), norma UNE 21123-4.
DZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), norma UNE 21123-5.
— Las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares. — Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-AI (AS), habitualmente se utilizan para instalaciones singulares. — Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible. — Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-AI (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.	

El cuadro siguiente recoge a modo de resumen, el sistema de canalización, mínimo a utilizar según el sistema de instalación y los cables a utilizar en cada caso.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)	Cable
------------------------	--	-------

	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085	
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085	
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)
Canal de obra	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	ES07Z1-K (AS) RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085	
	Bandejas y bandejas de escalera	UNE-EN 61537	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)
	Cables instalados directamente en su interior		
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2			

Según la ITC-BT-19 el valor de la caída de tensión se puede compensar entre el de la instalación interior y el de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el esquema utilizado. Por este motivo es recomendable en la mayoría de los casos minimizar la caída de tensión en la derivación individual para limitar la sección de los conductores en las instalaciones interiores. Además a la hora de elegir la sección de la derivación individual conviene tener en cuenta que un futuro aumento de la potencia utilizada por el usuario no comporte riesgo para la seguridad de la instalación.

En los ejemplos siguientes se muestra el proceso de cálculo de la sección de distintas derivaciones individuales.

EJERCICIOS

1.- En un edificio de viviendas, con centralización de contadores única, determinar la sección de los conductores de una derivación individual que tiene de 25 m de longitud y que discurre en tubo empotrado en obra, para alimentar a una vivienda de grado de electrificación elevado. Se quieren instalar conductores unipolares de cobre con aislamiento de compuesto termoplástico, tipo ES07Z1 –K, y se estima que la temperatura de servicio de la instalación será inferior a 40° C.

Solución:

Para el cálculo de la sección de los cables hay que tener en cuenta tanto la máxima caída de tensión permitida como la intensidad máxima admisible.

a) La máxima caída de tensión permitida es 1 % por ser centralización total de contadores

$$e = \frac{1 \times 230V}{100} = 2,3V$$

b) Considerando la conductividad del cobre a 40° C, ($\gamma_{40^\circ} = 52 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)

$$S_{40^\circ} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{40^\circ} \times e \times U} = \frac{2 \times 25 \times 9200}{52 \times 2,3 \times 230} = 16,72 \text{ mm}^2$$

c) La sección comercial más próxima por exceso es 25 mm².

d) Según el grado de electrificación y considerando un factor de potencia unidad, la corriente máxima por la derivación individual es:

$$I_n = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{9200}{230 \times 1} = 40A$$

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 5, la intensidad máxima admisible para dos cables con aislamiento de PVC, de 25 mm² de sección, instalados bajo tubo empotrado en obra es: 84 A

Como 84 A > 40 A, este cable cumple con el criterio térmico y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Luego el cable a instalar son tres cables unipolares, fase, neutro y protección ES07Z1 –K 1 x 25 mm².

2.- Determinar la sección de los conductores de la derivación individual para una vivienda con grado de electrificación básico situada en el mismo edificio y en la misma planta (25m) que la del ejercicio 1.

a) Excepto el grado de electrificación el resto de datos son iguales que los del ejercicio anterior.

$$S_{40^\circ} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{40^\circ} \times e \times U} = \frac{2 \times 25 \times 5750}{52 \times 2,3 \times 230} = 10,45 \text{ mm}^2$$

b) La sección comercial más próxima por exceso es 16 mm².

c) Según el grado de electrificación y considerando un factor de potencia unidad, la corriente máxima por la derivación individual es:

$$I_n = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{5750}{230 \times 1} = 25A$$

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 5, la intensidad máxima admisible para dos cables con aislamiento de PVC, de 16 mm² de sección, instalados bajo tubo empotrado en obra es: 66 A

Como 66 A > 25 A, este cable cumple con el criterio térmico y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Luego el cable a instalar son tres cables unipolares, fase, neutro y protección ES07Z1 –K 1 x 16 mm².

3.-Considérese en el mismo edificio del ejercicio 1, a) una derivación individual para una vivienda de grado de electrificación elevado y que tiene una longitud de 13 m, b) Una derivación individual que alimenta una vivienda con grado de electrificación básico y de la misma longitud que la anterior. Calcular las secciones de ambas derivaciones individuales.

a)

$$S_{40^\circ} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{40^\circ} \times e \times U} = \frac{2 \times 13 \times 9200}{52 \times 2,3 \times 230} = 8,69 \text{ mm}^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es 10 mm².

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 5, la intensidad máxima admisible para dos cables con aislamiento de PVC, de 10 mm² de sección, instalados bajo tubo empotrado en obra es: 50 A

Como 50 A > 40 A, este cable cumple con el criterio térmico y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Luego el cable a instalar son tres cables unipolares, fase, neutro y protección ES07Z1 –K 1 x 10 mm².

b)

$$S_{40^\circ} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{40^\circ} \times e \times U} = \frac{2 \times 13 \times 5750}{52 \times 2,3 \times 230} = 5,43 \text{ mm}^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es 6 mm².

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 5, la intensidad máxima admisible para dos cables con aislamiento de PVC, de 6 mm² de sección, instalados bajo tubo empotrado en obra es: 36 A

Como 36 A > 25 A, este cable cumple con el criterio térmico y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Luego el cable a instalar son tres cables unipolares, fase, neutro y protección

ES07Z1 –K 1 x 6 mm².

4.- Repetir el ejercicio anterior pero para una longitud de ambas derivaciones individuales de 37 m.

a)

$$S_{40^{\circ}} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{40^{\circ}} \times e \times U} = \frac{2 \times 37 \times 9200}{52 \times 2,3 \times 230} = 24,74 \text{ mm}^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es 25 mm².

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 5, la intensidad máxima admisible para dos cables con aislamiento de PVC, de 25 mm² de sección, instalados bajo tubo empotrado en obra es: 84 A

Como 84 A > 40 A, este cable cumple con el criterio térmico y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Luego el cable a instalar son tres cables unipolares, fase, neutro y protección
ES07Z1 –K 1 x 25 mm².

b)

$$S_{40^{\circ}} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{40^{\circ}} \times e \times U} = \frac{2 \times 37 \times 5750}{52 \times 2,3 \times 230} = 14,86 \text{ mm}^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es 16 mm².

Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B, columna 5, la intensidad máxima admisible para dos cables con aislamiento de PVC, de 16 mm² de sección, instalados bajo tubo empotrado en obra es: 66 A

Como 66 A > 25 A, este cable cumple con el criterio térmico y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Luego el cable a instalar son tres cables unipolares, fase, neutro y protección
ES07Z1 –K 1 x 16 mm².

A modo de resumen en la tabla siguiente se recogen las longitudes máximas de las derivaciones individuales con cables ES07Z1 – K, que discurre bajo tubo empotrado, para viviendas con grado de electrificación básico y elevado, contadores totalmente concentrados, caída de tensión del 1 %, (e = 2,3V), para una temperatura de servicio estimada del conductor de 40°. Se incluye también el diámetro del tubo.

Sección (mm ²)	Grado de Electrificación Básico		Grado de electrificación elevado	
	Longitud (m)	Ø Tubo (mm)	Longitud (m)	Ø Tubo (mm)
6	≤14	32	≤8	32
10	≤10	32	≤14	32
16	≤38	40	≤23	40
25	≤59	50	≤37	50
35	≤83	50	≤52	50

5.- La derivación individual que alimenta a una vivienda unifamiliar con grado de electrificación elevado, desde el cuadro de protección y medida (CPM) situado en el murete del cerramiento, tiene una longitud de 15 m y discurre enterrada por el jardín. Determinar los conductores de esta derivación individual.

a) Como discurre enterrada se han de utilizar conductores con aislamiento de tensión asignada de 0,6/1kW, por no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, por ejemplo tipo RZ1 –K. Elegimos conductor de cobre.

b) La caída de tensión máxima permitida en derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación es de 1,5 %, ($e = 3,45$ V)

c) Como discurre enterrada consideramos que la temperatura de servicio de los conductores es inferior a 25° C.

La conductividad del cobre a 25° C la podemos obtener mediante la expresión:

$$\gamma_T = \frac{\gamma_{20^\circ\text{C}}}{1 + \alpha_{20}(T - 20^\circ\text{C})} = \frac{56}{1 + 0,00393 \times (25 - 20)} = 54,92 \text{ m} / \Omega \cdot \text{mm}^2$$

d)

$$S_{25^\circ} = \frac{2 \times L \times P}{\gamma_{25^\circ} \times e \times U} = \frac{2 \times 15 \times 9200}{54,92 \times 3,45 \times 230} = 6,33 \text{ mm}^2$$

La sección comercial más próxima por exceso es: 10 mm²

Según ITC-BT-07 apartados 3.1.2.1, tabla 5, teniendo en cuenta la nota 3 y aplicando un factor de corrección de 0,8 según apartado 3.13, de la misma instrucción, la intensidad máxima admisible para un cable bipolar de esta sección bajo tubo enterrados es de :

Sección	Intensidad máxima (tabla 5)	Corrección para dos cable unipolares (nota 2)	Intensidad máx. corregida instalación bajo tubo
10 mm ²	88A	88 A x 1,225 = 107,8 A	107,8 A X 0,8 = 86,24 A

Como 86,24 > 40 A, luego esta sección también cumple el criterio de calentamiento y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

Según el apartado 3 de esta ITC-BT-15, para suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección se dejará a criterio del proyectista de la instalación, por ello consideramos que la toma de tierra está próxima a la vivienda y la línea de tierra va hasta el cuadro de los dispositivos de mando y protección

El cable a instalar será bipolar RZ1-K 0,6/1 kV 2 x 10 mm²

6.- Un local comercial que se alimenta desde una centralización de contadores de la que dista 20 m, tiene una previsión de potencia de 15 kW. Seleccionar los conductores de cobre de la derivación individual que discurre

bajo tubo en montaje superficial.

Consideramos un $\cos\phi = 0,85$ y una temperatura ambiente de servicio de los conductores de 40°C

a) Como es una potencia elevada, el suministro ha de ser trifásico.

Para el cálculo de la sección de los cables hay que tener en cuenta tanto la máxima caída de tensión permitida como la intensidad máxima admisible.

Cálculo de la sección:

Comenzamos calculando la intensidad que circulará por la derivación individual

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} = \frac{15000}{1,73 \times 400 \times 0,85} = 25,47\text{A}$$

La máxima caída de tensión permitida es 1 % por ser centralización total de contadores

$$e = \frac{1 \times 400\text{V}}{100} = 4\text{V}$$

La sección de los conductores, considerando la conductividad del cobre a 40°C , ($\gamma_{40^\circ} = 52\text{ m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$)

$$S_{40^\circ} = \frac{L \times P}{\gamma_{40^\circ} \times e \times U} = \frac{20 \times 15000}{52 \times 4 \times 400} = 3,6\text{mm}^2$$

la sección mínima ha de ser 6 mm^2

Se elige cable multiconductor y por tanto ha de tener una tensión de aislamiento asignada de 0,6/1kV, aislamiento de polietileno reticulado. Según la tabla 1 de la ITC-BT-19, método B2, columna 6, la intensidad máxima admisible para un cable multiconductor con aislamiento XLPE, de 6 mm^2 de sección por conductor, instalado bajo tubo en montaje superficial es: 37 A

Como $37\text{ A} > 25,47\text{ A}$, luego esta sección también cumple el criterio de calentamiento y soporta la intensidad de la corriente a transportar.

El cable a instalar será RZ1-K 0,6/1 kV 5 G 6 mm^2 , (tres fases, neutro y protección)

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-16
INSTALACIONES DE ENLACE. CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN

INTRODUCCIÓN

Es esta ITC-BT, se indican los elementos de las centralizaciones de contadores, las características y normas que han de cumplir, las formas de colocación, y las características y condiciones que han de cumplir los locales destinados a las centralizaciones de contadores, los armarios, etc.

1. GENERALIDADES

2. FORMAS DE COLOCACIÓN

2.1 Colocación en forma individual

2.2 Colocación en forma concentrada

2.2.1 En local

2.2.2 En armario

3. CONCENTRACIÓN DE CONTADORES

4. ELECCIÓN DEL SISTEMA

1. GENERALIDADES

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- módulos (cajas con tapas precintables)
- paneles
- armarios

Todos ellos, constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439 partes 1, 2 y 3.

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20324 y UNE-EN 50102, respectivamente:

- Para instalaciones de tipo interior: IP40; K 09.

— Para instalaciones de tipo exterior: IP43; 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 mm² 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 21022 con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la **ITC-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 21027 -9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 211002 (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 mm².

Las conexiones se efectuarán directamente y los conductores no requerirán preparación especial o terminales.

Los cables de instalación habitual con estas características son:

Tipo de Cable	Descripción
H07Z-R	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 2 (-R), aislamiento de compuesto termoestable con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z), norma UNE 21027-9
ES07Z1-R (AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 2 (-R), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Este tipo de cable solamente está normalizado para las secciones de 1,5 mm ² con aislamiento de color rojo y de 6, 10, 16 mm ² . Norma UNE 211002
Los conductores clase 2 son aquellos constituidos por varios alambres cableados, formando un conductor rígido, según la norma UNE 21022	

2. FORMAS DE COLOCACIÓN

2.1. Colocación en forma individual

Esta disposición se utilizará sólo 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-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-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, etc.

- 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 x 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, etc.

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 al 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 interior 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.

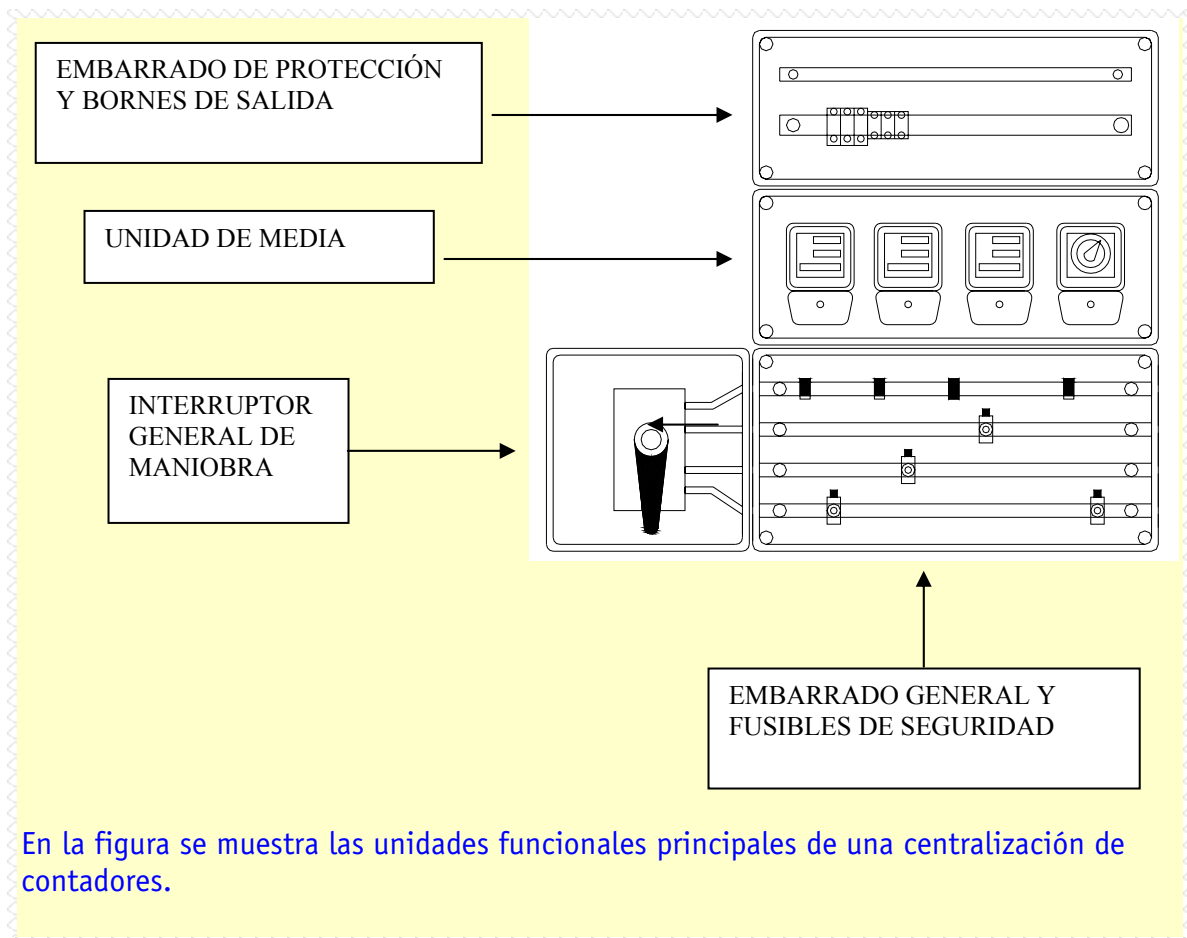
4. ELECCIÓN DEL SISTEMA

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.

En concentraciones de más de dos contadores es obligatorio que incluyan el interruptor general de maniobra, que tiene por objeto dejar fuera de servicio la instalación eléctrica del edificio, por ejemplo en caso de incendio. Debe poderse enclavar en posición de abierto.

Cuando en una misma instalación de enlace se instale mas de un interruptor general de maniobra porque se alimenten distintas centralizaciones de contadores, puede ser recomendable que se coloquen juntos en la centralización más próxima al acceso de los bomberos al edificio



**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-17
INSTALACIONES DE ENLACE. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y
PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA**

INTRODUCCIÓN

Esta Instrucción Técnica Complementaria, indica la composición de los cuadros que albergan los dispositivos de mando y protección, su ubicación dentro del local o vivienda correspondiente, así mismo se fijan las características principales que han de cumplir los dispositivos de mando y protección.

1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA

1.1. Situación

1.2. Composición y características de los cuadros

1.3. Características principales de los dispositivos de protección

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 20451 y UNE-EN 60439 -3 con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102. 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-IBT-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.

Según la guía de aplicación del REBT, publicada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en su edición de septiembre de 2003:

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales tipo S o los de tipo retardado de tiempo regulable cumplen con esta condición.
2. La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior a la del diferencial situado aguas abajo.

En el caso de diferenciales para uso doméstico o análogo (UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009) la intensidad diferencial residual nominal del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales instalados serán de tipo S según lo establecido en ITC-BT-24 Apto 4.1.2.

En el sistema TT, el dispositivo de protección contra sobretensiones podrá instalarse tanto aguas arriba (entre el interruptor general y el propio diferencial) como aguas abajo del interruptor diferencial. En caso de instalarse aguas abajo del diferencial, éste deberá ser selectivo S (o retardado).

Para instalaciones en vivienda con un único diferencial, con el fin de evitar disparos intempestivos del interruptor diferencial en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, dicho dispositivo debe instalarse aguas arriba del interruptor diferencial, esto es entre el interruptor general y el propio interruptor diferencial.

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio en caso de destrucción del limitador de sobretensiones transitorias a causa de una descarga de rayo superior a la máxima prevista, se debe instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante, aguas arriba del limitador, con objeto de mantener la continuidad de todo el sistema, evitando el disparo del interruptor general.

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 protejan. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protejan.

Por ejemplo, en un circuito con fase y neutro, el dispositivo de protección debe tener la fase protegida, siendo necesario el corte omnipolar, es decir el corte de fase y neutro.

En un circuito trifásico con neutro se deberá proteger las tres fases; en algunos casos puede ser necesario proteger el neutro, ver ITC 22 Tabla 1 y las normas UNE 20460-4-43 y UNE 20460-4-473. Asimismo, en el caso de instalaciones trifásicas en las que se prevea la existencia de armónicos como por ejemplo, cuando haya un gran número de receptores electrónicos, como ordenadores, lámparas con balastos electrónicos, etc., se emplearán dispositivos de protección con neutro protegido.

En el Anexo se expone un ejemplo de cálculo de corrientes de cortocircuito.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-18

INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

INTRODUCCIÓN

En distintas Instrucciones Técnicas Complementarias, se prescribe la puesta a tierra como medida de protección contra contactos indirectos y para prevenir choques eléctricos, limitar el riesgo de incendio, etc. Igualmente puede ser necesaria la puesta a tierra de un equipo para su funcionamiento correcto. Esta ITC-BT, trata de las instalaciones de puesta a tierra, define cada una de los elementos que forman la instalación, como se deben ejecutar, las características de los materiales y secciones mínimas de los conductores

La Instrucción, incluye valores orientativos de la resistividad para distintos tipos de terrenos, así como expresiones para estimar el valor de la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y de las dimensiones del electrodo.

Por último se indica la obligatoriedad de comprobar la instalación de puesta a tierra antes de dar de alta la instalación, así como la necesidad de realizar un mantenimiento y comprobarla de forma periódica.

Así en todas las instrucciones donde se especifique que se debe de poner a tierra algún elemento o parte de la instalación, etc, se ha de ejecutar según lo indicado en esta instrucción.

1. OBJETO

2. PUESTA O CONEXIÓN A TIERRA. DEFINICIÓN

3. UNIONES A TIERRA

3.1 Tomas de tierra

3.2 Conductores de tierra

3.3 Bornes de puesta a tierra

3.4 Conductores de protección

4. PUESTA A TIERRA POR RAZONES DE PROTECCIÓN

4.1 Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto

5. PUESTA A TIERRA POR RAZONES FUNCIONALES

6. PUESTA A TIERRA POR RAZONES COMBINADAS DE PROTECCIÓN Y FUNCIONALES

7. CONDUCTORES CPN (TAMBIÉN DENOMINADOS PEN)

8. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

9. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA

10. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES

11. SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

12. REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

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

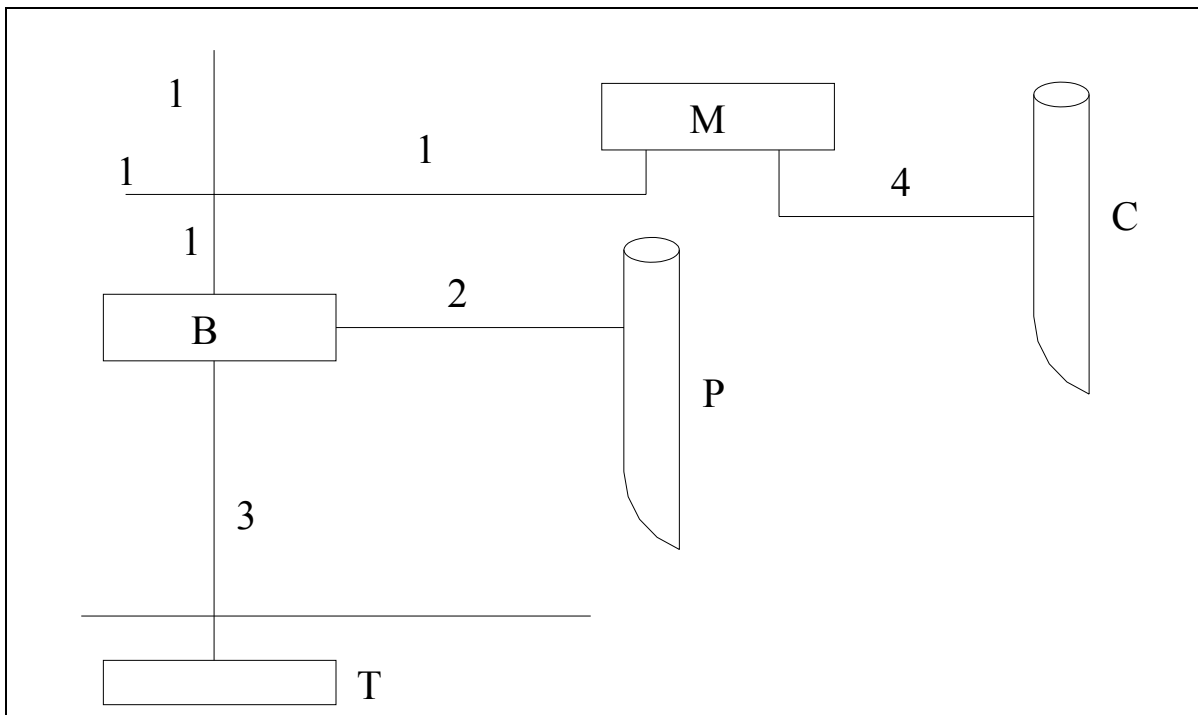
Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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 sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En la figura 1 se indican las partes típicas de una instalación de puesta a tierra:

Figura 1. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra



LEYENDA:

- 1. Conductor de protección.
- 2. Conductor de unión equipotencial principal.
- 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. Elemento conductor.
- P. Canalización metálica principal de agua.
- T. Toma de 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 normal UNE 21022.

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.

En los lugares donde exista el riesgo continuado de heladas, se recomienda una profundidad mínima de enterramiento de 0,8 m. En todos los casos la profundidad de enterramiento debe medirse desde la parte superior del electrodo.

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.

Las dimensiones mínimas recomendadas para los electrodos de puesta a tierra, son las siguientes:

Tipo de electrodo		Dimensión mínima
Picas	Barras	$\varnothing \geq 14,2 \text{ mm}$ (acero-cobre 250 μ) $\varnothing \geq 20 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	Perfiles	Espesor $\geq 5 \text{ mm}$ y Sección $\geq 350 \text{ mm}^2$
	Tubos	$\varnothing_{\text{ext}} \geq 30 \text{ mm}$ y Espesor $\geq 3 \text{ mm}$
Placas	Rectangular	1 m x 0,5 m Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre); Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	Cuadrada	1 m x 1 m Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre); Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
Conductor Desnudo		35 mm ² (cobre)

La longitud mínima de las picas cilíndricas se indica en las normas de producto aplicables UNE 21056 y UNE 202006

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 1. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado

No protegido contra la corrosión*	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente	

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.

En la práctica es recomendable que la sección mínima del conductor de tierra de cobre enterrado y desnudo sea de 35 mm².

Se considera que las conexiones son eléctricamente correctas, si se realizan, por ejemplo mediante grapas de conexión, soldadura aluminotérmica o autógena.

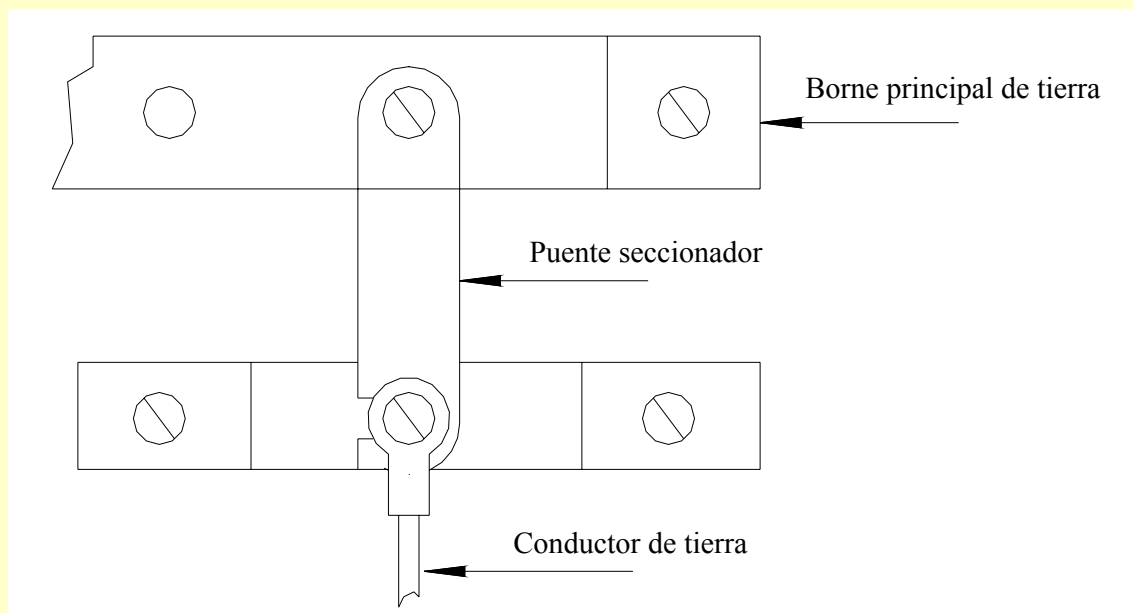
En todo caso la determinación de la sección de los conductores de tierra se debe realizar utilizando el método de cálculo indicado en la Norma UNE 20460-5-54 (descrito en el apartado 3.4), respetando los valores mínimos indicados en la Tabla 1.

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.



La sección del puente seccionador de tierra debe ser al menos igual que la del conductor de tierra si es del mismo material o sección equivalente si se utilizan otros materiales.

Para evitar que durante la medida, la instalación eléctrica quede sin protección contra los contactos indirectos, se debería de desconectar en su origen antes de abrir el puente seccionador. Una vez realizada la medida de resistencia de puesta a tierra, se debe volver a conectar el puente antes de ponerla de nuevo en servicio.

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 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20460 -5-54 apartado 543.1.1.

Tabla 2. *Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase*

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

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 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 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.

Para instalaciones interiores, tal y como se indica en la ITC-BT-19, la sección mínima de los conductores de protección serán las indicadas en la Tabla 2.

Cuando por aplicación de la Tabla 2 la sección del conductor de protección pueda ser inferior a la sección de los conductores de fase, se recomienda verificar que por aplicación del método de cálculo indicado en la Norma UNE 20460-5-54, no resulta una sección mayor (por ejemplo en un sistema de distribución TN).

Este método de cálculo establece que la sección debe ser, como mínimo igual a la determinada por la fórmula siguiente, que resulta aplicable solamente para tiempos de corte no superiores a 5 s:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Siendo:

S sección de conductor de protección en mm²

I valor eficaz de la corriente de defecto, que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, expresada en amperios.

t tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos, esto es la duración del cortocircuito en segundos

k constante cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección, de los aislamientos y otras partes y de las temperaturas inicial y final. Toma los valores indicados en las tablas siguientes:

Valores de k para los conductores de protección aislados no incorporados a los cables y conductores de protección desnudos en contacto con el revestimiento de cables

	Naturaleza del aislante de los conductores de protección o de los revestimientos de cables		
	Policloruro de vinilo (PVC)	Polietileno reticulado (PRC) Etileno Propileno (EPR)	Caucho butilo
Temperatura final	160 °C	250 °C	220 °C
Material conductor	k		
Cobre	143	176	166
Aluminio	95	116	110
Acero	52	64	60
Nota: La temperatura inicial del conductor se considera que es de 30 °C			

Valores de k para los conductores de protección que constituyen un cable multiconductor

	Naturaleza del aislamiento		
	Policloruro de vinilo PVC	Polietileno reticulado (PRC) Etileno propileno (EPR)	Caucho butilo
Temperatura inicial	70 °C	90 °C	85 °C

Temperatura final	160 °C	250 °C	220 °C
Material del conductor	k		
Cobre	115	143	134
Aluminio	76	94	89

Valores de k para los conductores desnudos que no corren el riesgo de dañar materiales próximos para las temperaturas indicadas

	Condiciones		
Material del conductor	Visible en los emplazamientos reservados	Condiciones normales	Riesgo de incendio
Temperatura máxima	500 °C	200 °C	150 °C
Cobre (valor de k)	228	159	138
Temperatura máxima	300 °C	200 °C	150 °C
Aluminio (valor de k)	125	105	91
Temperatura máxima	500 °C	200 °C	150 °C
Acero (valor de k)	82	58	50
Nota: La temperatura inicial del conductor se considera que es de 30 °C			

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- 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 conductividad 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 ó 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 sobrecorrientes 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 $2,5 \text{ mm}^2$, 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 varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La resistividad del terreno depende de su humedad y temperatura, las cuales varían durante las estaciones. La humedad está influenciada por la granulación y porosidad del terreno.

La resistividad del terreno aumenta considerablemente debido a:

- Bajas temperaturas: La resistividad puede alcanzar varios miles de $\Omega \cdot m$ en el estrato helado, cuyo grosor puede alcanzar 1 m en algunas zonas.
- Sequedad: Este problema puede encontrarse en algunas áreas hasta una profundidad de 2 m. Los valores alcanzados por la resistividad pueden ser del mismo orden de aquellos debidos a heladas.

Los estratos del terreno a través de los cuales puede fluir una corriente de agua, por ejemplo cerca de un río, raramente son apropiados para la instalación de electrodos

de puesta a tierra. Estos estratos se componen usualmente de suelos pedregosos, muy permeables, saturados del agua proveniente de filtración natural que presentan resistividades elevadas. En estos casos se recomienda instalar picas de gran longitud que permiten alcanzar terrenos más profundos y con mejor conductividad. Por ello los electrodos no se instalarán de forma que se encuentren parcial o totalmente inmersos en agua (ríos, estanques, etc.).

La tabla 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 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 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.

Tabla 3. *Valores orientativos de la resistividad en función del terreno*

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm x 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 4. Valores medios aproximados 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 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

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)	

En los ejemplos siguientes muestran cálculo de la resistencia de tierra y de dimensionado del electrodo.

Ejemplo 1: Determinar la resistencia de una toma de tierra formada por una placa enterrada de forma cuadrada de 40 cm de lado. El terreno se considera cultivable aunque poco fértil

Perímetro de la placa: $P = 40 \text{ cm} \times 4 = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}$

Resistividad del terreno $\rho = 500 \Omega \cdot \text{m}$

Resistencia de tierra $R = 0,8 \cdot \rho / P = 0,8 \times 500 \Omega \cdot \text{m} / 1,6 \text{ m} = 250 \Omega$

Ejemplo 2: Considerando los mismos datos del ejemplo anterior repetir el cálculo, pero considerando ahora como electrodo de puesta a tierra, una pica vertical de 2 m de longitud.

Resistencia de tierra $R = \rho / L = 500 \Omega \cdot \text{m} / 2 \text{ m} = 250 \Omega$.

Ejemplo 3 Determinar la longitud del cable a instalar enterrado horizontalmente en un terreno poco fértil, para obtener un valor de resistencia de tierra de 250 Ω .

Resistencia de tierra $R = 2 \cdot \rho / L$

Longitud del conductor enterrado $L = 2 \cdot \rho / R = 2 \cdot \rho / 250 = 2 \times 500 / 250 = 4 \text{ m}$

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 la 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 metros 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 · metro

I_d : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica.

U: 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 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.

Sólo 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.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-19 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES

INTRODUCCIÓN

Las ITCs desde la 19 a la 24, contienen las prescripciones que con carácter general se han de aplicar a todas las instalaciones interiores o receptoras. Las ITCs a partir de la ITC –BT-25, completan estas prescripciones, con otras específicas según el tipo de instalación de que se trate.

En la ITC – BT-19, se indica cómo determinar las características de las instalaciones, se prescriben la naturaleza de los conductores a utilizar, los criterios para determinar la sección de los conductores y las caídas de tensión máxima permitida en instalaciones interiores, así como las intensidades máximas admisibles en los conductores según las condiciones de instalación, incluye una tabla que recoge las intensidades máximas admisibles de los conductores para distintas condiciones de instalación. Prescribe los colores del aislamiento para identificación de los conductores de fase, neutro y protección. Indica la sección para los conductores de protección y normas a tener en cuenta en su instalación.

Prescribe la subdivisión de las instalaciones y el equilibrado de cargas para mejorar la fiabilidad, facilitar el mantenimiento y para que las perturbaciones afecten a una parte y no a toda la instalación.

Fija las medidas de protección contra contactos directos o indirectos.

Prescribe las partes de la instalación que se han de poder desconectar de la alimentación así como los dispositivos para conectar y desconectar tanto en carga como sin carga.

Establece los valores de resistencia de aislamiento de la instalación así como el procedimiento para el ensayo de rigidez dieléctrica a que se ha de someter la instalación.

Por último establece las bases de toma de corriente que se permite utilizar y prescribe la realización de las conexiones y derivaciones de los conductores mediante la utilización de bornes de conexión y en cajas de empalme o canales adecuadas.

1. CAMPO DE APLICACIÓN

2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

2.1 Regla general

2.2 Conductores activos

2.2.1 Naturaleza de los conductores

2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión

2.2.3 Intensidades máximas admisibles

2.2.4 Identificación de conductores

2.3 Conductores de protección

2.4 Subdivisión de las instalaciones

2.5 Equilibrado de cargas

2.6 Posibilidad de separación de la alimentación

2.7 Posibilidad de conectar y desconectar en carga

2.8 Medidas de protección contra contactos directos o indirectos

2.9 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

2.10 Bases de toma de corriente

2.11 Conexiones

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 de 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 20460 -3

La Norma UNE 20.460-3, indica que la determinación de las características de las instalaciones se debe efectuar de acuerdo a los siguientes aspectos:

- La utilización prevista de la instalación, su estructura general y sus alimentaciones
- Las influencias externas a las que la instalación está sometida
- La compatibilidad de sus materiales
- La facilidad de mantenimiento

Estas características hay que tomarlas en consideración para la elección de las

medidas de protección para garantizar la seguridad y para la selección e instalación de los materiales eléctricos de la instalación.

Además en función de las características de cada tipo de instalación, se deberán aplicar las prescripciones contenidas en las ITC-BT correspondiente, así por ejemplo:

- Para instalaciones interiores de viviendas: ITC-BT-25, 26 y 27
- Instalaciones en locales de pública concurrencia: ITC-BT-28
- Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión: ITC-BT-29
- Instalaciones en locales de características especiales: húmedos, mojados, riesgo de corrosión, temperaturas elevadas o bajas, etc.: ITCBT- 30

Seguidamente se desarrollan cada uno de los criterios que determinan las características de las instalaciones:

a) La utilización prevista de la instalación, su estructura general y sus alimentaciones

Para que el diseño de una instalación resulte económico y seguro dentro de los límites de temperatura y de caída de tensión admisible, es esencial realizar una previsión de potencia realista, según la utilización prevista para la instalación. Para ello se deben de seguir los criterios de la ITC-BT-10 en cuanto a previsión de cargas y factores de simultaneidad.

En relación con la alimentación de la instalación hay que elegir el sistema de distribución, trifásico o monofásico, teniendo en cuenta entre otras cosas, que para la misma carga, si la alimentación es trifásico en lugar de monofásico el valor de la intensidad se divide por tres y por este motivo para potencias a partir de 15 Kw. las compañías realizan el suministro de energía eléctrica en trifásico en lugar de monofásico.

En la ITC-BT-08 se indican los distintos esquemas de distribución según la conexión a tierra de la red de distribución por un lado y de las masas de la instalación por el otro, que condicionan a su vez los tipos de protecciones a utilizar contra contactos indirectos y contra sobreintensidades.

También en relación con la alimentación, además de la naturaleza de la corriente, su frecuencia y el valor nominal de la tensión, es importante conocer el valor de la intensidad de cortocircuito prevista en el origen de la instalación para así poder seleccionar los dispositivos de protección con el poder de corte adecuado.

b) Las influencias externas a las que la instalación está sometida

La norma UNE 20460-3 clasifica las influencias externas entorno a tres categorías:

- Influencias externas debidas al **Medio Ambiente**, que rodea a la instalación.
- Influencias externas derivadas a su **Utilización Prevista**, usos y usuarios.
- Influencias externas derivadas de la **Construcción de los Edificios**

Características constructivas

Dentro de cada una de las categorías la norma UNE 20460-3 hace un listado bastante exhaustivo de influencias externas que pueden afectar a las instalaciones. Cuando estas influencias externas tomen valores extremos será necesario utilizar material especialmente diseñado y fabricado para soportar esas condiciones especificadas e igualmente se debe realizar su instalación teniendo en cuenta estas condiciones.

Las características especiales de las canalizaciones en función de las influencias externas se detallan en la UNE 20460-5-52, mientras que las características especiales del material eléctrico y su instalación se detallan en la UNE 20460-5-51.

Algunas de las influencias externas cuantificadas en la norma y que pueden requerir materiales o sistemas de instalación o de protección especiales son los siguientes:

1) Dentro de la categoría de Medio Ambiente:

- Funcionamiento a temperaturas extremas, muy bajas o muy altas.
- Condiciones de humedad ambiente extremas.
- Instalaciones situadas a altitudes mayores de 2000 metros.
- Presencia en el lugar de instalación de agua en forma de gotas, chorros, pulverizada,
- Proyecciones, o posibilidad de inundación intermitente o permanente
- Presencia en el lugar de instalación de cuerpos sólidos extraños pequeños, o polvo abundante Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes, de forma intermitente o permanente
- Acciones mecánicas: Choques y vibraciones importantes, u otras acciones mecánicas.
- Presencia de flora y/o moho que pueda resultar peligrosa para la instalación.
- Presencia de fauna que pueda resultar peligrosa para la instalación, ejemplo insectos, pájaros, o pequeños animales.
- Instalaciones en entornos con influencias electromagnéticas electrostáticas o ionizantes.
- Instalaciones expuestas a radiaciones solares de intensidad elevada.
- Instalaciones situadas en zonas que puedan producirse efectos sísmicos de intensidad no despreciable.
- Instalaciones expuestas a los efectos de caída directa de rayos o alimentadas por líneas aéreas, situadas en zonas con probabilidad de más

de 25 días de tormenta por año.

- Instalaciones de intemperie que puedan estar expuestas a vientos fuertes, o de interior expuestas a movimiento de aire de alta velocidad.

2) Respecto a la utilización prevista:

- Capacidad de las personas usuarias de la instalación según su conocimiento de los riesgos eléctricos, por ejemplo, niños, personas con alguna limitación, o personal cualificado.
- Resistencia del cuerpo humano
- Contactos de persona con el potencial de tierra, personas que están en contacto frecuente en contacto con elementos conductores o se sitúan sobre superficies conductoras.
- Condiciones de evacuación en una emergencia, teniendo en cuenta también la densidad de ocupación.
- Naturaleza de los materiales procesados o almacenados, por ejemplo con riesgo de incendio, explosión, o contaminación.

3) En relación con la construcción de los edificios:

- Según los materiales utilizados en la construcción del edificio, por ejemplo edificio de madera fácilmente inflamable.
- Diseño del edificio en cuanto al riesgo de propagación del incendio, riesgos debidos al movimiento de estructuras, o estructuras flexibles.

c) La compatibilidad de sus materiales

En relación con la compatibilidad de los materiales de la instalación con otros materiales y servicios y con la fuente de alimentación, se deben de tomar disposiciones apropiadas cuando las características de los equipos sean susceptibles de tener efectos nocivos sobre otros materiales o sobre otros servicios, o de alterar el funcionamiento de la fuente de alimentación. Estas características se refieren por ejemplo a:

- Sobretensiones transitorias
- Variaciones rápidas de potencia
- Intensidades de arranque
- Armónicos
- Componentes continuas
- Oscilaciones de alta frecuencia
- Corrientes de fuga
- Necesidad de conexiones complementarias a tierra.

d) Facilidad de mantenimiento

Se debe de valorar la frecuencia y la calidad de mantenimiento de la instalación

que se puedan producir a lo largo de su vida prevista. Las instalaciones eléctricas se deben de realizar de modo que toda verificación periódica, ensayo, mantenimiento o reparación necesarios en el transcurso de su vida útil se puedan realizar de forma fácil y segura e igualmente para que la eficacia de las medidas de protección garanticen la seguridad durante toda la vida prevista de la instalación. Además la fiabilidad de los materiales ha de permitir el funcionamiento correcto de la instalación durante toda su vida útil.

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.

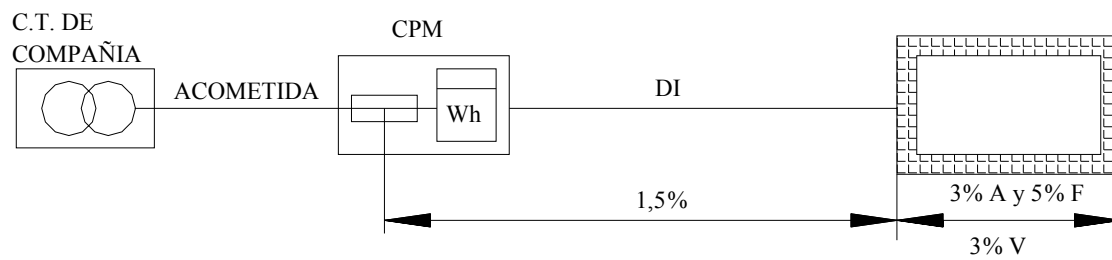
Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % 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.

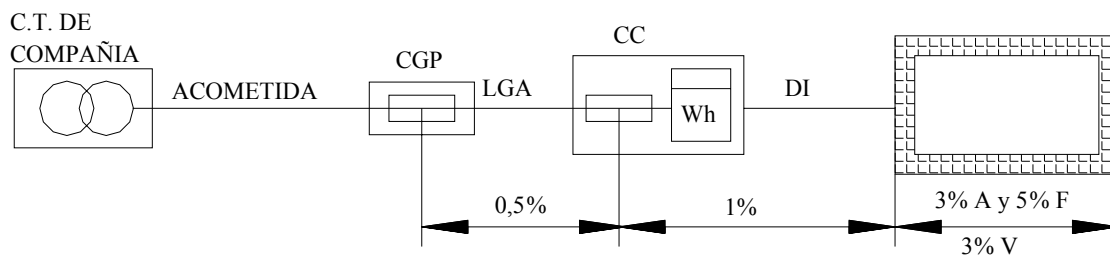
En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Figura A: Esquemas resumen de las caídas de tensión máximas admisibles

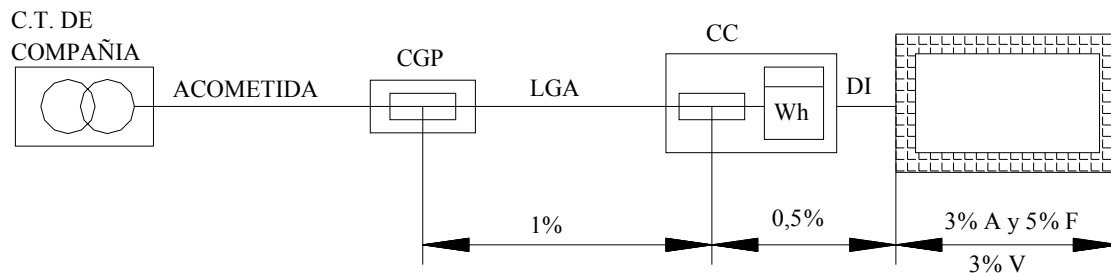
Esquema para un único usuario



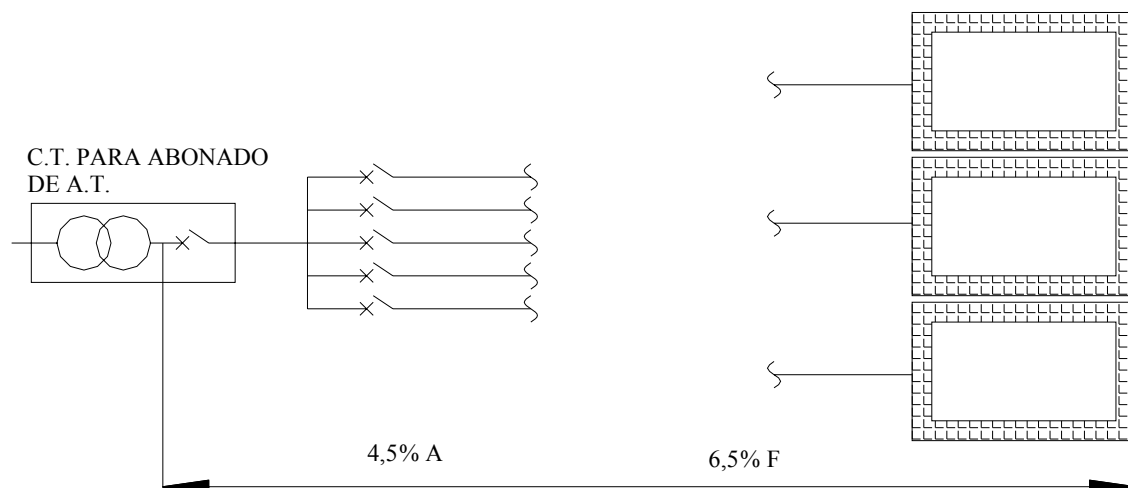
Esquema para una única centralización de contadores



Esquemas cuando existen varias centralizaciones de contadores



Esquema de una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio



Leyenda:

A: circuitos de alumbrado

F: Circuitos de fuerza

V: circuitos interiores de vivienda

CPM: Caja de protección y medida

CGP: Caja general de protección

CC: Centralización de contadores

LGA: Línea general de alimentación

DI: Derivación individual

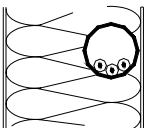
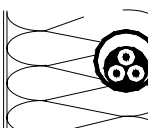
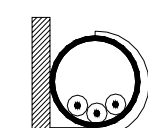
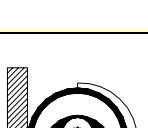
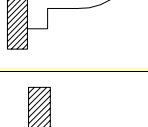
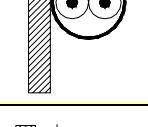
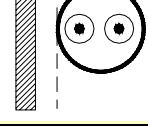
2.2.3. Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20460 -5-523 y su anexo Nacional.

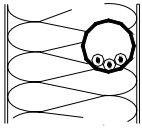
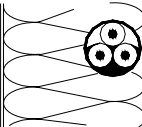
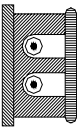
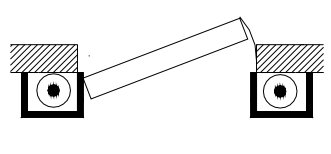
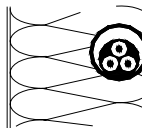
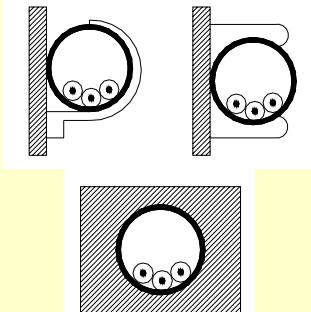
En la siguiente tabla se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables. Para otras temperaturas, métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, así como para conductores enterrados, consultar la Norma UNE 20460 -5-523.

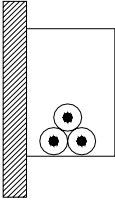
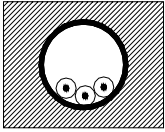
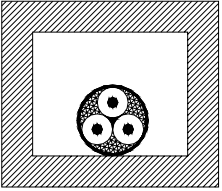
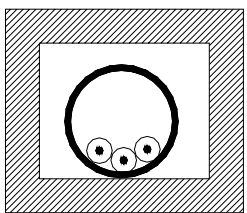
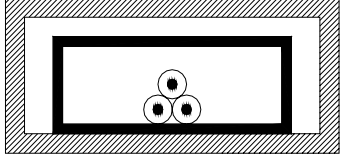
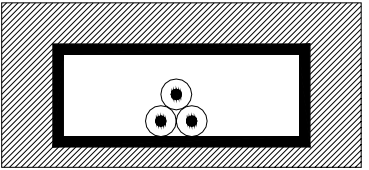
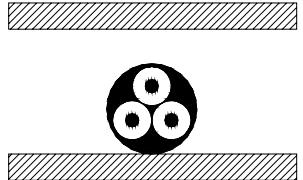
La tabla 1 de esta ITC corresponde al apartado 11.2 de la mencionada norma UNE y presenta de manera simplificada el resto de tablas de la norma, de forma que en determinados casos se han agrupado en la misma columna diferentes tipos de cable y diferentes tipos de instalación cuyos valores de intensidad admisibles son prácticamente iguales. Por lo tanto, la columna de la izquierda que corresponde al "tipo de instalación" (de A hasta G) abarca más sistemas que el croquis y su explicación adjunta de la tabla 1 de la ITC.

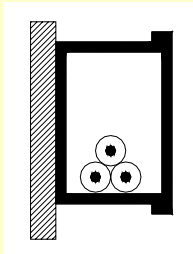
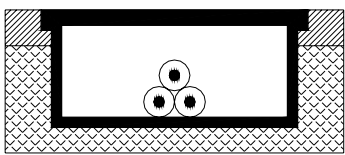
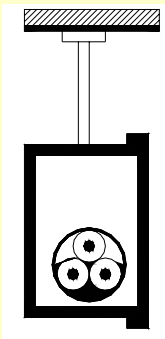
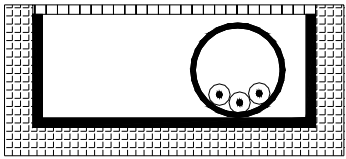
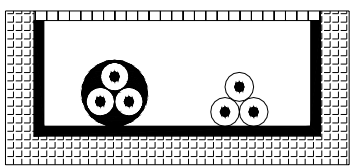
Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

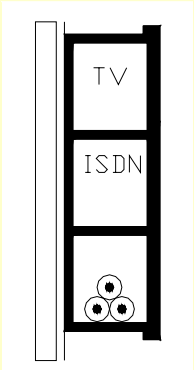
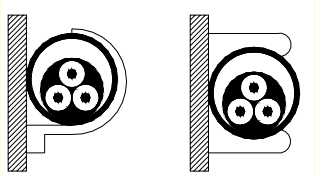
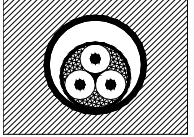
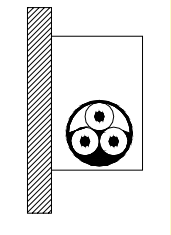
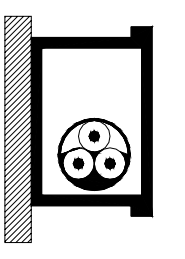
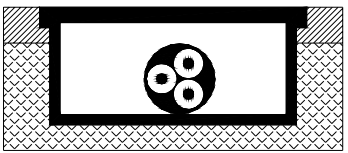
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2X PVC		3X XLPE o EPR	2X XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados 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	

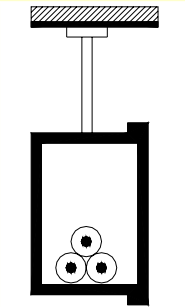
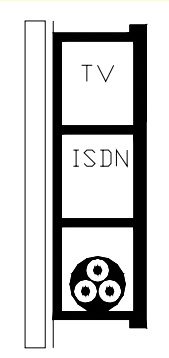
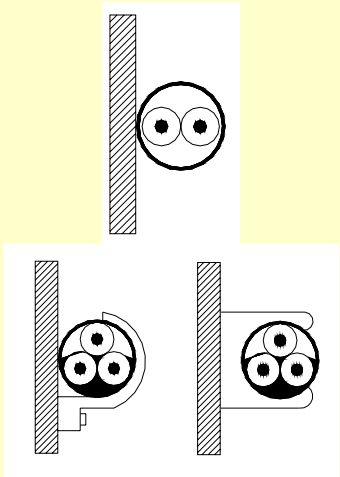
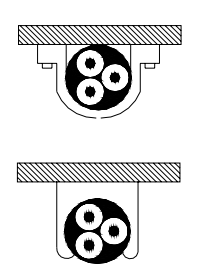
En la tabla siguiente se indican los tipos de instalación a los que son de aplicación las prescripciones de la tabla 1 de esta ITC:

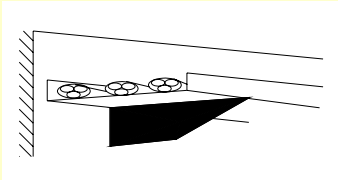
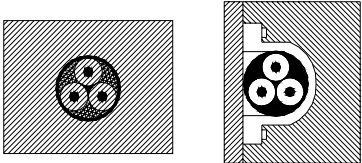
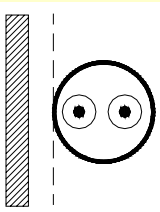
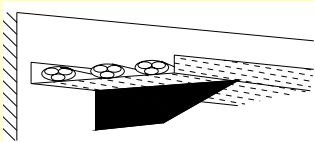
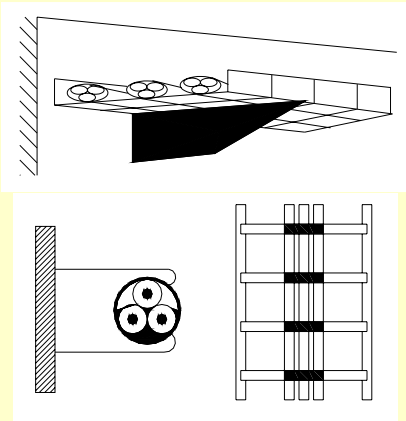
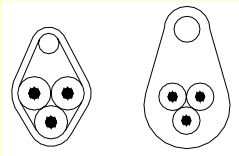
A		- Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes
		- Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes.
		- Conductores unipolares aislados en molduras.
		- Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas.
		- Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
A2		- Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
B		- Conductores unipolares aislados en tubos 2) en montaje superficial o empotrados en obra - Conductores unipolares aislados en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo.

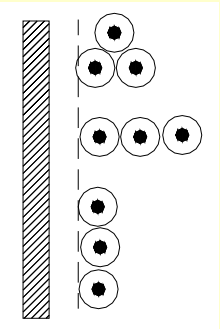
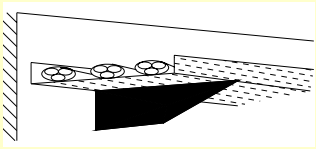
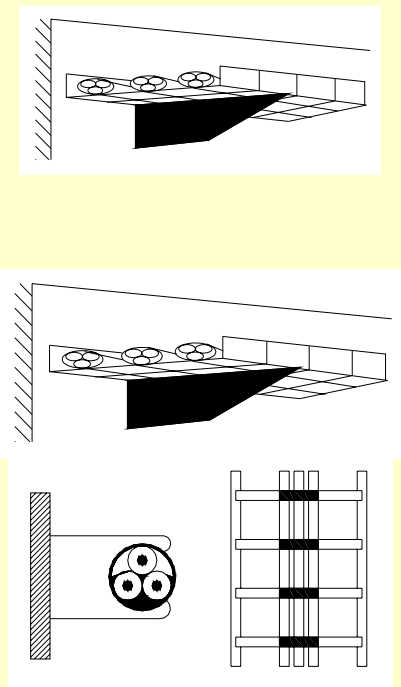
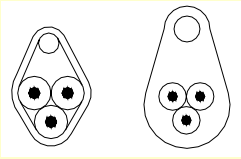
	- Conductores unipolares aislados en conductos de sección no circular sobre pared de madera.
	Conductores unipolares aislados en conductos empotrados en pared de obra
	- Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica *)
	- Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica *)
	- Conductores unipolares aislados en conductos de sección no circular en huecos de obra de fábrica *)
	Conductores unipolares aislados en conductos de sección no circular embebidos en obra de fábrica *)
	- Cables uni o multiconductores en falsos techos o techos suspendidos *)

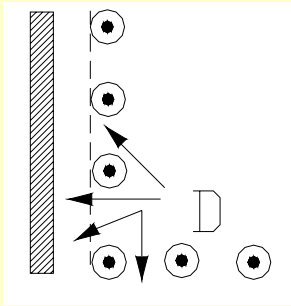
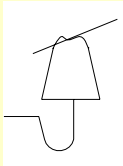
		- Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora fijadas a una pared de madera *) En recorrido horizontal o vertical
		- Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canales para instalaciones (canaleta) empotradas en el suelo *)
		Conductores unipolares aislados en canales para instalaciones (canaleta) suspendida
		- Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra (atarjeas) ventilados
		- Cables uni o multiconductores en canales de obra (atarjeas) abiertos o ventilados

		- Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados
B2	 	- Cables multiconductores en tubos 2) en montaje superficial o empotrados en obra - Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo.
		- Cables multiconductores en conductos de sección no circular sobre pared de madera
		- Cables multiconductores en canales para instalaciones (canaletas) fijados a una pared de madera
		- Cables multiconductores en canales para instalaciones (canaletas) empotradas en el suelo

		- Cables multiconductores en canales para instalaciones (canaletas) suspendidas
		- Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados
c		- Cables multiconductores directamente sobre la pared 3) - Cables unipolares o multiconductores fijados sobre pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable
		Cables unipolares o multiconductores: Fijados en el techo de madera Separados del techo

		- Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas
		- Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes
E		- Cables multiconductores a aire libre 4). Distancia a la pared no inferior a 0,3 D 5)
		- Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical
		- Cables unipolares o multiconductores sobre soportes, sobre bandejas escalera, o fijados por abrazaderas (collarines) separadas de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable.
		- Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable portador o autoportante (fiador)

		- Cables unipolares en contacto mutuo 4). Distancia a la pared no inferior a 0,3 D 5)
		- Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical
F++)		- Cables unipolares o multiconductores sobre soportes, sobre bandejas escalera, o fijados por abrazaderas (collarines) separadas de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable.
		- Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable portador o autoportante (fiador)

G		- Cables unipolares separados mínimo D 5)
		- Conductores desnudos o aislados sobre aisladores

Ver notas 1) a 5) en la tabla 1.

+) Según la relación entre el diámetro del cable y su alojamiento, puede ser de aplicación el método B2

++) El tipo F se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm²

En cualquier caso, la casuística expuesta en la norma UNE 20 460-5-523 es mayor que la presentada en estas tablas, por lo que se aconseja consultar la norma para conocer y aplicar, si procede, los factores de corrección por el sistema de instalación, por agrupamiento de circuitos o por temperatura ambiente.

En la norma está todo mucho más detallado por lo que si es necesario se debe de consultar esta.

En la siguiente tabla se indican factores de reducción de la intensidad máxima admisible usuales en caso de agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores, mientras que los factores de corrección para el agrupamiento de varios circuitos en bandejas se pueden consultar directamente en la ITC-BT-07.

Las tablas A, B y C están extraídas de la norma UNE 20 460-5-523.
No se considerarán los factores de reducción cuando la distancia en la que discurren paralelos los circuitos sea inferior a 2 m, por ejemplo en la salida de varios circuitos de un cuadro de mando y protección.

Tabla A. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores. Para ser utilizado con intensidades de corriente de la tabla 1

Ref	Disposición de cables contiguos	Nº de circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.

Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.

Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.

Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.

Nota 5. Si un número se compone de “n” conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como “n/2” circuitos de dos conductores o “n/3” circuitos de tres conductores cargados.

Tabla B. Extracto de la Tabla 52-D1. Factores de corrección para temperaturas ambiente distintas a 40 °C

Temperatura ambiente (°C)	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,40	1,26
15	1,34	1,23
20	1,29	1,19
25	1,22	1,14
30	1,15	1,10
35	1,08	1,05
40	1,00	1,00
45	0,91	0,96
50	0,82	0,90
55	0,70	0,83
60	0,57	0,78
65		0,71
70		0,64
75		0,55
80		0,45

Las intensidades máximas admisibles para cables enterrados directamente en el terreno no se incluyen en la tabla 1 de esta ITC, pero tanto sus valores, como los factores de corrección se pueden consultar en al ITC-BT-07.

Cuando los conductores enterrados se instalen bajo tubo, no se instalará más de un circuito por cada tubo, en caso de instalar agrupaciones de tubos (un cable por tubo) se pueden aplicar los siguientes factores de corrección:

Tabla C. Factores de corrección para agrupamiento de varios cables instalados en tubos enterrados. Cables multiconductores en tubos; un cable por tubo

Número de cables	Distancia entre tubos			
	Nula (tubos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

Cables unipolares en tubos; un cable por tubo

Número de cables	Distancia entre tubos			
	Nula (tubos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

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 la 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.

Conductor	Color		
Neutro (o previsión de que uno de fase pase a neutro)	Azul 		
Protección	Verde-amarillo 		
Fases	Marrón 	Negro 	Gris 

Los cables unipolares de tensión asignada 0,6/1 kV con aislamiento y cubierta no tienen aplicadas diferentes coloraciones, en este caso el instalador debe identificar los conductores mediante medios apropiados, por ejemplo mediante un señalizador o argolla, una etiqueta, etc, en cada extremo del cable.

En sistemas TN-C y TN-C-S descritos en la ITC-BT 08, se debe identificar a los conductores de protección y neutro (CPN), mediante el color verde-amarillo más una marca azul que podrá ser un señalizador o argolla, una etiqueta, etc., que identifique su propiedad CPN.

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 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 2.

Tabla 2.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	$S^{(*)}$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de:
2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la Canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

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.

En el apartado 1.2.2. Tubos en canalizaciones empotradas de la ITC-BT-21 se describe la forma de instalación de los tubos empotrados. Las características mínimas que ha de cumplir el tubo se especifican en la tabla 3 de la ITC-BT-21 si la pared es de obra de fábrica o si el tubo circula por el interior de un hueco de la construcción o canal de obra. Se elegirá un tubo según la tabla 4 de la ITC-BT-21 si el tubo está empotrado en hormigón y para canalizaciones precableadas.

El diámetro exterior mínimo de los tubos se elegirá según la tabla 5 de la ITC-BT-21 en función de la sección y el número de conductores a conducir.

- 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 mecánicos y químicos, 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).

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.

Se deben de prever circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, por ejemplo: alumbrado, tomas de corriente, alimentación de máquinas, etc de modo que estos circuitos no se vean afectados por el fallo de otros circuitos.

Por este motivo y aunque la ITC-BT-22, punto 1.1b, admite que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal y cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados, se recomienda proteger cada circuito derivado contra sobrecargas y cortocircuitos para garantizar la debida selectividad.

Con los interruptores magnetotérmicos para uso doméstico al ser el disparo instantáneo en caso de cortocircuito no es posible lograr esta selectividad.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales tipo S o los de tipo retardado de tiempo regulable cumplen con esta condición.
2. La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior a la del diferencial situado aguas abajo.

En el caso de diferenciales para uso doméstico o análogo (UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009) la intensidad diferencial residual nominal del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales instalados serán de tipo S según lo establecido en ITC-BT-24 Apto 4.1.2.

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, sólo 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.

En la Guía Técnica de Aplicación del REBT, se indica que con posterioridad a la publicación del REBT los requisitos de separación de contactos en seccionadores de seguridad presentes en la norma EN 60669-2-4 han pasado a de 3 a 4 mm, excepto cuando se satisfacen requisitos de ensayos suplementarios.

Cuando se utilicen cortacircuitos fusibles para la separación omnipolar de la alimentación se deberá asegurar también la separación simultánea del neutro.

Cuando la separación de la alimentación de una instalación se produzca debido a un mantenimiento o reparación, se deberán de proveer los medios necesarios que impidan la conexión indeseada, a menos que los medios de corte estén bajo la vigilancia continua de todas las personas que efectúan dicho mantenimiento.

Estos medios pueden comprender una o varias de las siguientes medidas:

- bloqueo por candados
- paneles indicadores de peligro
- ubicación dentro de un local con cierre por llave o dentro de una envolvente.

En la tabla siguiente se recogen los dispositivos admitidos para esta desconexión y la norma UNE que les es de aplicación.

Producto	Norma de aplicación
Seccionadores fusibles	UNE-EN 60269 (serie) UNE-EN 60947-3
Seccionadores (uso industrial)	UNE-EN 60947-3
Interruptores seccionadores (uso industrial)	UNE-EN 60947-3
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 60898
Interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento (uso industrial)(1)	UNE-EN 60947-2
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobrecargas incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009
Bornes de conexión (sin carga)	UNE- EN 60998 UNE-EN 60947-7
(1) La norma UNE-EN 60947-2 define tanto las características de aquellos interruptores automáticos de uso industrial que poseen características de seccionamiento como de aquellos que no las poseen.	

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:

- 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.
- Cualquier receptor.
- Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía.
- Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.
- Todo circuito de alimentación en baja tensión destinado a una instalación de tubos luminosos de descarga en alta tensión.
- Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.
- Las instalaciones a la intemperie.
- Los circuitos con origen en cuadros de distribución.
- Las instalaciones de acumuladores.
- Los circuitos de salida de generadores.

Los dispositivos admitidos para la conexión y desconexión en carga son:

- Los interruptores manuales.

Pueden considerarse aquí incluidos los interruptores automáticos con accionamiento manual y contactores accionados por pulsador.

- 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 omipolar los dispositivos siguientes:

- Los situados en el cuadro general y secundario 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 está prohibido y excepto en los TN-S en los que se pueda asegurar que el conductor neutro está al potencial de tierra.
- Los destinados a receptores cuya potencia sea superior a 1.000 W, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omipolar.
- 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 omipolar.

El conductor neutro o compensador no podrá ser interrumpido salvo cuando el corte se establezca por interruptores omipolares.

Producto	Norma de aplicación
Seccionadores fusibles	UNE-EN 60269 (serie)
Interruptor de fusible, fusible-interruptor y fusible-interruptor-seccionador	UNE-EN 60947-3
Interruptores seccionadores (uso industrial)	UNE-EN 60947-3
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 60898
Interruptores automáticos (uso industrial)(1)	UNE-EN 60947-2
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009
Bases de toma de corriente (fijas y móviles) para uso doméstico o análogo	UNE 20315
Bases de toma de corriente para uso industrial	UNE-EN 60309
(1) La norma UNE-EN 60947-2 define tanto las características de aquellos interruptores automáticos de uso industrial que poseen características de seccionamiento como de aquellos que no las poseen.	

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 20460 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 siguiente:

Tabla 3.

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (v)	Resistencia de aislamiento (M)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1000	$\geq 1,0$
Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36		

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 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros 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.

Por ejemplo en una instalación donde la longitud de sus canalizaciones es de 205 m, el valor mínimo admisible de la resistencia de aislamiento es:

$$R_{ais} = \frac{R_m}{L_c} = \frac{500k\Omega}{2,05} = 243,9k\Omega$$

Donde:

R_{ais} : Es el valor mínimo admisible de la resistencia de aislamiento para la instalación.

R_m : Valor mínimo de la resistencia de aislamiento según la tabla 3.

L_c : Longitud de la canalización en hectómetros.

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 anterior 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.

Para evitar que los dispositivos electrónicos conectados a los circuitos puedan resultar dañados durante estas medidas se han de conectar entre sí los conductores de fase y neutro de estos circuitos.

En el anexo se exponen las medidas y procedimientos para la verificación de una instalación eléctrica.

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 instalación 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 M Ω .
- 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 $2U + 1.000$ 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.

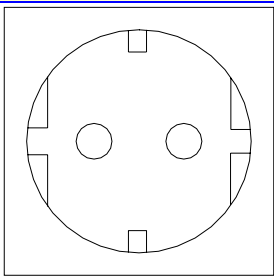
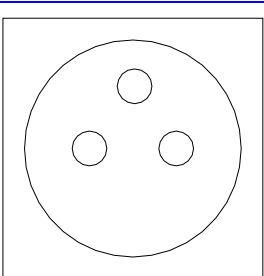
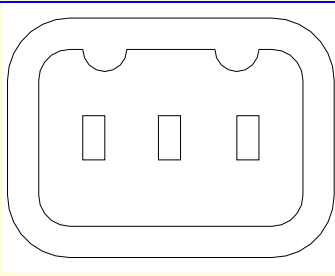
Las corrientes de fuga no serán superiores para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Según las prescripciones de las normas de producto UNE-EN 61008-1 y UNE-EN 61009-1 los interruptores diferenciales pueden desconectar a partir del 50% de su intensidad diferencial-residual asignada. Por lo tanto se deben limitar las corrientes de fuga por debajo de dicho valor.

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 20315. 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.

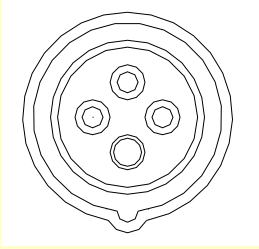
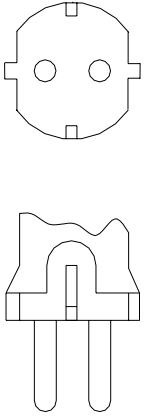
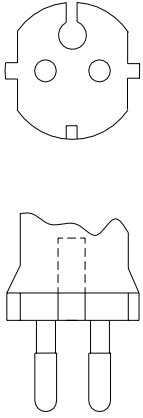
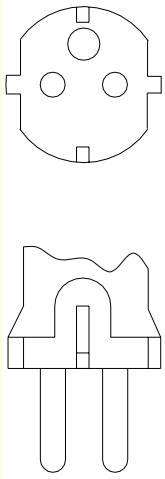
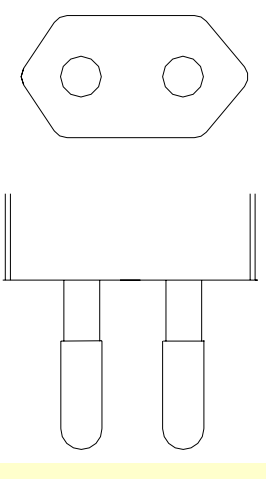
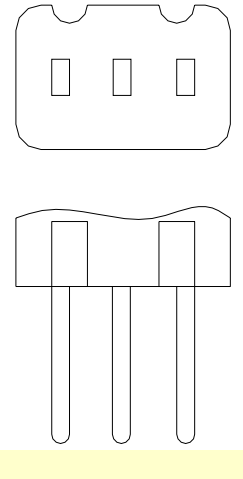
Por tanto las bases de toma de corriente a utilizar en instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315 las siguientes:

		
C2a: Base bipolar con contacto lateral de tierra 10/16 A 250 V, de uso general.	C3a: Base bipolar con espiga de contacto de tierra 10/16 A 250 V. A utilizar cuando haya que distinguir la fase del neutro.	ESB 25-5a: Base bipolar con contacto de tierra 25 A 250 V. (Base de 25 A para cocina)

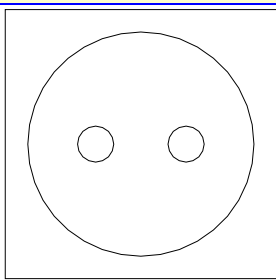
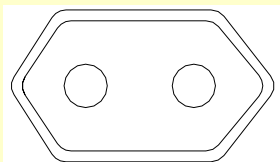
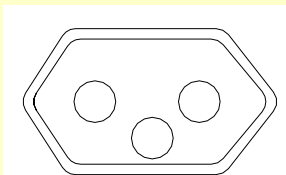
En instalaciones diferentes de las indicadas en la **ITC-BT-25** para viviendas, además se admitirán las bases de toma de corriente indicadas en la serie de normas UNE-EN 60309.

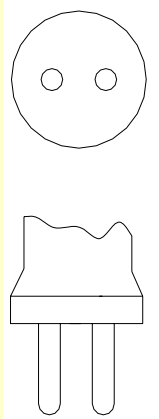
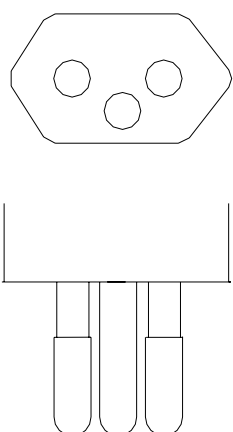
Las bases móviles deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1a, C2a o C3a de la Norma UNE 20315. Las clavijas utilizadas en los cordones prolongadores deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b.

Según esto las bases móviles y clavijas utilizadas en los prolongadores serán de acuerdo a la norma UNE 20315 las indicadas:

		
Base 3P + tierra se la serie UNE EN 60309	C 2b: Clavija bipolar con contacto lateral de tierra 10 /16 A 250 V	C 6: Clavija bipolar para aparatos Clase II 10 /16 A 250 V
		
C 4: Clavija bipolar para aparatos Clase II 10 /16 A 250 V	ESC 10-1b: Clavija bipolar sin contacto de tierra 10 A 250 V	ESB 25 – 5b: Clavija bipolar con contacto de tierra 25 A 250 V

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 ESB 10-5b y C1b, recogidas en la norma UNE 20315 solo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

		
C1a: Base bipolar sin contacto de tierra 10/16 A 250 V	ESC 10-1a: Base bipolar sin contacto de tierra 10 A 250 V	ESC 10-5a: Base bipolar con contacto de tierra 10 A 250 V

	
C 1b: Clavija bipolar sin contacto lateral de tierra 10 /16 A 250 V	ESB 10 – 5b: Clavija bipolar con contacto de tierra 10 A 250 V

Estas bases de toma de corriente son para uso exclusivo en reposición y no se podrán montar en instalaciones nuevas, ampliaciones, modificaciones ni en reparaciones de importancia de las instalaciones existentes.

Los circuitos que alimenten estas bases de toma de corriente de clase 0 para reposición deben estar protegidos por diferenciales de alta sensibilidad por no disponer la base de toma de tierra.

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 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

La conexión de los conductores de sección superior a 6 mm² debe realizarse mediante terminales engastados al conductor para evitar la rotura o deterioro de los alambres al apretar el borne.

Para facilitar su verificación, ensayos, mantenimiento y sustitución, las conexiones deberán ser accesibles.

En la ITC-BT21 pto. 3.1, se indica que en las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En la tabla siguiente se indica las normas UNE relativas a los bornes de conexión y a las cajas de empalme y derivación.

Producto	Norma de aplicación
Bornes de conexión	UNE-EN 60998, UNE-EN 60947-7
Cajas de empalme y/o derivación	UNE 20451

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-20 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

INTRODUCCION

En esta ITC se recogen los distintos sistemas de instalación de las canalizaciones tal y como los presenta también la norma UNE 2040-5-52, detallándose la forma de efectuar su instalación, así como las principales características de los conductores y de los tubos o canales protectores para cada uno de los sistemas más habituales.

1. GENERALIDADES

2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

2.1 Prescripciones Generales

2.1.1 Disposiciones

2.1.2 Accesibilidad

2.1.3 Identificación

2.2 Condiciones particulares

2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

2.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

2.2.3 Conductores aislados enterrados

2.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

2.2.5 Conductores aéreos

2.2.6 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

2.2.7 Conductores aislados bajo canales protectoras

2.2.8 Conductores aislados bajo molduras

2.2.9 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

2.2.10 Canalizaciones eléctricas prefabricadas

3. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

1. GENERALIDADES

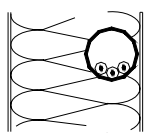
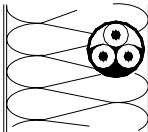
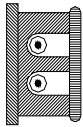
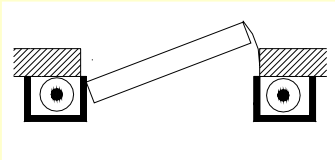
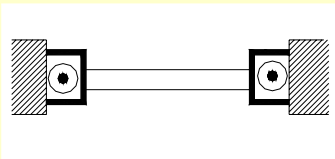
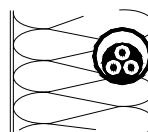
Los sistemas de instalación que se describen en esta Instrucción Técnica deberán tener en consideración los principios fundamentales de la norma UNE 20460 -5 -52.

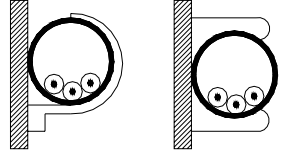
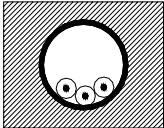
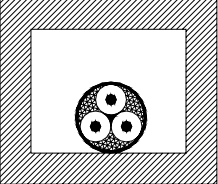
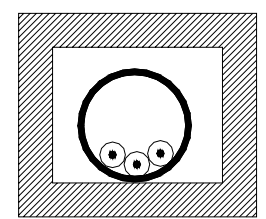
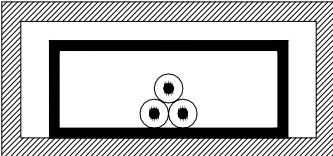
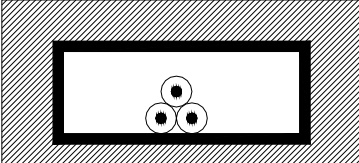
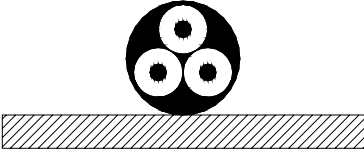
2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

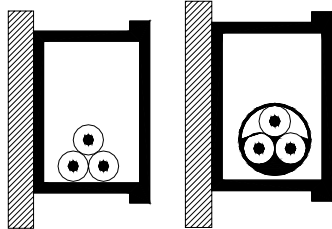
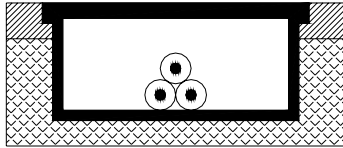
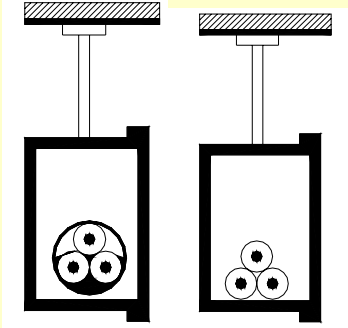
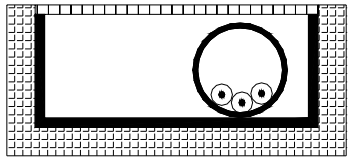
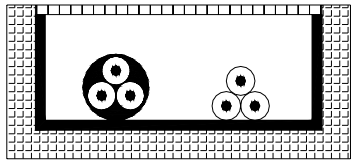
La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizara escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20460 -5 -52.

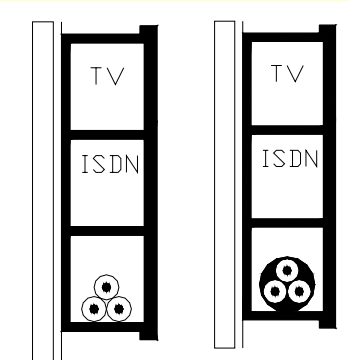
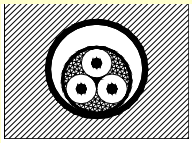
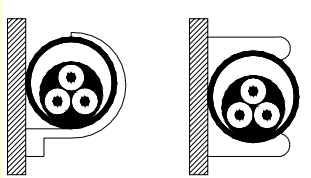
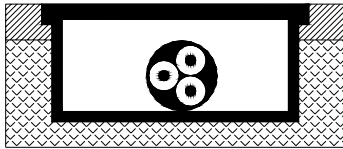
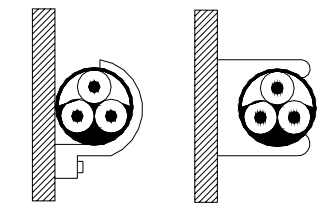
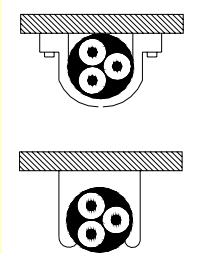
En la tabla siguiente se muestran los sistemas de instalación indicados en la norma UNE 20460 -5 -52. Como se indica en la propia norma el objetivo de las figuras no es representar productos reales o prácticas de instalación, sino servir de indicación para los tipos descritos.

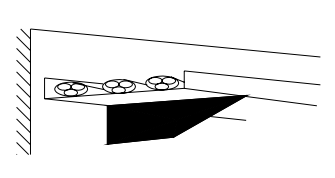
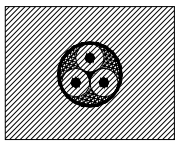
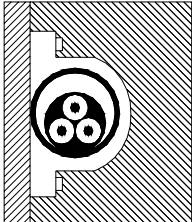
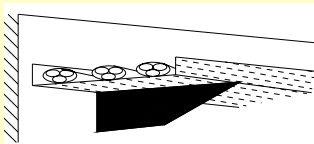
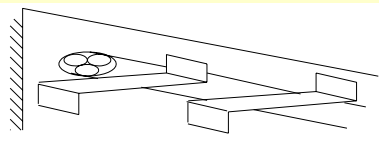
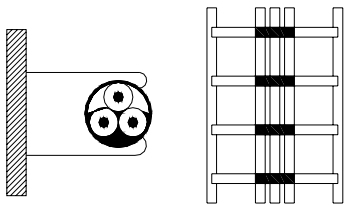
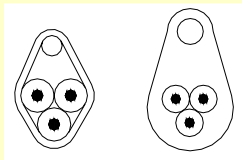
Se pueden utilizar otros tipos de canalizaciones que no estén descritas en esta tabla a condición de que cumplan las prescripciones generales de este capítulo.

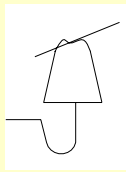
	- Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes
	- Cables multiconductores con cubierta empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes.
	- Conductores unipolares aislados en molduras.
	- Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas.
	- Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
	- Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.

	- Conductores unipolares aislados en tubos en montaje superficial
	Conductores unipolares aislados en conductos empotrados en pared de obra
	- Cables con cubierta unipolares o multiconductores en huecos de la construcción
	- Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de la construcción
	- Conductores unipolares aislados en conductos de sección no circular en huecos de la construcción.
	Conductores unipolares aislados en conductos de sección no circular empotrados
	- Cables con cubierta unipolares o multiconductores en falsos techos o en falsos suelos.

	- Conductores unipolares aislados en conductos de sección no circular sobre pared. - Cables unipolares o multiconductores en conductos de sección no circular sobre pared
	- Conductores unipolares aislados en canales empotradas en el suelo o paredes.
	- Cables unipolares o multiconductores en canales suspendidas. - Conductores unipolares aislados en canales suspendidas.
	- Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventiladas. (1)
	- Cables uni o multiconductores con cubierta en canales de obra abiertas o ventiladas en tendido horizontal o vertical. (1)

	- Conductores unipolares aislados en canales de zócalo. - Cables unipolares o multiconductores en canales de zócalos
	- Cables unipolares o multiconductores en tubos empotrados en obra
	- Cables unipolares o multiconductores en tubos en montaje superficial.
	- Cables unipolares o multiconductores en canales empotradas en suelos o paredes
	-Cables multiconductores con cubierta y /o armados fijados a la pared.
	-Cables multiconductores con cubierta y /o armados fijados al techo.

	- Cables multiconductores con cubierta y /o armados sobre bandejas no perforadas
	- Cables con cubierta unipolares o multiconductores empotrados directamente en paredes de obra, sin protección mecánica adicional
	- Cables con cubierta unipolares o multiconductores empotrados directamente en paredes de obra, con protección mecánica adicional
	- Cables multiconductores con cubierta y /o armados sobre bandejas sobre bandejas perforadas o bandejas de rejilla en tendido horizontal o vertical.
	- Cables multiconductores con cubierta y /o armados sobre soportes, en tendido horizontal o vertical.
	- Cables multiconductores con cubierta y /o armados sobre bandejas escalera, o fijados mediante abrazaderas y separados de la pared o del techo.
	- Cables con cubierta unipolares o multiconductores suspendidos de o incorporando un cable fiador



- Conductores desnudos o aislados sobre aisladores

- 1) Se recomienda que estos métodos de instalación se utilicen sólo en áreas donde el acceso esté restringido a personas autorizadas, y donde pueda prevenirse la reducción de intensidad admisible y el riesgo de incendio debido a la acumulación de escombros.

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.

En relación con esto tener en cuenta que para las instalaciones de sistemas de automatización y de gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, así como para las instalaciones a Muy Baja Tensión se dan prescripciones particulares en la ITC-BT-51 y ITC-BT-36 respectivamente.

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 sólo 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.

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.

2.2. Condiciones particulares

Tabla 1. Elección de las canalizaciones

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	Multipolares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Unipolares	0	+	+	+	+	+	0	+
+: Admitido -: No admitido 0: No aplicable o no utilizado en la práctica *: Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP4X o IPXXD									

Tabla 2. Situación 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									

En los apartados 2.2.1 a 2.2.9 de esta ITC-BT se indican las prescripciones para los diferentes sistemas de instalación. Para los cables eléctricos estas prescripciones se limitan en la mayoría de los casos a definir solamente la tensión asignada mínima.

Esta ITC-BT es de ámbito general y por lo tanto para cada uno de los sistemas de instalación indicados en los apartados siguientes existe una amplia gama de posibles tipos de cable a instalar según las condiciones particulares de la instalación. Por esto, se ha optado por incluir solo la referencia a los tipos básicos de cable más habitual para cada tipo de instalación, sin tener en cuenta las posibles particularidades de la instalación (por ejemplo: presencia de aceite, altas y bajas temperaturas, etc).

El propio REBT concreta más las características de los cables a instalar en las diversas ITC-BT que desarrollan ésta de ámbito general, por ejemplo en la ITC-BT 28 para locales de pública concurrencia, la ITC-BT 25 para instalaciones interiores de viviendas.

Es necesario destacar que en todas las instalaciones interiores, el artículo 2.2.2

de la ITC-BT 19 establece: “En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a las cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases”.

Los cables recogidos en esta tabla son una orientación del cable más habitual empleado en esa aplicación.

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**.

Las características mínimas para los sistemas de conducción de cables son:

Producto	Designación s/norma	Norma de aplicación
Tubo Rígido	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-1
Tubo Curvable	2221 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-2
Tubo Flexible	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-3

Los cables habitualmente utilizados son:

Cables de tensión asignada 450/750 V:

Tipo de cable	Descripción	Norma UNE
H07V-K	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	UNE 21031-3
ES07Z1-K (AS)	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)	UNE 211002

Cables de tensión asignada 0,6/1 kV:

Tipo de cable	Descripción	Norma UNE
VV-K	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo (VV).	UNE 21123-1
RV-K	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta policloruro de vinilo (V).	UNE 21123-2

RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	UNE 21123-4
-----------------------	---	------------------------

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 20460 - 5 -52.

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 metros.
- 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 aquélla.
- 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.

La serie UNE 21123 define las características de los cables (unipolares y multiconductores) de tensión asignada 0,6/1 kV para instalaciones fijas.

Conductor	Norma de aplicación
Cables de tensión asignada 0,6/1 kV:	
VV-K	UNE 21123-1
RV-K	UNE 21123-2
RZ1-K (AS)	UNE 21123-4

Todos los tipos de cable de esta serie UNE disponen de aislamiento y cubierta, algunos disponen de armadura (revestimiento interno constituido por flejes o alambres) destinada a proteger el cable de los efectos mecánicos externos.

Los cables con aislamiento mineral (formado por un polvo de uno o varios minerales comprimidos para formar una masa compacta) de tensión asignada 0,6/1 kV no están normalizados.

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.

Cuando los conductores se instalen bajo tubo enterrado, no se instalará más de un circuito por cada tubo.

Producto		Norma de aplicación
Tubos	Enterrados	UNE-EN 50086-2-4

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).

Los cables habitualmente utilizados son:

Conductor	Norma de aplicación
RV-K	UNE 21123-2

2.2.5. Conductores aéreos

Los conductores aéreos no cubiertos en 2.2.2, cumplirán lo establecido en la **ITC-BT-06**.

Los cables habitualmente utilizados son:

Tipo de cable	Descripción	Norma UNE
RZ	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con cubierta aislante de polietileno reticulado (R) y conductores de aluminio cableados a derechas (Z). El conductor neutro puede tener las funciones de fiador.	UNE 21030-1
RZ	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con cubierta aislante de polietileno reticulado (R) y conductores de cobre cableados a derechas (Z). El conductor neutro nunca tiene las funciones de fiador.	UNE 21030-2

Nota 1: En estos casos el tipo y clase de conductor no se incluyen en el código de designación del cable.

Nota 2: En estos casos la "Z" no corresponde a la designación de material reticulado libre de halógenos.

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 UNE20460 -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, etc.).

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 milímetros.

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 metros 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 aquélla en partes bajas del hueco, etc.

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.

Los cables habitualmente utilizados son:

Conductor	Norma de aplicación
Cables bajo tubo, canal protectora, etc, cables de tensión asignada 450/750 V:	
H07V-K	UNE 21031-3
ES07Z1-K (AS)	UNE 211002
Cuando se instalen directamente cables en huecos de la construcción, los cables deben tener aislamiento y cubierta y serán de tensión asignada 0,6/1kV:	
VV-K	UNE 21123-1
RV-K	UNE 21123-2
RZ1-K (AS)	UNE 21123-4

Todos los cables normalizados son del tipo no propagadores de la llama ya que sus normas constructivas incluyen el ensayo de la norma UNE-EN 50265 "Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama".

Las características mínimas para los sistemas de conducción de cables son:

Producto	Designación s/norma	Norma de aplicación
Tubo Rígido	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-1
Tubo Curvable	2221 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-2
Tubo Flexible	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-3

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:

- 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.

Producto	Designación según norma	Norma de aplicación
Canal protectora	No propagador de la llama	UNE-EN 50085-1

Los cables habitualmente utilizados son:

Conductor	Norma de aplicación
Cables de tensión asignada 450/750 V:	
H07V-K	UNE 21031-3
ES07Z1-K (AS)	UNE 211002

Tipo de cable	Descripción	Norma UNE
H05VV-F	Cable de tensión asignada 300/500 V, con conductor de cobre clase 5 apto para servicios móviles (-F), aislamiento de compuesto de PVC (V) y cubierta de compuesto de PVC (V)	UNE 21031-5
H05Z1Z1-F	Cable de tensión asignada 300/500 V, con conductor de cobre clase 5 apto para servicios móviles (-F), aislamiento de compuesto termoplástico libre de halógenos (Z1) y cubierta de compuesto termoplástico con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)	UNE 21031-14

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 mm² 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 interior de la moldura estará, como mínimo, a 10cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5cm 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 1cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3cm, 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.

Una moldura o canal moldura es una variedad de canal de paredes llenas, de pequeñas dimensiones, conteniendo uno o varios alojamientos para conductores.

Los cables habitualmente utilizados son:

Conductor	Norma de aplicación
Cables de tensión asignada 450/750 V:	
H07V-K	UNE 21031-3
ES07Z1-K (AS)	UNE 211002

2.2.9. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20460 -5 -52.

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV.

Cabe la posibilidad de que las bandejas soporten cajas de empalme y/o derivación.

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 bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

Producto	Designación según norma	Norma de aplicación
Bandejas y bandejas de escalera	No propagador de la llama	UNE-EN 61537

Los cables habitualmente utilizados son:

Conductor	Norma de aplicación
Cables de tensión asignada 450/750 V:	
VV-K	UNE 21123-1
RV-K	UNE 21123-2
RZ1-K (AS)	UNE 21123-4

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 60570.

Las características de las canalizaciones de uso general deberán ser conformes con las especificaciones de la Norma UNE-EN 60439 -2.

Cuando se utilice un sistema de alimentación de luminarias por carril, deberá aplicarse la norma UNE EN 60570. Para otros casos, ya sea aplicaciones generales o luminarias, deberá aplicarse la norma UNE EN 60439-2.

Producto	Norma de aplicación
Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias	UNE EN 60570
Conjunto de aparamenta. Canalizaciones prefabricadas	UNE-EN 60439-2

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 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 centímetros 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.

INTRODUCCIÓN

En la ITC-BT-20 se indica que el tipo de sistema de instalación marca el tipo de canalización a utilizar. Esta instrucción ITC-BT-21 prescribe las características de los tubos y canales protectoras a emplear en función del tipo de instalación. Así mismo incluye prescripciones sobre la instalación y colocación de tubos y canales protectoras

1. TUBOS PROTECTORES

1.1 Generalidades

1.2 Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación

1.2.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

1.2.2 Tubos en canalizaciones empotradas

1.2.3 Canalizaciones aéreas o con tubos al aire

1.2.4 Tubos en canalizaciones enterradas

2. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

2.1 Prescripciones generales

2.2 Montaje fijo en superficie

2.3 Montaje fijo empotrado

2.4 Montaje al aire

3. CANALES PROTECTORAS

3.1 Generalidades

3.2 Características de las canales

4. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS CANALES

4.1 Prescripciones generales

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

Los tubos rígidos son aquellos que no se pueden curvar o requieren de técnicas especiales para su curvado. Están previstos para instalaciones en montaje superficial y sus cambios de dirección se pueden realizar mediante accesorios específicos (curvas, derivaciones en T, etc.).

Los tubos curvables son aquellos que pueden curvarse manualmente y no están destinados para ser doblado frecuentemente o trabajar continuamente en movimiento, si bien tienen un cierto grado de flexibilidad.

Los tubos flexibles pueden curvarse con la mano y están destinados a ser doblados frecuentemente, por tanto están diseñados para soportar, a lo largo de su vida útil, un número elevado de operaciones de flexión, como puede ser el caso de instalaciones en elementos con partes móviles, como máquinas.

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 filas 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 1.

En aquellas situaciones en las que la instalación se ha realizado con tubo rígido en montaje superficial y los receptores (por ejemplo luminarias) son instalados con posterioridad, puede ser necesario el uso de tubos curvables para compensar posibles desviaciones.

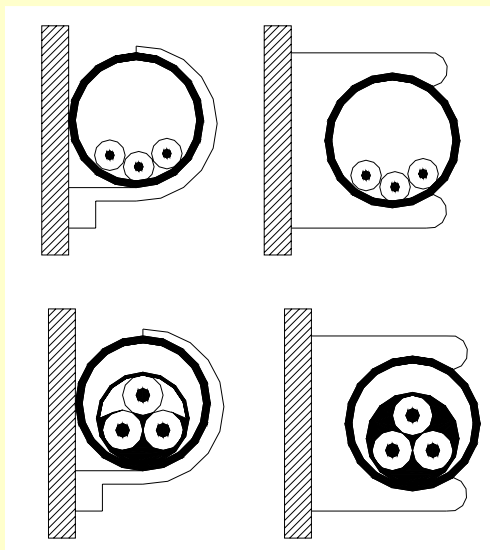


Tabla 1. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación 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 $D \geq 1\text{mm}$
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

En las tablas siguientes contienen los códigos y grados para cada una de las características indicadas:

Resistencia a la compresión	
Muy ligero	1
Ligero	2
Medio	3
Fuerte	4
Muy fuerte	5

Resistencia al impacto	
Muy ligero	1
Ligero	2
Medio	3
Fuerte	4
Muy fuerte	5

Temperatura mínima de utilización permanente y de instalación	
+ 5 °C	1
- 5 °C	2
-15 °C	3
-25 °C	4
-45 °C	5

Temperatura máxima de utilización permanente y de instalación	
+ 60 °C	1
+ 90 °C	2
+ 105 °C	3
+ 120 °C	4
+ 150 °C	5
+ 250 °C	6
+ 400 °C	7

Resistencia al curvado	
Rígido	1
Curvable	2
Curvable / Transversalmente elástico	3
Flexible	4
Propiedades eléctricas	
No declarado	0
Con características de continuidad eléctrica	1
Con características de aislamiento eléctrico	2
Con características de aislamiento y continuidad eléctrica	3
Resistencia a la penetración de cuerpos sólidos	
Protegido contra los cuerpos de diámetro superior o igual a 2,5 mm	3
Protegido contra los cuerpos de diámetro superior o igual a 1,0 mm	4
Protegido contra el polvo	5
Estando al polvo	6
Resistencia a la penetración de agua	
No declarado	0
Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente	1
Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2
Protección contra agua pulverizada	3
Protección contra las salpicaduras	4
Protección contra chorros de agua	5
Protección contra fuertes chorros de agua	6
Protección contra los efectos de una inmersión temporal	7
Resistencia a la corrosión de sistemas de tubos metálicos y compuestos	
Protección interior y exterior baja	1
Protección interior y exterior media	2
Protección interior mediana, protección exterior elevada	3
Protección interior y exterior elevada	4
Resistencia a la tracción	
No declarada	0
Muy ligero	1
Ligero	2
Medio	3
Fuerte	4
Muy fuerte	5
Resistencia a la propagación de la llama	
No propagador de la llama	1
Propagador de la llama	2
Resistencia a cargas suspendidas	
No declarada	0
Muy ligero	1
Ligero	2
Medio	3
Fuerte	4
Muy fuerte	5

De entre las características indicadas, la resistencia a la compresión, la resistencia al impacto y las temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, son las características básicas más relevantes de los tubos, por lo que se suelen representar por un código de cuatro cifras. Así para el caso de tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas, la codificación mínima para las cuatro primeras características de la tabla 1 corresponde a 4321. Este código junto con la característica de “No propagador de la llama” define el producto a instalar.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086 -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 2 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

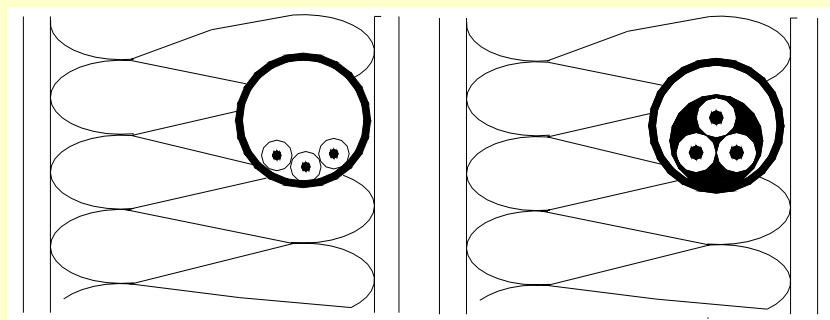
Tabla 2. *Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	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	--	--	--

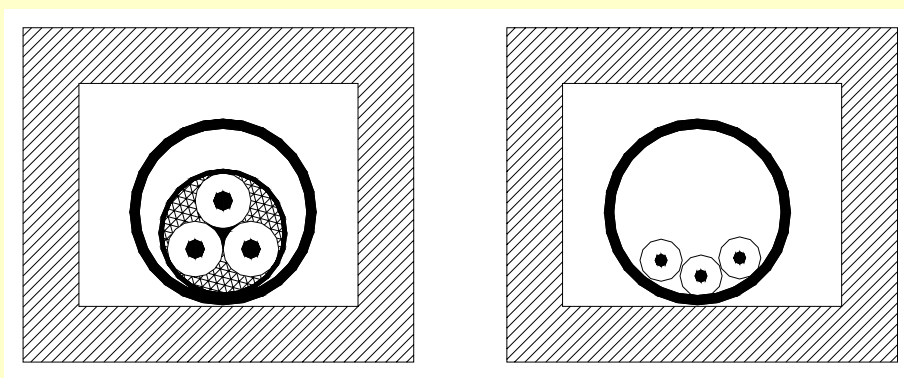
Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

1.2.2. Tubos en canalizaciones empotradas

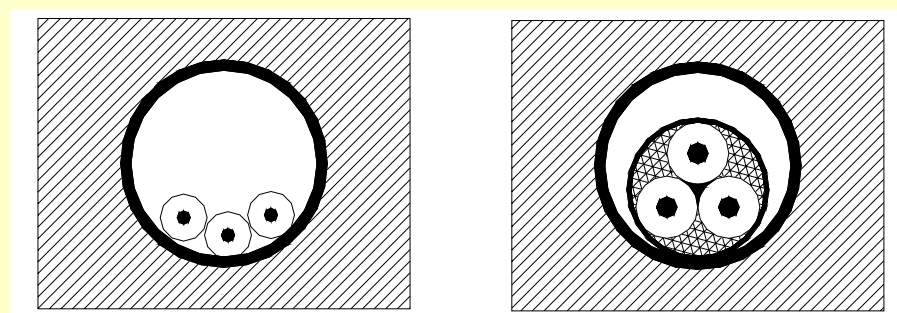
En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 3 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la tabla 4 para tubos empotrados embebidos en hormigón.



Tubos en canalizaciones empotradas en paredes térmicamente aislantes



Tubos en canalizaciones en huecos de la construcción o en falsos suelos o falsos techos



Tubos en canalizaciones empotras en paredes de obra

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 4.

Tabla 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	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación 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 • 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 o propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 4. *Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones precableadas*

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación 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.

En las canalizaciones empotradas el tubo que se utiliza habitualmente es el curvable (UNE-EN 50086-2-2) si bien también se acepta el uso de otros tipos de tubos (como rígidos UNE-EN 50086-2-1 y flexibles UNE-EN 50086-2-3).

Los tubos con código 3322 se corresponden con instalaciones que requieren producto con prestaciones más elevadas como por ejemplo las instalaciones embebidas en hormigón en las que los tubos se colocan durante el trabajo de encofrado y se ven sometidos a agresiones mecánicas mayores. Además en estas condiciones se pueden alcanzar temperaturas de fraguado elevadas y por eso las prestaciones en ese sentido son mayores.

El cumplimiento de las características indicadas en las tablas 3 y 4 se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE 50086 -2 -1, para tubos rígidos, UNE 50086 -2 -2, para tubos curvables y UNE 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 5 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 5. *Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*

Sección nominal de los conductores unipolares (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
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	--	--	--

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.

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 6.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tabla 6. Características mínimas para canalizaciones de tubos al aire o aéreas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación 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 $D \geq 1\text{mm}$
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 metálicas 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

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la norma UNE-EN 50086 -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 7 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 7. *Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.*

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

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.

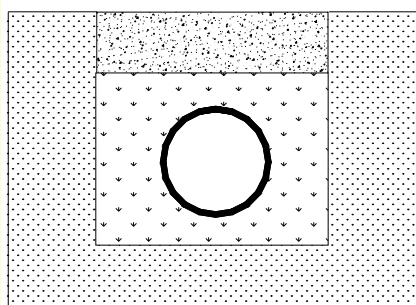
1.2.4. Tubos en canalizaciones enterradas

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 8.

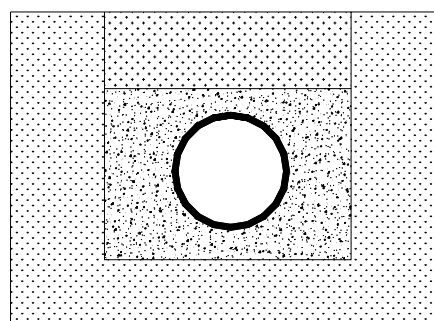
Cuando los tubos se coloquen en montaje enterrado se tendrán en cuenta, además, las siguientes recomendaciones:

Se recomienda instalar los tubos enterrados a una profundidad mínima de 0,45 m. del pavimento o nivel del terreno en el caso de tubos bajo aceras, y de 0,60 m en el resto de casos.

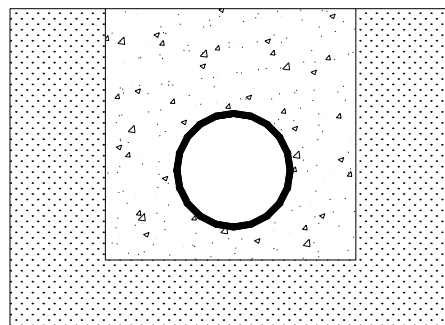
Se recomienda un recubrimiento mínimo inferior de 0,03 m., y un recubrimiento mínimo superior de 0,06 m.



a) Tubo en recubrimiento de arena, resistencia a la compresión mínima 450 N.



b) Tubo en recubrimiento de hormigón resistencia a la compresión mínima 250 N.



c) Tubo sin recubrimiento en terreno pedregoso, resistencia a la compresión mínima 750 N

Se debe de tener en cuenta que cuando se coloca arena de relleno como recubrimiento de un tubo instalado en terreno pedregoso éste pasa a considerarse como instalación según la figura a), tubo en recubrimiento de arena.

Tabla 8. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas

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 servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación 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 ala tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las caras 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		

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.

Cuando el suelo sea de tipo pedregoso y duro y además las cargas superiores sean pesadas, como por ejemplo, en vías férreas, los tubos deberán presentar obligatoriamente una resistencia a la compresión de 750 N. Cuando no se cumpla alguna de las condiciones anteriores, se acepta el uso de tubos con una resistencia a la compresión de 450 N.

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 9 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Tabla 9. *Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	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	--

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.

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 20460 -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 50086 -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 metros. 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 60998.
- 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 metros.
- 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 metros. 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 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros 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

- centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

2.3. Montaje fijo empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la tabla 8 y las siguientes prescripciones:

En su versión inicial el REBT contiene esta errata tipográfica, la referencia a la tabla 8, debe entenderse referida a las tablas 3 y 4 de esta instrucción.

En versiones posteriores puede que aparezca ya corregido.

- 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 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- 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 centímetro 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 sólo 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 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Tabla 10

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 de:				
ladrillo macizo	SI	X	SI	
ladrillo hueco, siendo el n° de huecos en sentido transversal:				
-uno	SI	X	SI	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.
-dos o tres	SI	X	SI	
- mas de tres	SI	X	SI	La roza en profundidad solo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. No se colocarán tubos en diagonal.
bloques macizos de hormigón	SI	X	X	
bloques huecos de hormigón	SI	X	NO	
hormigón en masa	SI	SI	X	
hormigón armado	SI	SI	X	
Forjados:				
placas de hormigón	SI	SI	NO	
forjados con nervios	SI	SI	NO	
forjados con nervios y elementos de relleno	SI	SI	NO (**)	(**) Es admisible practicar un orificio en la cara inferior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo.
forjados con viguetas y bovedillas	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y tableros y revoltón de rasilla	SI	SI	NO (**)	
	SI	SI	NO	

X: Difícilmente aplicable en la práctica

(*): Tubos blindados únicamente

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 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la tabla 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".

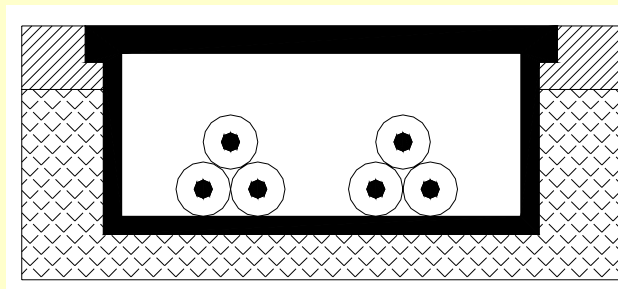
Las canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN 50085 y se clasificarán según lo establecido en la misma.

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante.

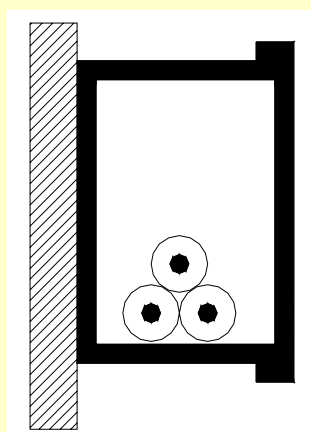
En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma UNE-EN 50085 -1, se podrá:

- 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 IP4X ó clasificadas como "canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas", según la norma UNE-EN 50085 -1 sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.



Ejemplo de instalación de conductores unipolares aislados en canal protectora empotra en suelo o pared



Ejemplo de instalación de conductores unipolares aislados en canal protectora superficial

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 11.

Tabla 11. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias

Característica	Grado	
	$\leq 16 \text{ mm}$	$> 16 \text{ mm}$
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	$\leq 16 \text{ mm}$	$> 16 \text{ mm}$
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	

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.

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 UNE20460 -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.

Bandejas y bandejas de escalera

Con posterioridad a la publicación del REBT se publicó la norma UNE-EN 61537 "Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables" el cuál, como sistema de instalación, ya se encuentra definido en la ITC-BT-20 apartado. 2.2.9 y por lo tanto se hace necesario desarrollar sus características de instalación y montaje.

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables. Sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV.

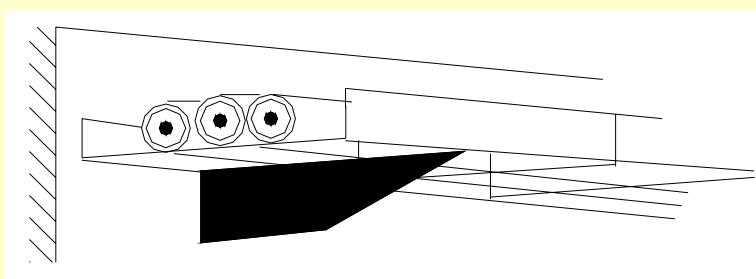
Cabe la posibilidad de que las bandejas soporten cajas de empalme y/o derivación.

Tabla D. Características mínimas de las bandejas:

Característica	Grado
Resistencia al impacto	2 Joules
Temperatura de instalación y servicio	$-5 \leq T \leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica /Aislante
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

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 bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.



Instalación de cables sobre bandejas de rejilla (pueden utilizarse también bandejas ciegas, perforadas o bandejas de escalera)

Producto	Designación s/norma	Norma de aplicación
Bandejas y bandejas de escalera	No propagador de la llama	UNE-EN 61537

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-22 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.1 Protección contra sobreintensidades

1.2 Aplicación de las medidas de protección

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

- 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.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas deben estar previstos para interrumpir cualquier corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar un calentamiento perjudicial para el aislamiento, las conexiones, las terminaciones o para el entorno de las canalizaciones.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege una canalización contra las sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

- 1) $I_b \leq I_n \leq I_z$ Esto es, la corriente de nominal del dispositivo de protección (I_n) ha de ser superior a la corriente del circuito (I_b) pero menor que la máxima corriente admisible de la canalización (I_z) (entendiendo por canalización los conductores y su forma de instalación lo que determina la intensidad máxima admisible).
- 2) $I_z \leq 1,45 I_n$

I_b = corriente de diseño del circuito a proteger, que corresponde a la mayor potencia transportada por el circuito en servicio normal.

I_n = corriente nominal del dispositivo de protección;

I_z = corriente admisible de la canalización, esto es en el conductor según el tipo de instalación, según UNE 20-460-5-53, reproducidas en las ITC BT-06, 07 y 19

I_z = Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo del dispositivo de protección generalmente dado en la norma de producto.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas se instalan en los puntos de la instalación donde se produzca una reducción de la intensidad admisible en los conductores.

Si la canalización está protegida en origen contra cortocircuitos, los dispositivos de protección contra sobrecargas se pueden instalar en cualquier punto de la canalización que protegen.

- 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.

Es recomendable proteger también los circuitos secundarios frente a cortocircuitos, con el fin de garantizar la continuidad de servicio de aquellos circuitos no afectados por la falta. Esto exigirá también la coordinación y selectividad de las protecciones, interruptores automáticos IA, o fusibles.

Para la protección contra sobreintensidades en instalaciones domésticas, únicamente se utilizan interruptores automáticos magnetotérmicos ya que protegen simultáneamente tanto contra cortocircuitos como contra sobrecargas.

Para la protección contra sobrecargas en instalaciones industriales se puede utilizar tanto relés térmicos o equivalentes asociados con IA, como fusibles, aunque la protección proporcionada por el IA con relé térmico es más eficiente que la proporcionada por el fusible.

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir cualquier corriente de cortocircuito antes de que se haga peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Para diseñar una protección contra cortocircuitos correctamente, se han de determinar las corrientes de cortocircuito previstas en los lugares de la instalación que se consideren necesarios. Esta determinación puede ser efectuada por cálculo o medida. De acuerdo con la ITC-BT 17, apartado 1.3, el poder de corte del interruptor general automático será de 4500 A como mínimo.

Cuando se produce un cortocircuito, los dispositivos de protección deben de actuar rápidamente, de modo que el tiempo de corte de la corriente de cortocircuito sea inferior al tiempo que tardan los conductores en alcanzar la temperatura límite admisible que no deteriore su aislamiento.

Para cortocircuitos de una duración menor a 5 s, se puede utilizar la formula siguiente, para determinar la duración máxima de una corriente de cortocircuito para que eleve la temperatura de los conductores desde la temperatura máxima admisible en servicio normal al valor límite admisible:

$$\sqrt{t_{cc}} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

La formula anterior se puede presentar en la forma práctica por:

$$(I^2 t)_{IA} \leq (I^2 t)_{Cable} = k^2 S^2$$

Donde:

t_{cc} : es la duración del cortocircuito en segundos

S: es la sección del conductor en mm^2

$I_{cc} = I$: es la corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.

k : es el factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad de calentamiento del material del conductor, así como las temperaturas iniciales y finales adecuadas. Para los aislamientos más comunes de los conductores, los valores de k para los conductores activos se indican en la tabla siguiente.

Tabla A. Valores de k para un conductor activo

	Aislamiento del conductor					
	PVC 70 °C $\leq 300 mm^2$	PVC 70 °C $> 300 mm^2$	PVC 90 °C $\leq 300 mm^2$	PVC 90 °C $> 300 mm^2$	PR/EPR	Caucho 60 °C
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200
Material del conductor						
Cobre	115	103	100	86	143	141
Aluminio	76	68	66	57	94	93

Ejemplo:

Determinar el tiempo máximo de corte de un dispositivo que protege contra cortocircuitos una línea formada por conductores de cobre de $95 mm^2$ de sección, con aislamiento XLPE, si la corriente de cortocircuito prevista es de 34 kA.

$$\sqrt{t_{cc}} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}} = 143 \times \frac{95}{34000} = 0,4$$

$$t_{cc} = 0,4^2 = 0,16 \text{ s}$$

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.

Cuando se utilicen dispositivos distintos para la protección contra sobrecargas y para la protección contra cortocircuitos, para asegurar la protección, las características de los dispositivos deben coordinarse de tal forma que la energía que deja pasar el dispositivo de protección contra los cortocircuitos que no sea superior a la que puede soportar sin daño el dispositivo de protección contra sobrecargas.

Se consideran protegidos contra cualquier sobreintensidad los conductores alimentados por una fuente cuya impedancia sea tal que la corriente máxima que pueda suministrar no sea superior a la corriente admisible en los conductores (tales como ciertos transformadores para timbres, ciertos transformadores de soldadura, ciertos generadores accionados por motor térmico).

1.2. Aplicación de Las medidas de protección

La norma UNE 20460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la siguiente tabla.

Tabla 1

Circuitos	3F + 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)

NOTAS:

P: significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente.

S_N : Sección del conductor de neutro.

S_F : 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.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Como se ha mencionado anteriormente, los interruptores automáticos (IA), junto con los fusibles (F) son los dispositivos reglamentarios de protección contra sobrecorrientes. Los fusibles son eficaces en la protección contra cortocircuitos, los interruptores automáticos protegen eficazmente contra cortocircuitos y contra sobrecargas.

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Existen dos familias de interruptores automáticos:

- Interruptores Automáticos Modulares, de uso en aplicaciones domésticas y análogas, norma UNE-EN 60898.
- Interruptores Automáticos para Aplicaciones Industriales y similares. Norma UNE-EN 60947-2.

Los primeros también se suelen emplear en instalaciones del sector terciario y la industria, aunque con criterios de selección distintos de las aplicaciones domésticas debido a las diferentes condiciones del entorno de empleo.

Interruptores automáticos modulares

También denominados “PIA” (Pequeño Interruptor Automático), están provistos de relés magnetotérmicos destinados a proteger circuitos contra sobre cargas y cortocircuitos. Su corriente nominal o asignada está limitada a 125 A y la tensión de empleo máxima es de 440 V.

Están normalizados como preferentes, los siguientes valores:

$I_n = (6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125)A$

Interruptores automáticos de caja moldeada y de bastidor metálico

No están limitados en su corriente asignada, que puede alcanzar varios millares de amperios, mientras que su tensión de empleo puede alcanzar los 1000 V en corriente alterna a 1500 V en corriente continua.

Además de la protección contra sobrecorrientes, permiten otras funciones. Los disparadores o relés de sobrecarga y los de disparo instantáneo son regulables.

La norma aplicable no establece valores concretos. Los fabricantes adoptan en general valores de la serie de “números normales”, por ejemplo:

- (125, 160, 250, 400, 630, 800, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200)A en caja moldeada y
- (800, 1250, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000, 6300) A en bastidor metálico.

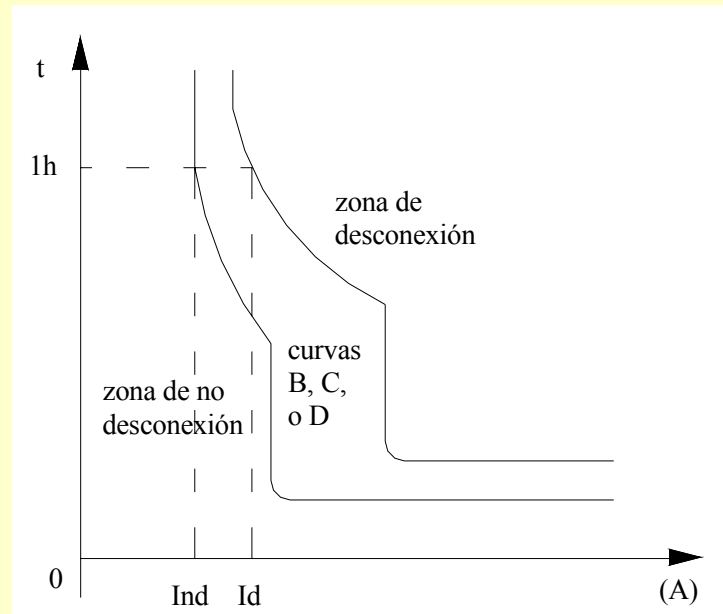
Los interruptores automáticos de caja moldeada, están constituidos por una envolvente aislante que internamente es a la vez el soporte estructuras del mecanismo, los contactos y demás elementos metálicos formando un conjunto integral.

Los interruptores de bastidor metálico o abiertos, se caracterizan por tener una estructura portante metálica visible desde el exterior.

Funcionamiento de los IA

El funcionamiento de los IA se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

- Disparo por sobrecarga: característica térmica de tiempo inverso o de tiempo dependiente.
- Disparo por cortocircuito: Sin retardo intencionado, caracterizados por la corriente de disparo instantáneo (I_m), también denominados de características magnética o de tiempo independiente.



I_{nd} : Intensidad de no desconexión
 I_d : Intensidad de desconexión

Figura A: Curvas de disparo de los IA

Criterios de selección

Protección contra sobrecargas

Como se ha indicado anteriormente, las características de funcionamiento de un dispositivo que protege una canalización contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

- 1) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2) $I_2 \leq 1,45 I_z$

Para interruptores automáticos modulares la norma UNE EN 60898 establece que:

$$I_2 \leq 1,45 I_n, \quad \text{por tanto como,}$$
$$I_2 \leq 1,45 I_n \leq 1,45 I_z,$$

por lo que con el uso de interruptores automáticos modulares una vez cumplida la primera condición siempre se cumple la segunda.

Para interruptores automáticos caja moldeada la norma UNE EN 60947-2 establece que:

$$I_2 \leq 1,30 I_n \quad \text{por tanto como,}$$
$$I_2 \leq 1,30 I_n \leq 1,45 I_z,$$

por lo que con el uso de interruptores automáticos de caja moldeada una vez cumplida la primera condición siempre se cumple la segunda.

Protección contra cortocircuitos

En la protección contra cortocircuitos la característica de disparo magnético se elegirá optimizando dos conceptos que inciden de forma opuesta, es decir mediante el equilibrio entre lo siguiente:

- Los cortocircuitos se deben eliminar lo más rápidamente posible, lo que se consigue con disparo magnético regulado bajo.
- Se deben evitar disparos intempestivos por transitorios de funcionamiento normal, es decir disparo magnético regulado alto.

En Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas (IA modulares o magnetotérmicos) se definen tres clases de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n), cuyos valores normalizados son:

- Curva B: $I_m = (3 \div 5) I_n$
- Curva C: $I_m = (5 \div 10) I_n$
- Curva D: $I_m = (10 \div 20) I_n$

La curva "B" tiene su aplicación para la protección de circuitos en los que no se producen transitorios, mientras que la curva "D" se utiliza cuando se prevén transitorios importantes, (por ejemplo arranque de motores). La curva "C" se utiliza para protección de circuitos con carga mixta y habitualmente en las instalaciones de usos domésticos o análogos. La característica "C" es la que interesa en la mayoría de casos ya, que la carga mixta es la más frecuente.

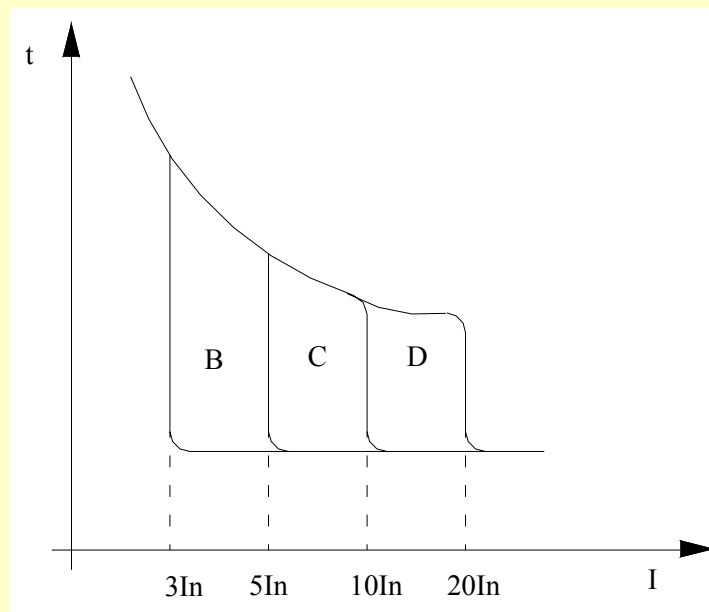


Figura B : Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares

Para mayor seguridad y como medida adicional de protección contra el riesgo de incendio, la condición :

$$(I^2 t)_{IA} \leq (I^2 t)_{Cable} = k^2 S^2$$

Expresada anteriormente sobre el tiempo de corte de una corriente de cortocircuito, se puede transformar, en el caso de instalar un IA, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar y es generalmente más restrictiva:

$$I_{cc \min} > I_m$$

Siendo:

$I_{cc \min}$: corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegido por el interruptor automático (IA). La $I_{cc \min}$ para un sistema TT corresponde a un cortocircuito fase-neutro.

I_m : corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo, para un IA de uso doméstico y con curva C, se tiene: $I_m = 10 I_n$

En relación con el poder de corte, para los interruptores automáticos se cumplirá lo siguiente:

- Para interruptores automáticos modulares (UNE EN 60898) (magnetotérmicos):

El poder de corte asignado del IA (I_{cn}), ha de ser superior a la Intensidad de cortocircuito máxima prevista en el punto de instalación del IA (I_{cc}).

$$I_{cn} > I_{cc}$$

En la ITC-BT 17, se establece que el poder de corte mínimo del Interruptor General Automático (IGA), ha de ser de $I_{cn} \geq 4500 \text{ A}$

- Para interruptores automáticos de caja moldeada y bastidor metálico (UNE EN 60947-2), se aplicará una de las condiciones siguientes:

- a) $I_{cu} > I_{cc}$ máxima prevista en el punto de instalación del IA,
Poder de corte mínimo del IGA: $I_{cu} \geq 4500 \text{ A}$

o bien,

- b) $I_{cs} > I_{cc}$ máxima prevista en el punto de instalación del IA,
Poder de corte mínimo del IGA: $I_{cs} \geq 4500 \text{ A}$

Siendo:

I_{cu} : Poder de corte último asignado del IA

I_{cs} : Poder de corte de servicio del IA

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito máxima prevista en el punto de instalación del IA

En la práctica es habitual considerar la condición a), ya que los cortocircuitos de valor elevado ocurren raramente. La condición b) se aplicaría en aquellos casos especiales con mayor probabilidad de que se produzcan defectos en la instalación o cuando se trate de instalaciones o circuitos particularmente críticos a juicio del proyectista, como por ejemplo los circuitos con exigencia de continuidad de servicio.

En los cuadros siguientes se recogen algunos valores orientativos de las características de los interruptores automáticos magnetotérmicos.

Interruptores automáticos modulares, para instalaciones domésticas y análogas UNE-EN 60898	
Tensión U_n (V)	< 440
Corrientes nominales / calibres	$I_n \leq 125 \text{ A}$ / Valores preferidos: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A
Disparo del relé térmico	Para interruptores de $I_n \leq 63 \text{ A}$ el disparo se produce entre $1,13 I_n$ a $1,45 I_n$, esto es $I_{nd} = 1,13 I_n$ durante ≥ 1 hora $I_d = 1,45 I_n$ durante ≤ 1 hora Por tanto por debajo de $1,13 I_n$ no se produce el disparo y por encima de $1,45 I_n$ Para interruptores de $I_n > 63 \text{ A}$ el disparo se produce entre $1,13 I_n$ a $1,45 I_n$, esto es $I_{nd} = 1,13 I_n$ durante ≥ 2 horas $I_d = 1,45 I_n$ durante ≤ 2 horas Por tanto por debajo de $1,13 I_n$ no se produce el disparo y por encima de $1,45 I_n$
Relé magnético	Curvas B – C - D
Poder de corte	$\leq 25 \text{ kA}$ 4.5, 6, 10, 15, 20, 25 kA

Interruptores automáticos industriales UNE-EN 60947	
Tensión U_n (V)	< 1000
Corrientes nominales / calibres	La norma no establece unos valores concretos. Los fabricantes fijan los valores, que van desde algunos amperios, hasta algunos miles de amperios / 40, 63, 80, 100, 125, 160, 250 A ...
Relé térmico	Para interruptores de $I_n \leq 63$ A el disparo se produce entre $1,05 I_n$ a $1,30 I_n$, esto es $I_{nd} = 1,05 I_n$ durante ≥ 1 hora $I_d = 1,30 I_n$ durante ≤ 1 hora Por tanto por debajo de $1,13 I_n$ no se produce el disparo y por encima de $1,45 I_n$ Para interruptores de $I_n > 63$ A el disparo se produce entre $1,05 I_n$ a $1,30 I_n$, esto es $I_{nd} = 1,05 I_n$ durante ≥ 2 horas $I_d = 1,30 I_n$ durante ≤ 2 horas Por tanto por debajo de $1,13 I_n$ no se produce el disparo y por encima de $1,45 I_n$
Relé magnético	Caja moldeada $I_m = (5 \text{ a } 10) I_n$ Bastidor metálico: múltiples valores ajustables.
Poder de corte	25 kA a 150 kA

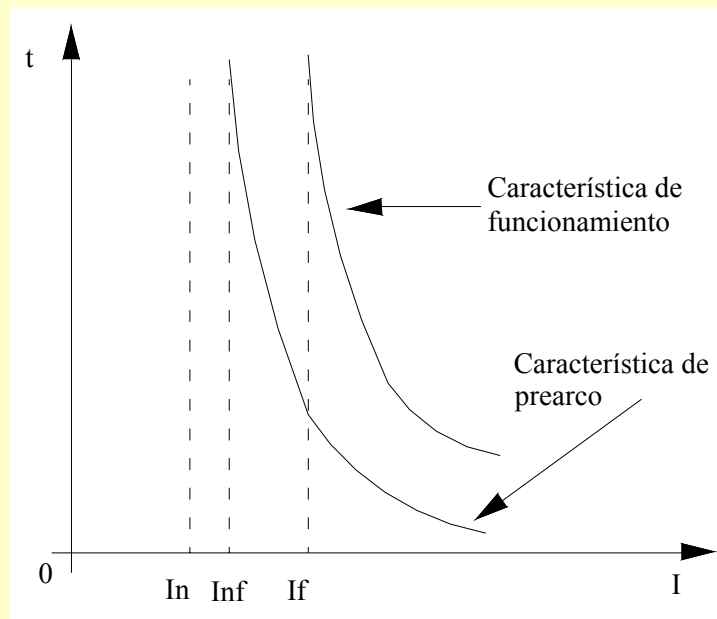
FUSIBLES

Los fusibles se clasifican, según su curva de fusión, mediante dos letras. La primera letra indica la zona de corrientes previstas donde el poder de corte del fusible está garantizado. La segunda letra indica la categoría de empleo en función del tipo de receptor o circuito a proteger.

En la tabla siguiente se detalla la clasificación descrita.

CLASES DE CURVAS DE FUSIÓN		
1ª Letra	g	Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada (I_n) hasta su poder de corte asignada. Cortan intensidades de sobrecarga y de cortocircuito
	a	Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir las corrientes comprendidas entre el valor mínimo indicado en sus características tiempo-corriente ($k_2 I_n$) y su poder de corte asignado. Cortan solo intensidades de cortocircuito
2ª Letra	G	Cartuchos fusibles para uso general
	M	Cartuchos fusibles para protección de motores
	Tr	Cartuchos fusibles para protección de transformadores
	B	Cartuchos fusibles para protección de líneas de gran longitud
	R	Cartuchos fusibles para protección de semiconductores
	D	Cartuchos fusibles con tiempo de actuación retardado

Las figuras siguientes representan las características tiempo – corriente de los cartuchos fusibles tipo “g”, capaces de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos y tipo “a” capaces de proteger solo contra cortocircuitos. Por lo tanto si se utilizan los de tipo “a” deberán ir acompañados por un elemento de protección contra sobre cargas.



I_{nf} = Corriente convencional de no fusión
 I_f = Corriente convencional de fusión

Figura C: Características tiempo – corriente de un cartucho fusible tipo “g”

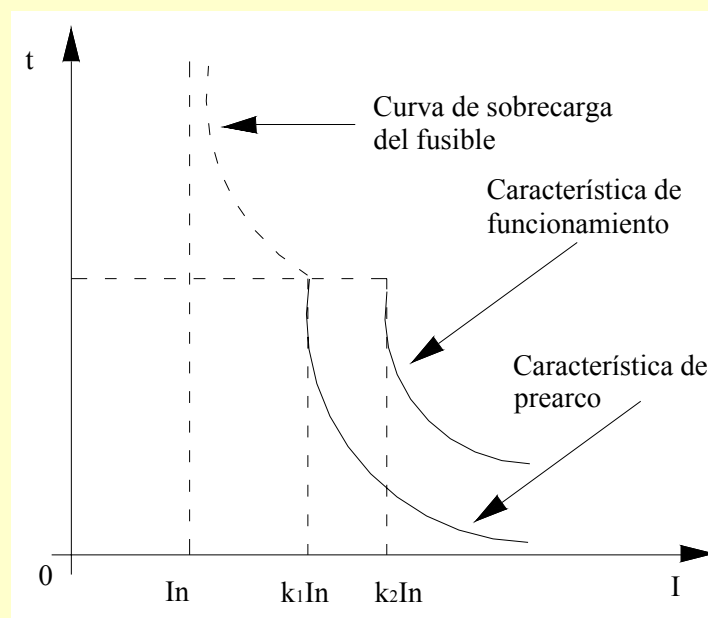


Figura D: Características tiempo-corriente de un cartucho fusible tipo “a”

Para el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para fusibles tipo **gG** toma los valores siguientes:

$$\begin{array}{lll} I_f \leq 1,6 I_n & \text{si} & I_n \geq 16 \text{ A} \\ I_f \leq 1,90 I_n & \text{si} & 4\text{A} < I_n < 16 \text{ A} \\ I_f \leq 2,10 I_n & \text{si} & I_n \leq 4 \end{array}$$

Fusibles		
Intensidades nominales de los fusibles	2, 4, 6, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 A	
Poder de corte	50 kA o más	≤20 kA

En todo caso, se recomienda que para aplicar el criterio de selección del dispositivo se tengan en cuenta:

- Las condiciones de selectividad o protección en serie de la instalación.
- La importancia económica y/o estratégica de los equipos alimentados.
- La probabilidad de faltas
- Las consideraciones de tipo económico

Para instalaciones domésticas y análogas, locales de pública concurrencia y para aquellas instalaciones en las que por razones de seguridad, no sea aconsejable el corte prolongado del suministro eléctrico, se recomienda el uso de IA en lugar de fusibles, garantizándose de esta forma la restauración del suministro eléctrico en el menor tiempo posible.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-23 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

INTRODUCCIÓN

Podemos definir sobretensión, como un gran aumento del valor eficaz de la tensión de la línea durante un periodo de tiempo muy corto del orden de μs . La protección contra sobretensiones transitorias constituye un paso más en la protección de instalaciones, junto con la protección contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos magnetotérmicos, y la protección contra contactos indirectos mediante interruptores diferenciales. Esta ITC-BT, trata la problemática de las sobretensiones transitorias y sus protecciones; se definen y especifican las situaciones en las cuales se precisa la instalación de limitadores para proteger los receptores de los efectos destructivos de las sobretensiones transitorias.

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

2. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

2.1 Objeto de las categorías

2.2 Descripción de las categorías de sobretensiones

3. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

3.1 Situación natural

3.2 Situación controlada

4. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN

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.

Las sobretensiones transitorias debidas a fenómenos atmosféricos, representan el 20 % del total, aunque son de valor más elevado y por consiguiente más peligrosas. Se deben a la caída directa o indirecta de rayos (el primer caso no tratado en esta ITC), poseen valores de cresta muy elevados y alta energía.

Las sobretensiones debidas a maniobras en la red constituyen el 80% restante. Las sobretensiones de maniobra están causadas principalmente por conmutaciones de potencia en las líneas de red, accionamientos de motores, dispositivos de mando, etc. Su valor no es tan elevado como las producidas por fenómenos atmosféricos, pero producen envejecimiento prematuro o un mal funcionamiento del material y de las instalaciones.

Los efectos que las sobretensiones transitorias tienen sobre las instalaciones y los materiales son la destrucción o el envejecimiento prematuro del aislamiento de conductores y receptores a causa de un valor muy elevado de tensión en un instante de tiempo muy corto, pudiendo inutilizar alguno de los receptores, destruir la instalación o producir daños en las personas, en definitiva daños económicos y personales.

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 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, etc.

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, apartamentas (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.

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, etc.

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, etc.

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 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, etc.).

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.

La técnica de absorción de sobretensiones transitorias se ocupa de las posibilidades de reducirlas a valores que no sean peligrosos para el equipo electrónico o instalación eléctrica, para lo cual se instalan los limitadores de sobretensiones transitorias donde se espera que pueda llegar un impulso de tensión de corta duración que pueda dañar los materiales instalados. A diferencia de otros elementos de protección de instalaciones como interruptores magnetotérmicos o diferenciales, que se colocan en serie, los limitadores de sobretensiones se deben colocar en paralelo para un funcionamiento correcto del sistema de protección.

El comportamiento de un limitador de sobretensiones sigue un funcionamiento simple: su resistencia depende de la tensión en sus bornes, en funcionamiento normal es decir sin ningún tipo de sobretensión la tensión aguas arriba es menor que la de cebado del limitador y la resistencia del limitador es muy elevada y su corriente casi nula. Al aparecer una sobretensión el valor de la resistencia disminuye y aumenta la corriente, lo que hace disminuir la sobretensión a valores inferiores a los de cebado.

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 1**, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la **tabla 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.

Tabla 1.

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	—	8	6	4	2,5
1000	—				

Los limitadores se escogen según su U_p (nivel de protección): Tensión en kV, intensidad nominal del limitador I_n , y la intensidad máxima I_{max} , que es la intensidad de descarga mayor que puede aguantar el limitador una sola vez. Cuando la intensidad de descarga es superior a la intensidad máxima del limitador contra sobretensiones, este se destruye y queda en cortocircuito. Para evitar que la instalación quede sin servicio mientras actúa el limitador y hasta que se reemplaza, y para detectar su destrucción se utiliza un interruptor magnetotérmico aguas arriba del limitador que abrirá bajo este defecto y que dispara antes que el interruptor de cabecera y así se aislará la red del limitador del resto de la instalación.

Para la elección de este interruptor automático se puede utilizar la tabla siguiente y el poder de corte del magnetotérmico, se ha de escoger en función de la intensidad de cortocircuito de la instalación.

Tabla. Elección del interruptor magnetotérmico

I_{max}	Curva	Calibre
8, 15, 40 kA	C	20 A
65 kA	C	50 A

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-24 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

INTRODUCCIÓN

Esta es una ITC-BT especialmente importante ya que en ella se describen las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales domésticos, contra los choques eléctricos. Esta basada en la norma UNE 20460-4-41 y entre otras se definen las dimensiones del volumen de accesibilidad, establece los valores máximos de las tensiones de contacto y los tiempos máximos en que han de actuar los dispositivos de protección que han de cortar la alimentación, para los distintos esquemas de conexión a tierra.

1. INTRODUCCIÓN

2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

- 3.1. Protección por aislamiento de las partes activas**
- 3.2. Protección por medio de barreras o envolventes**
- 3.3. Protección por medio de obstáculos**
- 3.4. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento**
- 3.5. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual**

4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

- 4.1. Protección por corte automático de la alimentación**
 - 4.1.1. Esquemas TN, características y prescripciones de los dispositivos de protección**
 - 4.1.2. Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección**
 - 4.1.3. Esquemas IT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección**
- 4.2. Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente**
- 4.3. Protección en los locales o emplazamientos no conductores**
- 4.4. Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra**
- 4.5. Protección por separación eléctrica**

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**.

Esto es, la tensión nominal de la instalación de seguridad no excederá de 50 V, ($U \leq 50$), en corriente alterna o de 75 V en corriente continua, según se indica en la norma citada y en el artículo 4 del REBT.

- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20460 -4 -41.

Según se indica en esta norma, la fuente de tensión de seguridad deberá tener aislamiento de protección y cumplir los requisitos para instalaciones de MBTS y MBTP:

- Transformadores de seguridad conforme a la norma EN 60742 con aislamiento de protección entre los arrollamientos primario y secundario.
- Fuentes de corriente que aseguren un grado de seguridad equivalente al de un transformador de seguridad, citado, como por ejemplo un motor generador con devanados que presentan una separación equivalente.
- Fuente electroquímica (pilas o acumuladores) que no depende o que está provista de una protección por separación respecto a circuitos de muy baja tensión funcional (MBTF) o de circuitos de tensión más elevada
- Otras fuentes que no dependen de los circuitos MBTF o de circuitos de tensión más elevada, como por ejemplo un grupo térmico-generador.
- Determinados dispositivos electrónicos conformes a las correspondientes normas en los cuales se han adoptado medidas para que, aun en caso de un defecto interno de este dispositivo, la tensión en los bornes de salida no pueda ser superior a los límites indicados de 50 V en c.a. ó 75 V c.c.

- Los circuitos de instalaciones para MBTS, cumplirán lo que se indica en la Norma UNE 20460 -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 20460 -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 complementarla 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.

El aislamiento tiene por finalidad impedir todo contacto con las partes activas. Para los materiales producidos en fábrica, el aislamiento debe ser conforme a los requisitos correspondientes relativos a estos materiales, para los demás materiales, la protección debe garantizarse mediante un aislamiento que pueda soportar de manera duradera las condiciones a las cuales pueda estar sujeto, tales como influencias mecánicas, químicas, eléctricas y térmicas.

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 20324. 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 IP4X o IPXXD

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:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, 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;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posea como mínimo el grado de protección IP2X 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:

- bien, un acercamiento físico no intencionado a las partes activas;
- bien, 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.

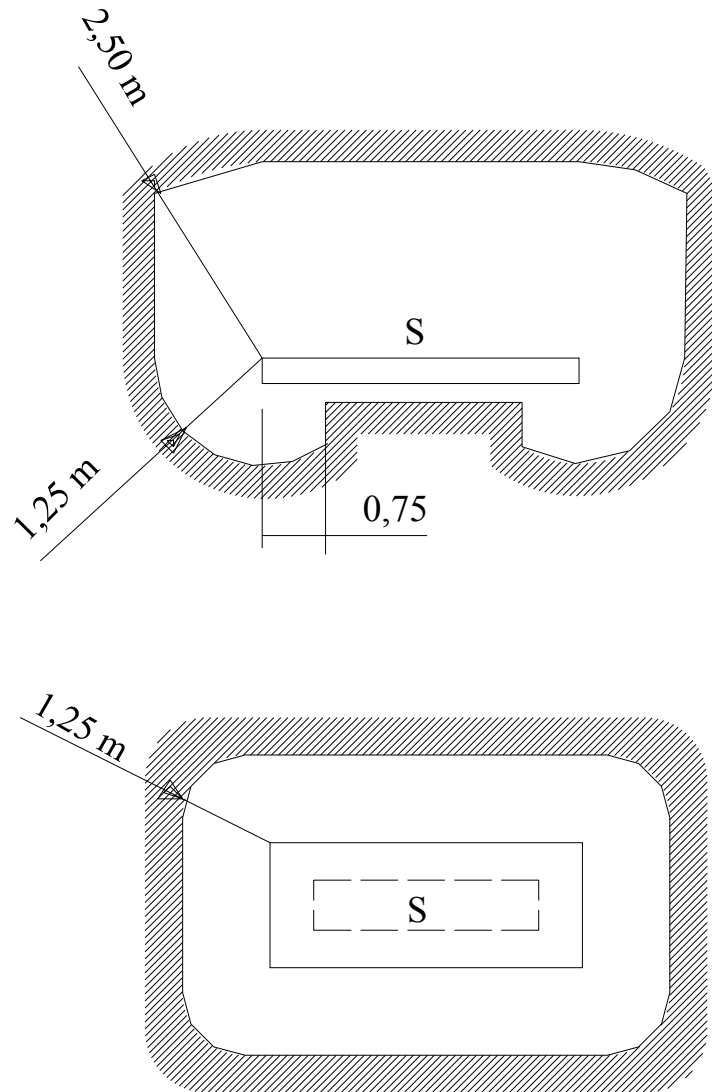
La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

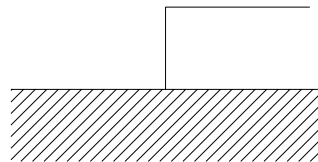
El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por

convenio, este volumen está limitado conforme a la **figura 1**, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

Figura 1.*Volumen de accesibilidad*



**Límite de 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 IP2X o IP XXB, según UNE 20324, 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 20572 -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 exterior 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 20460 -4 -41 define cada caso.

La tensión límite convencional de 24 V es aplicable tanto a las instalaciones de alumbrado exterior como a los locales o emplazamientos conductores, por ejemplo, locales húmedos, mojados, instalaciones a la intemperie e instalaciones temporales y provisionales de obra.

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:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

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 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.

Tabla 1

U_0 (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

En la norma UNE 20460 -4 -41 se indican las condiciones especiales que deben cumplirse para permitir tiempos de interrupción mayores o condiciones especiales de instalación.

Según la norma UNE 20.460-4-41 se admite un tiempo de interrupción no superior a 5 s para los circuitos de distribución de los edificios. Para los circuitos terminales que alimente únicamente a materiales fijos, que puede admitirse un tiempo superior al establecido en la tabla 1, pero no superior a 5 segundos. Si el circuito de distribución que alimenta este circuito, alimenta otros circuitos terminales para los cuales se ha prescrito el tiempo de interrupción de la tabla 1, se debe cumplir una de las condiciones siguientes:

- a) La impedancia del conductor de protección entre el cuadro de distribución y el punto de conexión del conductor de protección a la conexión equipotencial principal no debe ser superior a:

$$\frac{50V}{U_o(V)} Z_s(\Omega) \quad , \quad 0$$

- b) Una conexión equipotencial conecta al cuadro de distribución los mismos tipos de elementos conductores que la conexión equipotencial principal y cumple los requisitos relativos a la conexión equipotencial principal.

Si no se pueden cumplir las condiciones anteriores con los dispositivos de protección contra las sobrecorrientes, se debe realizar una conexión equipotencial complementaria. Como variante, la protección debe garantizarse mediante dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

En casos en los cuales pueda producirse un defecto entre un conductor de fase y tierra, como por ejemplo en líneas aéreas, para evitar que el conductor de protección y la masas conectadas al mismo puedan presentar una tensión respecto a tierra superior a 50 V, se debe cumplir que :

$$\frac{R_B(\Omega)}{R_E(\Omega)} \leq \frac{50V}{U_o(V) - 50V}$$

Donde:

R_B es la resistencia global de las puestas a tierra en paralelo, incluida la puesta a tierra de la red.

R_E es la resistencia mínima de contacto a tierra de los elementos conductores no conectados al conductor de protección, mediante los cuales puede producirse un defecto entre fase y tierra.

U_o es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

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 podrán 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 2. *Esquema TN-C*

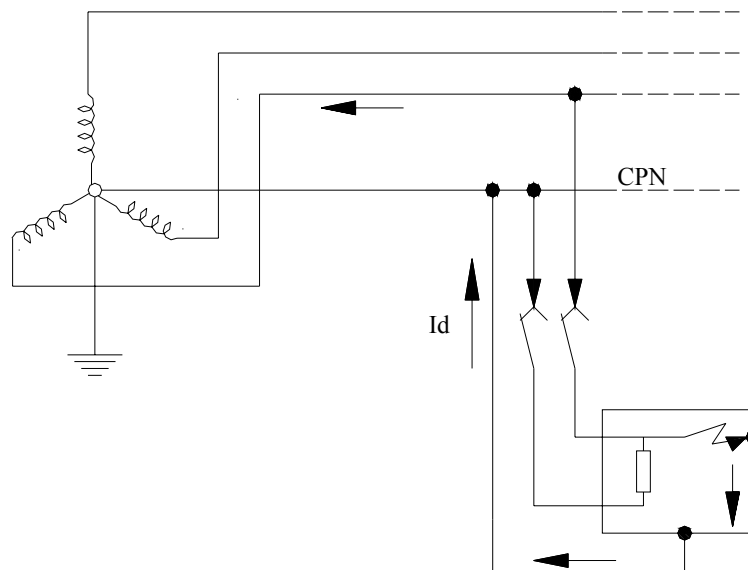
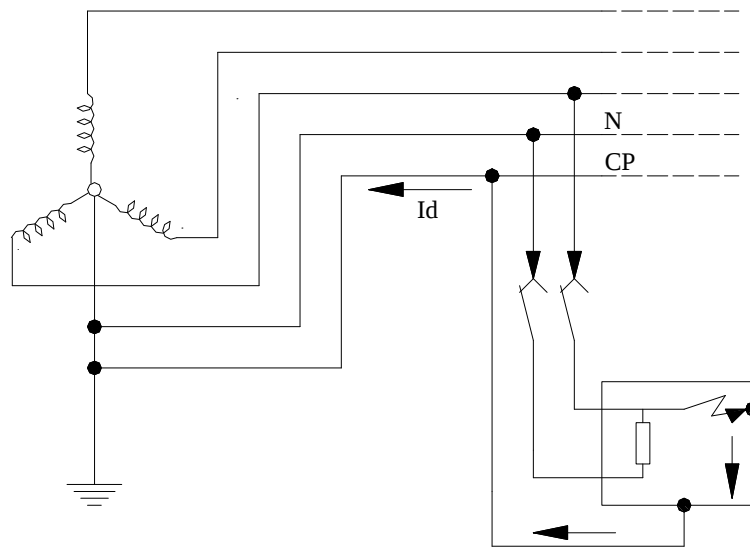


Figura 3. Esquema TN-S



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:

$$R_A \times I_a \leq U$$

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 V, 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.

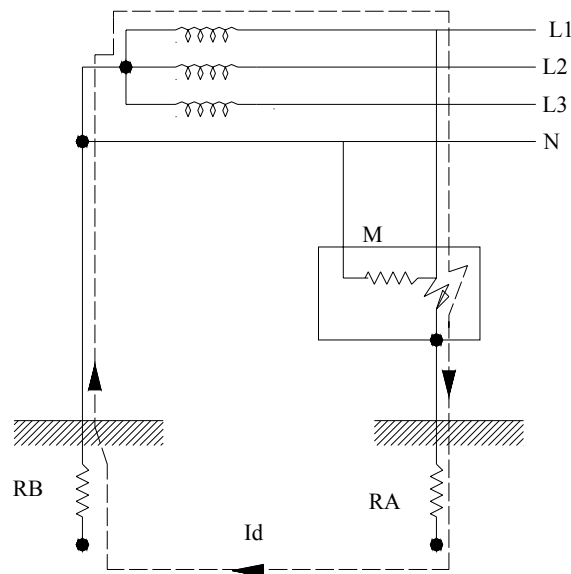
Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de protección contra las sobrecorrientes, debe ser:

- bien un 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;
- bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento instantánea e I_a , debe ser la corriente que asegure 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 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 sólo 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:

$$R_A \times I_d \leq U_L$$

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, 24V u otras, según los casos).

C1; C2; C3 Capacidad homopolar de los conductores respecto de tierra.

Figura 5. Esquema IT aislado de tierra.

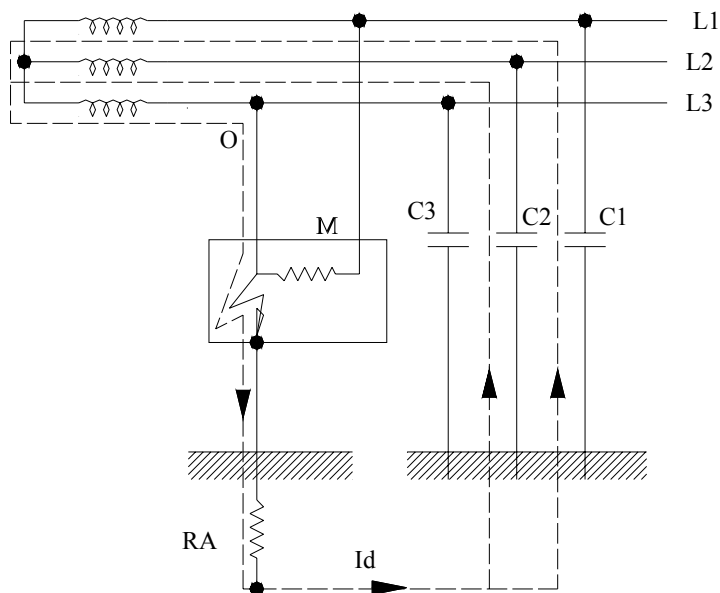
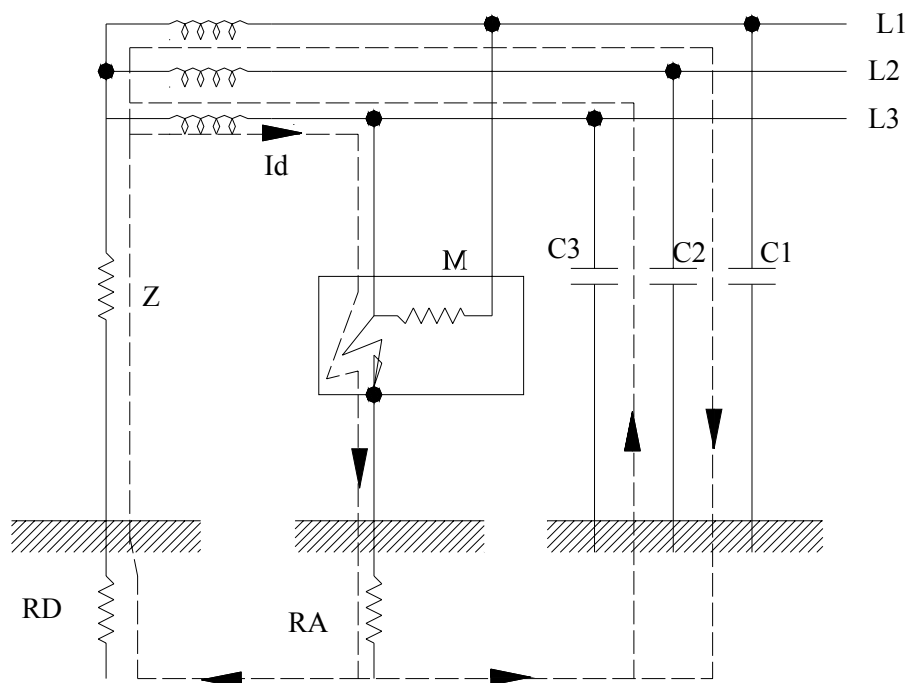


Figura 6. Esquema IT unido a tierra por impedancia Z y con las puestas a tierra de la alimentación y de las masas separadas



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 está distribuido: $2 \times Z_s \times I_a \leq U$

b) si el neutro esta distribuido:

$$2 \times Z_s' \times I_a \leq U_0$$

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 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.

Tabla 2

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

Figura 7. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro no distribuido.

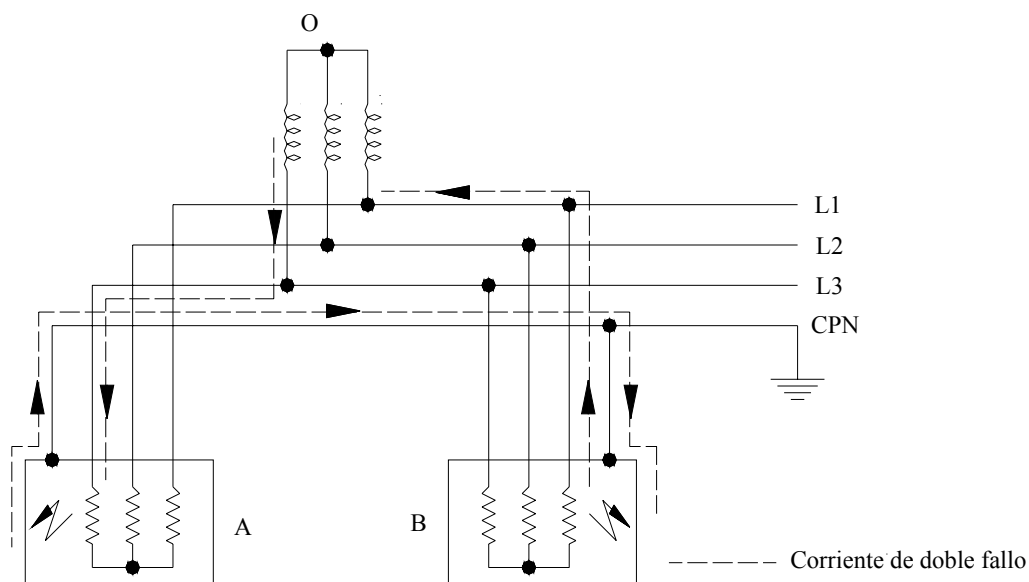
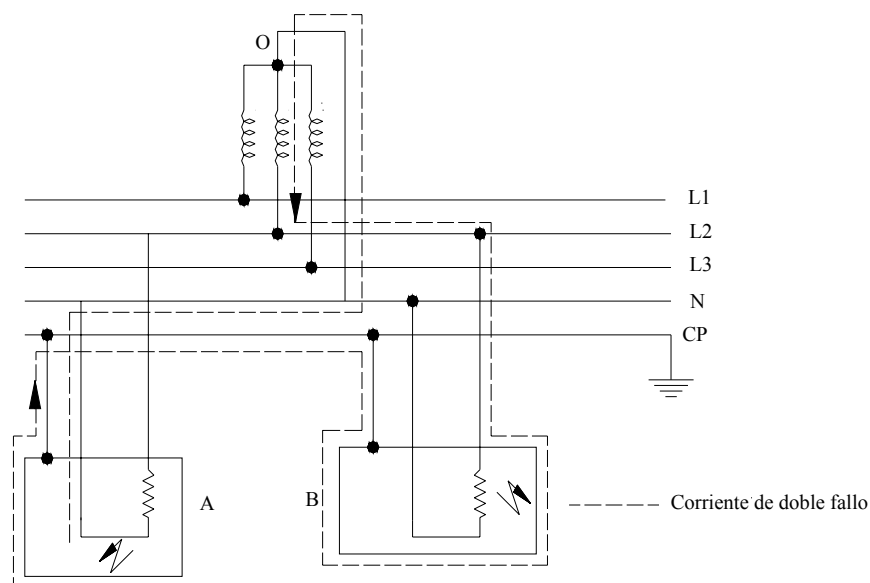


Figura 8. Corriente de segundo defecto en el esquema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro distribuido



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 20460-4-41.

Conexión equipotencial complementaria

La norma UNE 20.460-4-41 se indica que la conexión equipotencial complementaria debe comprender todos los elementos conductores que sean accesibles simultáneamente, ya se trate de masas de materiales fijos o de elementos conductores, incluyendo, en la medida de lo posible, las armaduras principales de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios. En este sistema equipotencial deben conectarse los conductores de protección de todos los materiales, incluidos los de las tomas de corriente.

Se debe verificar asegurándose de que la resistencia R entre toda masa considerada y todo elemento conductor simultáneamente accesible cumple la condición siguiente:

$$R \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

Donde:

I_a es la corriente de funcionamiento del dispositivo de protección bien:

- para los dispositivos de protección de corriente diferencial residual, es la corriente diferencial asignada;

- la corriente de funcionamiento en un tiempo de 5 s para los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

4.2. Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.

Esta medida se ha previsto para impedir la aparición de tensiones peligrosas en las partes accesibles de materiales eléctricos cuando se produce un defecto del aislamiento principal.

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).

El símbolo “doble cuadrado” identifica a los materiales eléctricos con doble aislamiento o aislamiento Clase II.



- Conjuntos de aparatos contruidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslan equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslan las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

En estos dos últimos casos el símbolo “no conectar a tierra” se debe de ser visible tanto en el exterior e interior de la envolvente.



La norma UNE 20460 -4 -41 describe el resto de características y revestimiento que deben cumplir las envolventes de estos equipos.

Así la norma se indica que:

- En funcionamiento de la instalación, todas las partes conductoras separadas por un sólo aislamiento principal, se deben encerrar o recubrir mediante una envolvente aislante que posea por lo menos el grado de protección IP2X ó IPXXB. Esta envolvente debe poder soportar los esfuerzos mecánicos, eléctricos o térmicos que se puedan producir. Por lo general, no se considera que los

revestimientos de pintura, de barniz y de otros productos similares cumplan estos requisitos, por lo que no se consideran envolventes válidas.

- La envolvente aislante no debe estar atravesada por partes conductoras susceptibles de propagar un potencial. La envolvente no debe ir provista de tornillos de material aislante, cuya sustitución por un tornillo metálico pudiera suponer un compromiso para el aislamiento obtenido por la envolvente.
- Cuando la envolvente esté provista de puertas o tapas que puedan ser abiertas sin ayuda de una herramienta o de una llave, todas las partes conductoras que sean accesibles cuando están abiertas la puerta o la tapa, deben ser protegidas por una barrera aislante que posea por lo menos el grado de protección IP2X ó IPXXB, con el fin de impedir a las personas tocar accidentalmente estas partes. Esta barrera aislante solo debe poder quitarse con ayuda de una llave o de una herramienta.
- Las partes conductoras encerradas en una envolvente aislante, las partes accesibles y las partes intermedias, no deben estar conectadas a un conductor de protección.
- La envolvente no debe perjudicar las condiciones de funcionamiento del material de este modo protegido.

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 2.000 V. La corriente de fuga no debe ser superior a 1 mA en las condiciones normales de empleo.

Las figuras siguientes contienen ejemplos explicativos de las disposiciones anteriores.

Figura 9

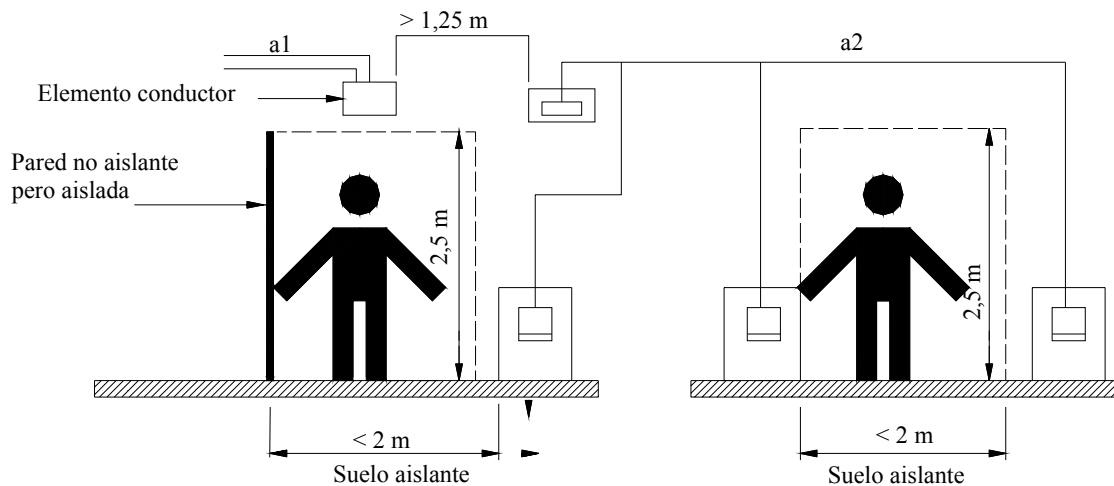
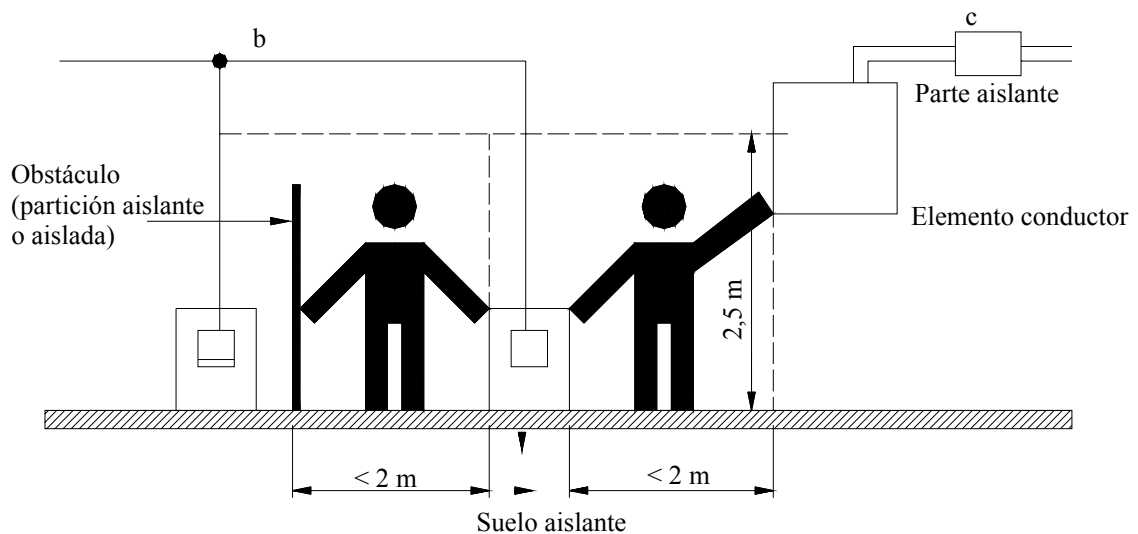


Figura 10



Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50 k Ω , si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V; y
- 100 k Ω , 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.

4.4. Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra

Como el resto de medidas protectoras expuestas, una conexión equipotencial local no conectada a tierra está destinada a impedir la aparición de una tensión de contacto peligrosa

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 20460 -4 -41 enuncia el conjunto de prescripciones que debe garantizar esta protección.

La separación eléctrica para un circuito individual está destinada a impedir los choques eléctricos debidos a un contacto con las masas que puedan ponerse en tensión en el caso de defecto del aislamiento principal del circuito.

- Las fuentes de separación se deben elegir con aislamientos de Clase II o bien instalarse con aislamiento reforzado
- La tensión nominal del circuito seccionado no debe ser superior a 500 V.
- Las partes activas del circuito seccionado no deben tener un punto en común con otro circuito ni ningún punto conectado a tierra.
- Con el fin de evitar los riesgos de los defectos a tierra se debe prestar una atención especial al aislamiento de las partes respecto a tierra, concretamente en lo que respecta a los cables flexibles.
- Para los circuitos seccionados se recomienda utilizar canalizaciones distintas. Si esto no es posible, cuando una misma canalización se utilice para circuitos seccionados y otros circuitos, se deben emplear cables multiconductores sin ningún tipo de revestimiento metálico o conductores aislados colocados en canales o conductos aislantes. El aislamiento de estos cables y conductores adecuado para una tensión por lo menos igual a la tensión más elevada que interviene. Cada circuito estará protegido contra sobreintensidades.

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 provistas 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 1** incluida en el **apartado 4.1.1**, para esquemas TN.

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-25
INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NUMERO DE CIRCUITOS Y
CARACTERÍSTICAS**

INTRODUCCIÓN

En esta ITC-BT se indica el número de circuitos mínimos que debe tener las instalaciones interiores de viviendas, para permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de posterior adecuación. Así mismo también se relacionan otros circuitos que sin considerarse básicos pueden ser de uso habitual en las viviendas tales como los de calefacción eléctrica, aire acondicionado o automatización y gestión de la energía, etc.

Para cada circuito se indican sus características, en concreto:

- Su función
- Potencia prevista
- Factor de simultaneidad
- Factor de utilización
- Valor máximo de la caída de tensión.
- Sección mínima de los conductores y valor del interruptor de protección
- Número de puntos de utilización, en cada una de las dependencias de la vivienda.

Esta ITC-BT, también indica los dispositivos mínimos y sus características que ha de contener el cuadro privado de mando y protección.

1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO

2. CIRCUITOS INTERIORES

2.1 Protección general

2.2 Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad

2.3 Derivaciones

2.3.1 Electrificación básica

2.3.2 Electrificación elevada

3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN

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 onnipolar 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.

Como se indica en la ITC-BT-10 la potencia mínima a prever será de 5750 W para viviendas con grado de electrificación básico y 9200 W para las de grado de electrificación elevado. Estas son previsiones mínimas, de modo que si se conoce la previsión de carga real de la vivienda y esta es superior a los mínimos anteriormente citados se tomará este valor mayor.

Según lo indicado anteriormente, teóricamente la previsión de carga en viviendas con grado de electrificación básico puede ser cualquier valor entre 5750 W a 9199 W, y para viviendas con grado de electrificación elevado entre 9200 W a 14490 W aunque en la práctica esta previsión está condicionada por el calibre del interruptor general automático, los valores posibles son los indicados en la tabla siguiente.

Grado de electrificación	Potencia (W)	Calibre interruptor general automático (IGA) (A)
Básica	5.750	25
	7.360	32
Elevada	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

En ambos casos la potencia a contratar por cada usuario con la compañía suministradora dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica y

podrá ser inferior o igual a la potencia prevista. Para controlar que la potencia realmente demanda por el consumidor la compañía suministradora de energía eléctrica podrá colocar un interruptor de control de potencia (ICP).

- 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**.

La utilización de un único interruptor diferencial para varios circuitos puede provocar que su actuación desconecte ciertos aparatos, tales como equipos informáticos, frigoríficos y congeladores, cuya desconexión debe ser evitada. Para este tipo de circuitos es conveniente prever una protección diferencial individual.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales tipo S cumplen con esta condición.
2. La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual tipo “S” en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general (disparo instantáneo).

Para evitar disparos intempestivos de los interruptores diferenciales en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, este dispositivo se debe instalar aguas arriba del interruptor diferencial (entre el Interruptor General y el propio interruptor diferencial), salvo si el interruptor diferencial es selectivo S.

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio en caso de destrucción del limitador de sobretensiones transitorias a causa de una descarga de rayo, superior a la máxima prevista, se debe instalar el dispositivo de protección recomendado por el

fabricante, aguas arriba del limitador, con objeto de mantener la continuidad de todo el sistema evitando el disparo del IGA.

En todo caso para instalaciones con un único interruptor diferencial, éste debe ser de disparo instantáneo.

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

C₁ circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C₂ circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C₃ circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.

C₄ circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

C₅ circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

En la figura A, se representa un ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica.

Según la nota 8 de la tabla 1 de esta ITC-BT, en el circuito C₄ (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) se recomienda el uso de dos o tres circuitos independientes, sin que esto suponga el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional. Aunque no esté prevista la instalación de un termo eléctrico, se instalará su toma de corriente, quedando disponible para otros usos, por ejemplo alimentación de caldera de gas.

Una base de toma de corriente prevista para la conexión de aparatos de iluminación, que esté comandada por un interruptor, como por ejemplo, lámparas de mesilla de noche o vestíbulo o de pie, se considera perteneciente al circuito C1.

Si se instala una toma de corriente para la instalación de una bañera de hidromasaje será del circuito C5 y su instalación debe cumplir los requisitos establecidos en la ITC-BT-27.

La toma del horno microondas se considera perteneciente al circuito C5.

En el caso del desdoblamiento de los circuitos C1, C2 o C5 cuando no se supera el número máximo de puntos de utilización establecido en la tabla 1 de esta ITC-BT (por ejemplo 22 puntos de luz en dos circuitos de 11 puntos cada uno):

- se debe mantener la sección mínima de los conductores y el calibre de los interruptores automáticos reflejados en la tabla 1 para dicho circuito.
- se debe instalar un interruptor diferencial adicional si el número total de circuitos es superior a 5.
- no supondrá el paso a electrificación elevada si se mantiene el mismo interruptor general que corresponda a la previsión de cargas inicial.

En la figura B, se representa un ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica con circuitos desdoblados.

2.3.2. Electrificación elevada

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar mas 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 instalarán, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

C₆ Circuito adicional del tipo C₁, por cada 30 puntos de luz

C₇ Circuito adicional del tipo C₂, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m^2 .

C₈ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.

C₉ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.

C₁₀ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.

C₁₁ 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.

C₁₂ Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C₃ o C₄, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C₅, 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.

En la Figura C se muestra un ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación elevada, previsión de carga 9200 W

3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAIDAS DE TENSIÓN

En la **Tabla 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:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

N: nº 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 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.

En la tabla B se presentan los valores máximos de longitud de los conductores en función de su sección y de la intensidad nominal del dispositivo de protección para una caída de tensión del 3%, una temperatura estimada del conductor de 40°C y unos valores del factor de potencia de $\cos\varphi = 1$.

Tabla B: Valor de la longitud máxima del cable (m)

Sección del conductor (mm ²)	Intensidad nominal del dispositivo de protección (A)			
	10	16	20	25
1,5	27			
2,5	45	28		
4		45	36	
6			53	43

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos⁽¹⁾

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma (7)	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² (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 16A 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 16A 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 16A 2p + T	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción	(2)	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire	(2)	---	---	---	25	---	6	25

acondicionado								
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 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 21**
(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 20315.
(8) Los fusibles a 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.

4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN

En cada estancia se utilizará como mínimo los siguientes puntos de utilización:

Tabla 2

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./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 1	hasta 10m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

Dormitorios	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , 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	---
	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	---
Cocina	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10m ² (dos si S > 10 m ²) 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 16A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C ₅	Base 16A 2p + T	3 ⁽²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₈	Toma 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 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y otros	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16A 2p + T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

⁽¹⁾ En donde se prevea la instalación de una torna 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 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.

Según la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Edición septiembre de 2003, las ubicaciones indicadas en la tabla 2 se consideran orientativas, así por ejemplo:

- La lavadora puede estar instalada en otra dependencia de la vivienda.
- El timbre no computa como “punto de utilización” en el circuito C1.
- Los conmutadores, cruzamientos, telerruptores y otros dispositivos de características similares se consideran englobados en el genérico “interruptor” indicado en la anterior tabla.
- Punto de luz es un punto de utilización del circuito de alumbrado que va comandado por un interruptor independiente y al que pueden conectarse una o varias luminarias.
- En el caso de instalar varias tomas de corriente para receptor de TV o asociadas a la infraestructura común de las telecomunicaciones (ICT), computa como un solo punto de utilización hasta un máximo de 4 tomas.
- Se recomienda que los puntos de utilización para calefacción, aire acondicionado y circuito de sistemas de automatización sean del tipo caja de conexión que incorpore regleta de conexión y dispositivo de retención de cable.

Prescripciones mínimas y de confort.

Como se viene indicando, esta ITC-BT tiene como objetivo fijar los puntos de utilización mínimos que debe tener la instalación de una vivienda, desde un punto de vista de seguridad eléctrica. Sin embargo, el incremento de la utilización de la energía eléctrica en las viviendas y la aplicación del concepto “diseño para todos” aconseja que en el diseño de la instalación se tengan en cuenta además las posibles necesidades particulares del usuario y sus limitaciones (debido a la edad, discapacidad, etc.), así como sus futuras demandas.

Por esto se recomienda cuando sea posible:

- diseñar la instalación con una suficiente previsión (instalación de conductos vacíos, reservar espacio en el cuadro de distribución para futuros dispositivos, etc.) que permita una futura ampliación sin necesidad de hacer obras.

- prever un número de tomas de puntos de iluminación, tomas de corriente de usos generales o en baño y auxiliares de cocina superior a los indicados en la tabla 1 de esta ITC-BT, de este modo además de tener una instalación acorde a la necesidad del usuario, se mejora la seguridad de la instalación al reducir el uso de conectores multivía o prolongadores y evitar la realización de futuras modificaciones de la instalación por personal no calificado.
- no intentar un ahorro ficticio apurando al máximo las tomas por circuito para reducir el número de circuitos. Incrementar los circuitos y pasar al grado de electrificación elevado no tiene obligatoriamente consecuencias prácticas de cambio de potencia contratada a la Compañía Suministradora, se obtiene mayor confort pero no mayor consumo.
- en viviendas con más de una altura, por ejemplo unifamiliares o duplex, se situará un cuadro general de mando y protección en cada planta de manera que los circuitos de cada planta estén protegidos en el cuadro ubicado en su planta.

Las siguientes tablas, resumen los puntos de utilización mínimos, así como los recomendados para garantizar el adecuado confort de la instalación.

1. Electrificación del acceso a la vivienda

Prescripciones Reglamentarias	
Mecanismo	Nº Prescrito
Pulsador para timbre	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria	
Mecanismo	Nº aconsejado
Pulsador para timbre	1
Punto de luz (vivienda unifamiliar)	1
Vídeo portero (vivienda unifamiliar)	1

2. Electrificación del vestíbulo

Prescripciones Reglamentarias	
Mecanismo	Nº Prescrito
Punto de luz	1
Interruptor 10 A	1
Base 16 A (2p+T)	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº aconsejado
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
	Luz exterior (vivienda unifamiliar)	1

Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2p+T)	1	1
Zumbador	-	1
Toma Calefacción eléctrica*	-	1
Video-portero	-	1
* Cuando se prevea su instalación		

3. Electrificación de la sala de estar o salón

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2p+T)	Una por cada 6 m ² redondeado al entero superior	3
Toma de Aire acondicionado	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2

Prescripciones de confort de uso (instalación) no obligatorio		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1 ó 2
Base 16 A (2p+T)	Una por cada 6 m ² redondeado al entero superior	3
Base 16 A (2p+T)	Televisor , video, DVD	1 múltiple
Base 16 A (2p+T)	Equipo de sonido	1
Toma telefónica	Teléfono	2
Toma de Aire acondicionado*	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica*	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
* Cuando se prevea su instalación		

4. Electrificación del dormitorio

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2p+T)	Una por cada 6 m ² redondeado al entero superior	3
Toma de Aire acondicionado	-	1
Toma Calefacción eléctrica	-	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	Habitaciones individuales	2*
	Habitaciones dobles	3*
Interruptor	Por punto de luz	--
Base 16 A (2p+T)	Una por cada 6 m ² redondeado al entero superior	3
Base 16 A (2p+T)	Televisor	1 múltiple
Base 16 A (2p+T)	Equipo de sonido	1
Base 16 A (2p+T)	Ordenador	1
Toma telefónica	Teléfono	2
Toma de Aire acondicionado**	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica**	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
* 2 en habitaciones individuales, 1 en mesilla de noche y 1 en techo 3 en habitaciones dobles, 2 en mesillas de noche y 1 en techo ** Cuando se prevea su instalación		

5. Electrificación de la cocina

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2p+T)	Extractor y frigorífico	2
Base 25 A (2p+T)	Cocina / horno	1
Base 16 A (2p+T)	Lavadora /Lavavajillas y termo	3
Base 16 A (2p+T)	Encina del plano de trabajo	3
Base 16 A (2p+T)	Secadora	1
Toma Calefacción eléctrica	-	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	--
Base 16 A (2p+T)	Encina del plano de trabajo*	4
Base 16 A (2p+T)	Lavadora /Lavavajillas y termo	3
Base 16 A (2p+T)	Extractor y frigorífico	2
Base 25 A (2p+T)	Cocina / horno	1
Base 16 A (2p+T)	Secadora	1
Base 16 A (2p+T)	Televisor	
Toma telefónica	Teléfono	2
Toma Calefacción eléctrica**	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2

*Se colocan fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina.

** Cuando se prevea su instalación

6. Electrificación del baño-aseo

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	--	1
Interruptor 10 A	--	1
Base 16 A (2p+T)	--	1
Toma Calefacción eléctrica	-	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº aconsejado
Punto de luz	--	2
Interruptor	Por punto de luz	2
Base 16 A (2p+T)	--	2
Toma Calefacción eléctrica*	--	1
* Cuando se prevea su instalación		

7. Electrificación del pasillo

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	Uno cada 5 m de longitud	1
Interruptor 10 A / Conmutador	Uno en cada acceso	1
Base 16 A (2p+T)	1 hasta 5 m (2 si L>5 m)	1
Toma Calefacción eléctrica	-	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº aconsejado
Punto de luz	Uno cada 5 m de longitud	2
Interruptor	Uno en cada acceso	2
Base 16 A (2p+T)	1 hasta 5 m (2 si L>5 m)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica*	--	1
* Cuando se prevea su instalación		

8. Electrificación de terraza y jardín

Si la vivienda dispone de jardín, la instalación eléctrica de este debe ser un circuito independiente del resto de la vivienda.

Las bases exteriores destinadas a alimentar aparatos fijos o móviles deberán estar protegidas por un diferencial independiente de los circuitos interiores, de 30 mA.

Las bases, interruptores y luminarias instaladas en el jardín, deberán tener un grado IP44.

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº aconsejado
Punto de luz	Entrada	1
	Otra zona 1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1*
Base 16 A (2p+T)	-	1 ó 2
* El o los puntos de luz instalados en el jardín pueden estar controlados por un interruptor horario programado para su encendido y apagado		

9. Electrificación de garaje unifamiliar

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2p+T)	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2

Prescripciones de confort de instalación no obligatoria		
Mecanismo	Superficie /Longitud	Nº aconsejado
Punto de luz*	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1
Base 16 A (2p+T)	-	2
* Es recomendable llevar a cabo la instalación de un circuito de alumbrado de emergencia. La iluminancia mínima para este tipo de estancias es de 150 lux.		

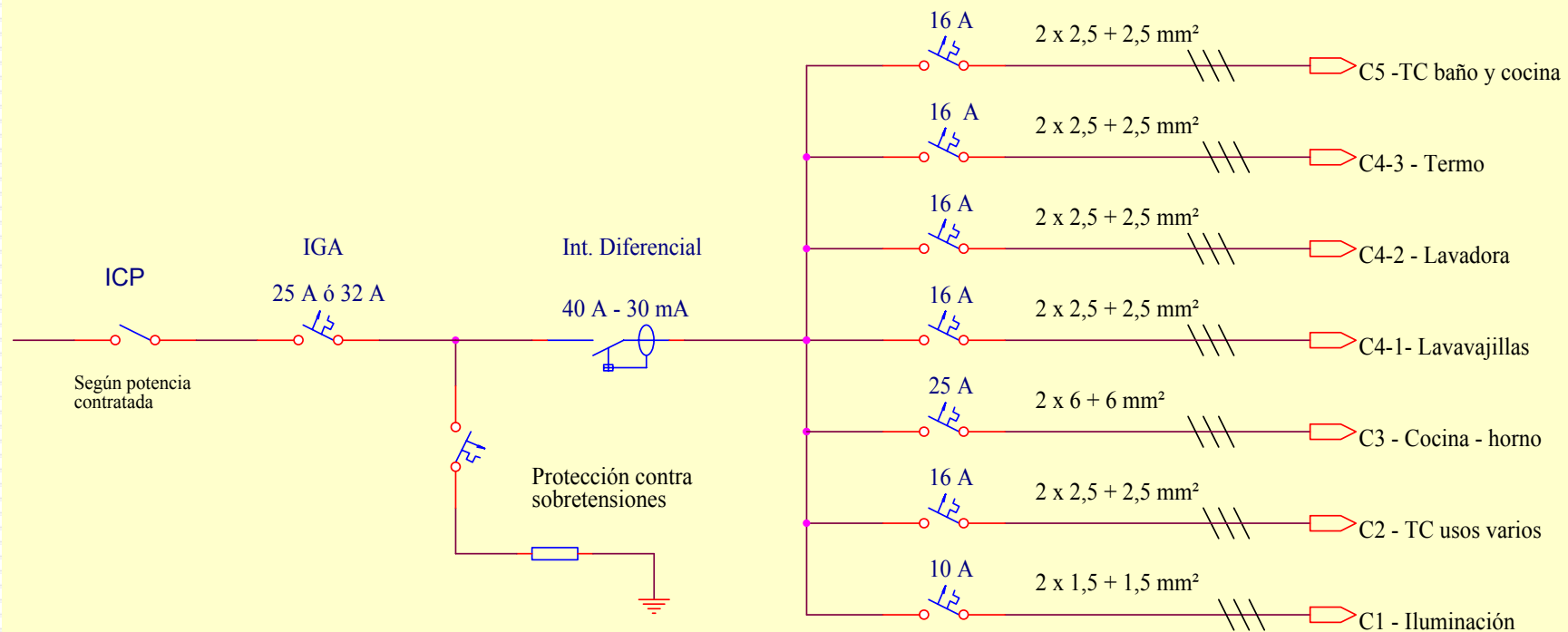
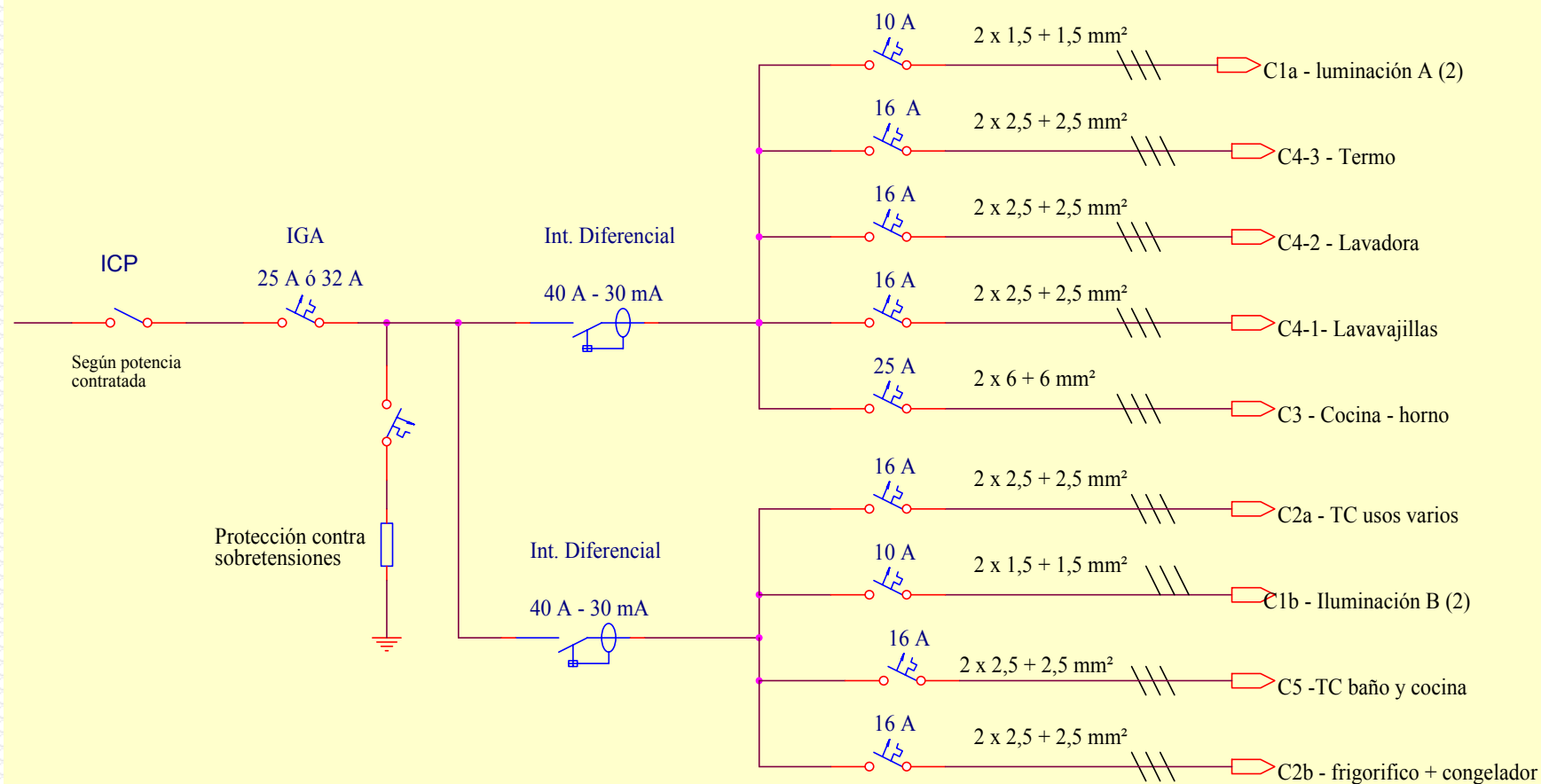
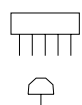
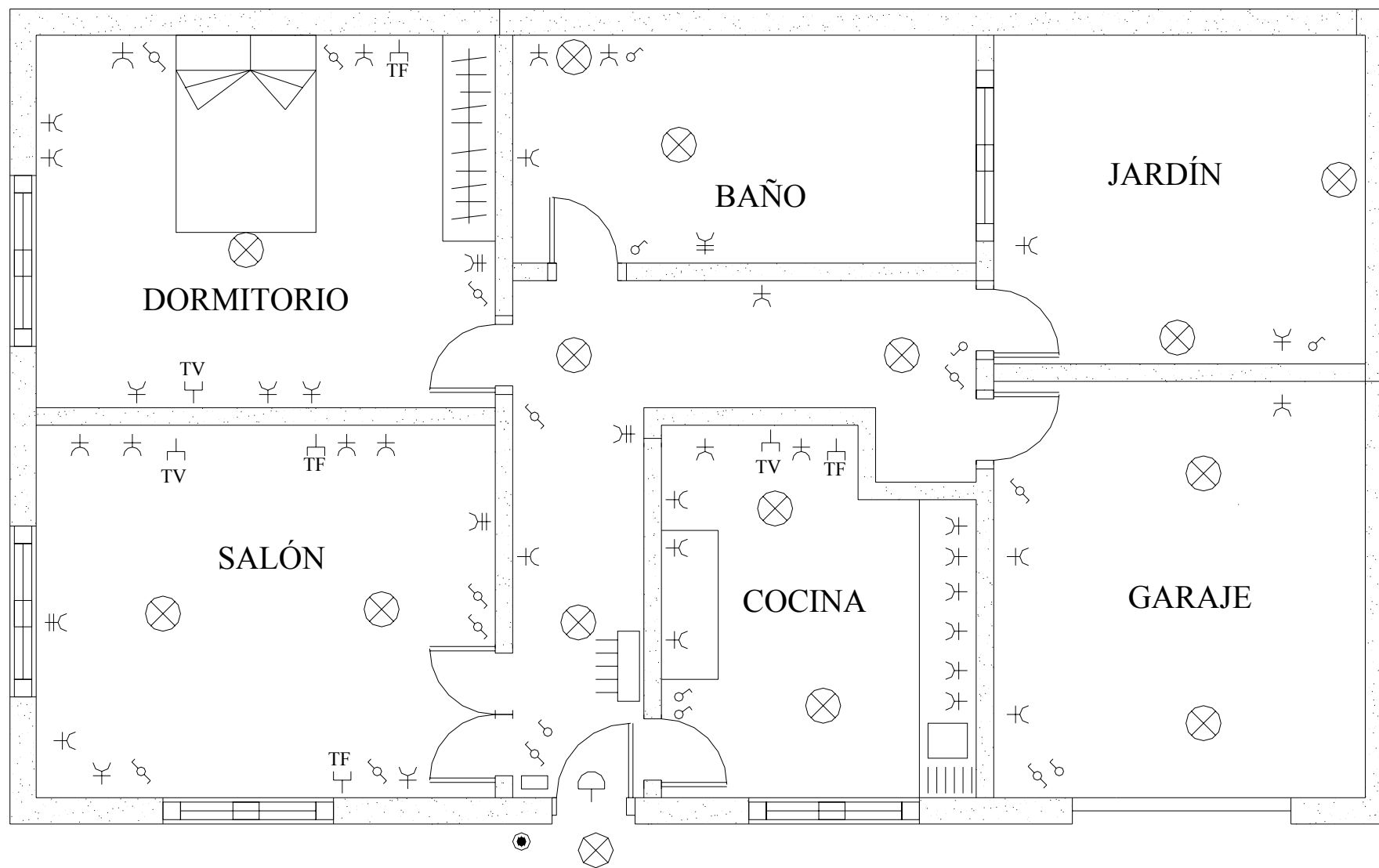


Figura A: Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica



(2) Puntos C_{1a} + puntos $C_{1b} \leq 30$

Figura B: Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica con circuitos desdoblados.



Cuadro General de Protección



Zumbador



Interruptor



Interruptor doble



Conmutador



Toma de corriente 16 A



Toma de corriente 25 A



Toma antena TV

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-26 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. PRESCRIPCIONES DE INSTALACIÓN

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN Y ESQUEMA DE CONEXIÓN****3. TOMAS DE TIERRA****3.1 Instalación****3.2 Elementos a conectar a tierra****3.3 Puntos de puesta a tierra****3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones****3.5 Conductores de protección****4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS****5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN****6. CONDUCTORES****6.1 Naturaleza y Secciones****6.1.1 Conductores activos****6.1.2 Conductores de protección****6.2 Identificación de los conductores****6.3 Conexiones****7. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES****7.1 Sistema de instalación****7.2 Condiciones generales****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.

La Guía Técnica de aplicación del REBT, propone para el dimensionado de las tomas de tierra lo indicado en las Normas Técnicas de la Edificación NTE 1973 “Puesta a tierra”.

Según el punto 3.1 de la ITC-BT-18, los conductores de cobre desnudos utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la **clase 2** de la norma UNE 21.022 (conductor formado por varios alambres rígidos cableados entre sí). Con una sección mínima de 35 mm² según NTE 1973 “Puesta a tierra”.

La profundidad mínima de enterramiento del conductor recomendada es de 0,8 m.

Cuando se deba mejorar la eficacia de la puesta a tierra de la conducción enterrada, se añadirán el número de picas necesarias que se repartirán proporcionalmente a lo largo del anillo enterrado, conectadas a ésta y separadas una distancia no inferior a 2 veces su longitud.

Producto	Norma de aplicación
Picas de puesta a tierra para edificios	UNE 202006
Conductor de cobre desnudo (clase 2)	UNE 21022

Mediante la **tabla A** se puede determinar el número orientativo de electrodos verticales en función de las características del terreno, la longitud del anillo y según la presencia o no de pararrayos en el edificio.

La resistencia a tierra obtenida con la aplicación de los valores de esta tabla debería ser, en la práctica, inferior a 15 • para edificios con pararrayos y de 37 • para edificios sin pararrayos.

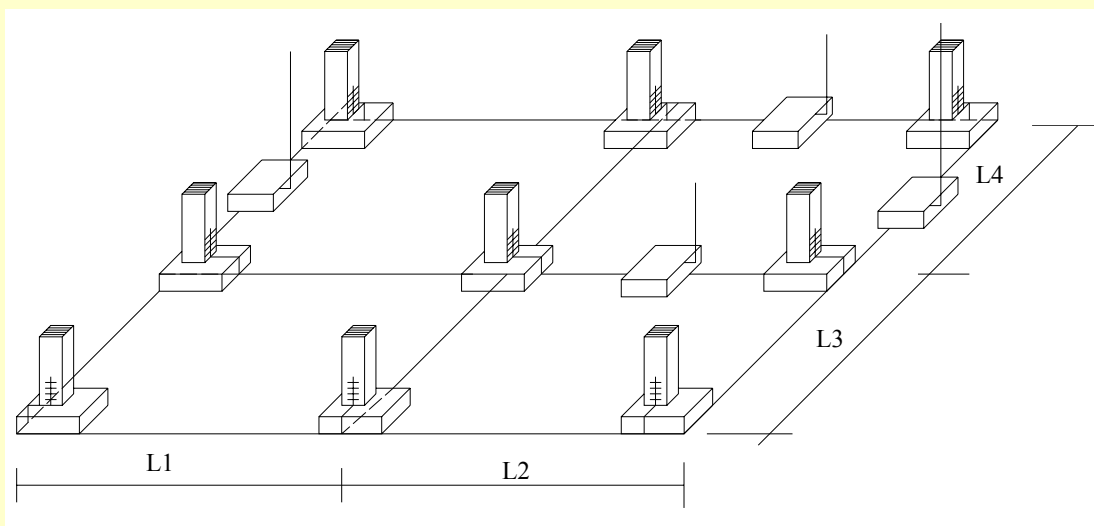
Tabla A: Número de electrodos en función de las características del terreno y la longitud del anillo.

Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silícea		Nº de picas de longitud 2 metros
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	
25	34	28	67	54	134	162	400	0
^	30	25	63	50	130	158	396	1
	26	^	59	46	126	154	392	2
	^		55	42	122	150	388	3
			51	38	118	146	384	4
			47	34	114	142	380	5
			43	30	110	138	376	6
			39	^	106	134	372	7
			35		105	130	368	8
			^		98	126	364	9
					94	122	360	10
					74	102	340	15
					^	82	320	20
						^	280	30
							240	40
							200	50
							^	

^ Para valores menores aumentar la longitud de los conductores enterrados del anillo hasta el valor mínimo.

- L = longitud en planta de la conducción enterrada, en m

Figura A: Ejemplo de anillo enterrado de puesta a tierra



La longitud en planta de este anillo es: $L = 3 L1 + 3 L2 + 3 L3 + 3 L4$

Ejemplo: Determinar el número de picas necesario para un edificio con pararrayos, en terreno de arena arcillosa y con una longitud en planta de conducción enterrada de:

- $L = 33 \text{ m}$

Según la **tabla A**, para un edificio de estas características:

- la longitud mínima de la conducción enterrada debe ser de 35 m, por lo que debemos disponer como mínimo de 2 m más de conducción.
- además, para 35 m de conducción enterrada necesitamos colocar 8 picas

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**.

Según la Tabla 1 del punto 3.2 de la ITC-BT-18 las secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra o líneas de enlace con el electrodo de puesta a tierra son:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4 de la ITC-BT-18	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión*	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

El apartado 3.4 de la ITC-BT-18 establece:

Sección de los conductores de fase de la instalación $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $Sp \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$Sp = S$ $Sp = 16$ $Sp = S / 2$

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.

Quando dichas partes conductoras tengan su origen en el exterior del edificio, deberán conectarse a tierra tan cerca como sea posible de su entrada al edificio.

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.

En edificios de viviendas existen cinco posibles puntos o bornes de puesta a tierra, pudiendo coexistir varios a la vez, en cuyo caso se considera borne principal el situado en la centralización de contadores.

En instalaciones nuevas los puntos de conexión o bornes de puesta a tierra, deberán situarse en las ubicaciones b), c) y d) y si procede la e).

En la rehabilitación y reforma de edificios existentes la ubicación indicada en a) se considera orientativa ya que depende de las características particulares de cada edificio, y si es posible deben situarse en el resto de puntos indicados.

El punto de puesta a tierra ubicado en la Caja General de Protección, deberá estar situado junto a la misma, a efectos de ser utilizada como punto para

mediciones, o durante la ejecución, mantenimiento o reparación de la red de distribución.

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.

Tanto las líneas principales de tierra como las derivaciones de las líneas principales de tierra forman parte de lo que la ITC-BT-18 define como conductores de protección. Las líneas principales se encuentran conectadas directamente a un borne de puesta a tierra, mientras que las derivaciones se conectan a tierra a través de las líneas principales.

En edificios para viviendas con una única centralización de contadores la línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que va desde el borne de puesta hasta el embarrado de protección y bornes de salida de la centralización de contadores. Cuando existen centralizaciones de contadores en varias ubicaciones esta línea principal de tierra discurre por la misma canalización que la LGA hasta el embarrado de protección de cada centralización.

La derivación de una línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que discurre desde el embarrado de protección de la centralización de contadores hasta el origen de la instalación interior, por la misma canalización que las derivaciones individuales.

Las líneas de tierra de la instalación interior se denominan simplemente conductores de protección.

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 milímetros cuadrados. 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, etc.

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.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S (*)$ 16 $S/2$
(*) 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	

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 aquéllos.

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**.

Se podrán utilizar uno o varios interruptores diferenciales, con una intensidad diferencial residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general.

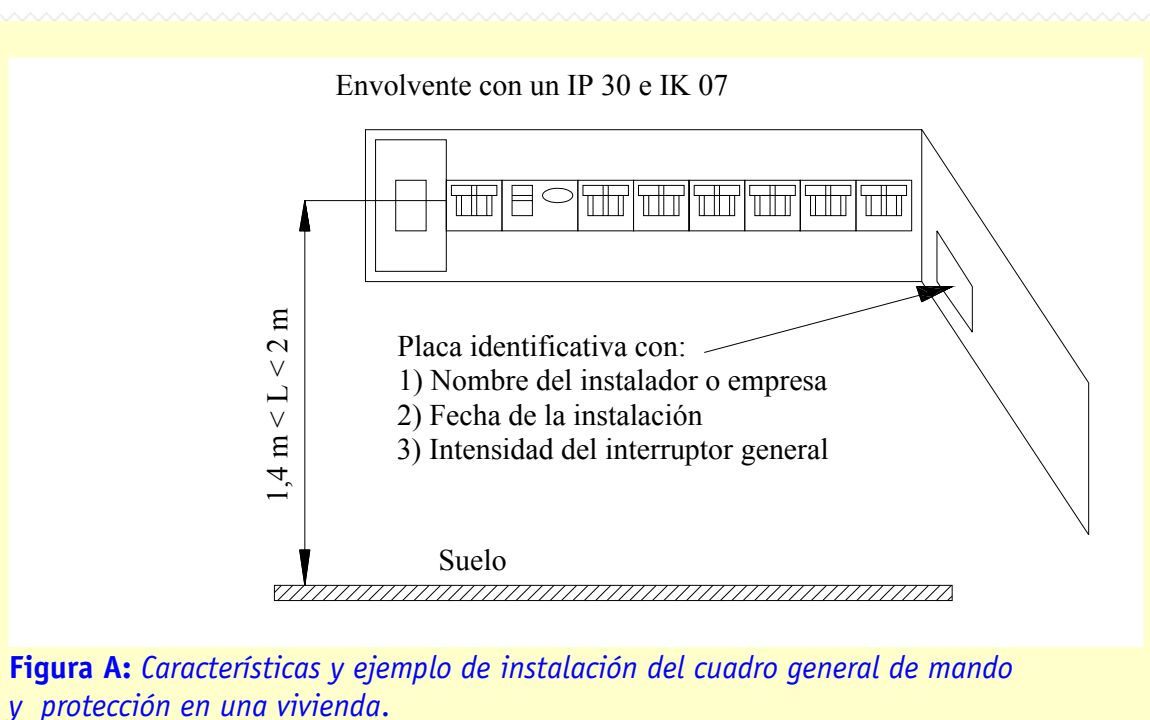
Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.

La intensidad diferencial-nominal del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales instalados aguas arriba serán de tipo S.

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.



Materiales utilizados en el cuadro general de mando y protección de una vivienda

Producto	Norma de aplicación
Envolvente cuadro general	UNE 20451
Conjunto de aparamenta	UNE-EN 60439-3
Interruptor de control de potencia	UNE 20317
Interruptores automáticos	UNE-EN 60898
Interruptores, seccionadores	UNE-EN 60947-3
Interruptores diferenciales	UNE-EN 61008
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado	UNE-EN 61009
Fusibles	UNE-EN 60269-3
Bornes de conexión	UNE-EN 60998

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**.

Los conductores aislados con estas características comúnmente utilizados corresponden a los tipos:

Producto		Norma de aplicación
Cable tipo H07V-U	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	UNE 21031-3
Cable tipo H07V-R	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	
Cable tipo H07V-K	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	

La norma UNE 21022 especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor.

Las clases definidas y el símbolo utilizado en la designación del cable son:

- clase 1: conductor rígido de un solo alambre. (símbolo –U)
- clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados. (símbolo –R)
- clase 5: conductor flexible de varios alambres finos, no apto para usos móviles (símbolo –K)

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**.

Según lo indicado en la ITC-BT 19 y para las secciones habituales de los conductores de fase de las instalaciones interiores de viviendas, la sección del conductor de protección será igual a la del conductor de fase ya que no suelen emplearse conductores de fase de sección superior a 16 mm².

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.

Conductor	Color del aislamiento		
Neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	Azul 		
Protección	Verde-amarillo 		
Fases	Marrón 	Negro 	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 éstas estén juntas y dispongan de bornes de conexión previstos para la conexión de varios conductores.

Producto	Norma de aplicación
Bornes de conexión	UNE-EN 60998
Bases de toma de corriente para uso doméstico o análogo	UNE 20315
Cajas de empalme y/o derivación	UNE 20451

Las bases de toma de corriente de 16 A según la norma UNE 20315 están previstas para la conexión de dos conductores por terminal, en cambio en las bases de 25 A no se exige normativamente esta característica.

Para facilitar su verificación, ensayos, mantenimiento y sustitución, las conexiones deberán ser accesibles.

Tal y como se indica en la ITC-BT-21 apto. 3.1, en las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

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

Extracto de la tabla 5 de la ITC-BT-21:

Sección nominal de los conductores unipolares (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

Como se indica en el apartado 1.2.2 de la ITC-BT-21 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.

Instalaciones superficiales:

- Cables aislados bajo tubo curvable
- Cables aislados bajo tubo rígido

Extracto de la tabla 2 de la ITC-BT-21:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	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

Como se indica en el apartado 1.2.1 de la ITC-BT-21 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.

- Cables aislados bajo canal protectora cerrada
- Canalizaciones prefabricadas

Las instalaciones deberán cumplir lo indicado en las **ITC-BT-20** e **ITC-BT-21**.

Las características mínimas para los sistemas de conducción de cables son:

Producto	Designación s/norma	Norma de aplicación
Tubo Rígido	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-1
Tubo Curvable	2221 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-2
Tubo Flexible	4321 y no propagador de la llama	UNE-EN 50086-2-3
Canal protectora	No propagador de la llama	UNE-EN 50085-1

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 envoltentes, 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**.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA BAJA TENSIÓN: ITC-BT-27 INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA
--

1. CAMPO DE APLICACIÓN

2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.1 Clasificación de los volúmenes

2.1.1 Volumen 0

2.1.2 Volumen 1

2.1.3 Volumen 2

2.1.4 Volumen 3

2.2 Protección para garantizar la seguridad

2.3 Elección e instalación de los materiales eléctricos

3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA CON CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y APARATOS ANÁLOGOS

4. FIGURAS DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES

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 4 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:

- 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; o
- 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, y
- 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; o
 - 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; o
 - 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; y
- 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; y
 - b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo
- Además, cuando la altura del lecho 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 sólo 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.

En el espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas, el grado de protección será mínimo IPX5 tal como se indica en el apartado 3 de esta instrucción

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 IP2X o IPXXB, según UNE 20324 o
- 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 1 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 20460 -6 -61, anexo A, es de cómo mínimo 100 k .

El método de medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes respecto del conductor de protección se detalla en el **Anexo** sobre verificación de instalaciones eléctricas.

2.3. Elección e instalación de los materiales eléctricos

Tabla 1

	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 ó 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 20460 -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 60472 o UNE-EN 61558 -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 20460 -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 sólo 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 20460 -4 -41.	Se permiten los aparatos sólo 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 20460 -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 60669-1

(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.

Producto	Norma de aplicación
Transformadores de separación de circuitos y transformadores de seguridad	UNE-EN 60742
Transformadores y unidades de alimentación para máquinas de afeitar	UNE-EN 61558-2-5
Bases de toma de corriente (fijas y móviles) para uso doméstico o análogo	UNE 20315
Cajas de empalme y / o derivación	UNE 20451
Interruptores para instalaciones eléctricas fijas doméstica y análogas	UNE-EN 60669-1

En el volumen 3, la norma UNE 20460-7-701 establece que el grado de protección mínimo para el equipo eléctrico será IPX1.

En el espacio existente bajo bañeras o duchas que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta el grado de protección del equipo eléctrico será IPX4.

Los bloques de alimentación de afeitadoras de acuerdo con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5 instalados en el volumen 2 deben presentar un grado de protección mínimo IPX1 y por lo tanto no les aplica el requisito general de IPX4.

Las cajas de conexión deberán instalarse fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, de acuerdo con la norma UNE 20460-7-701.

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 se 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 se 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 60335 -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 450/750V. 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 IPX5.

Los cables y conductores unipolares aislados de instalación habitual con estas características corresponden a los tipos:

Producto		Norma de aplicación
Cable tipo H07V-U	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	UNE 21031-3
Cable tipo H07V-R	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	UNE 21031-3
Cable tipo H07V-K	conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de policloruro de vinilo (V)	UNE 21031-3
Cable tipo H05VV-F	Cable de tensión asignada 300/500 V, con conductor de cobre clase 5 apto para servicios móviles (-F), aislamiento de compuesto de PVC (V) y cubierta de compuesto de PVC (V)	UNE 21031-5

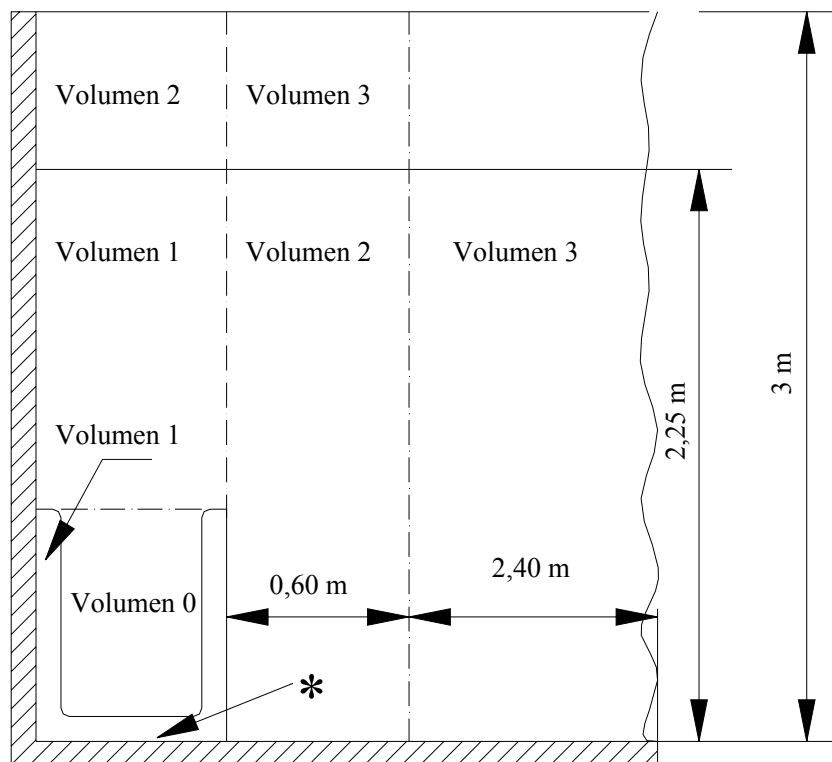
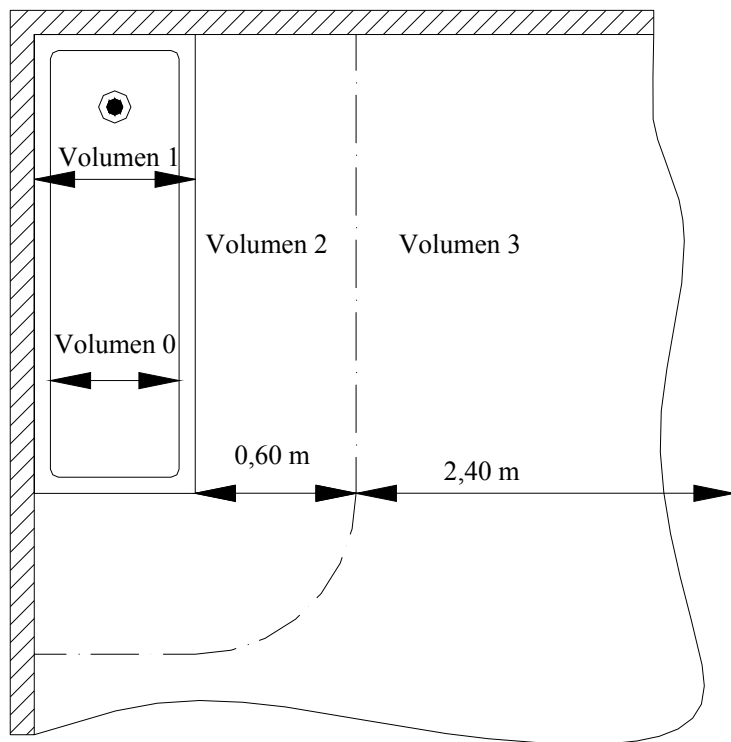
Según la norma UNE 21 022 que especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor:

- clase 1: conductor rígido de un solo alambre. (símbolo -U)
- clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados. (símbolo -R)
- clase 5: conductor flexible de varios alambres finos,
- no apto para usos móviles. (símbolo -K)
- apto para usos móviles (símbolo -F)

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 su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta.

No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurren 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



* Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.
Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

Figura 1. BAÑERA

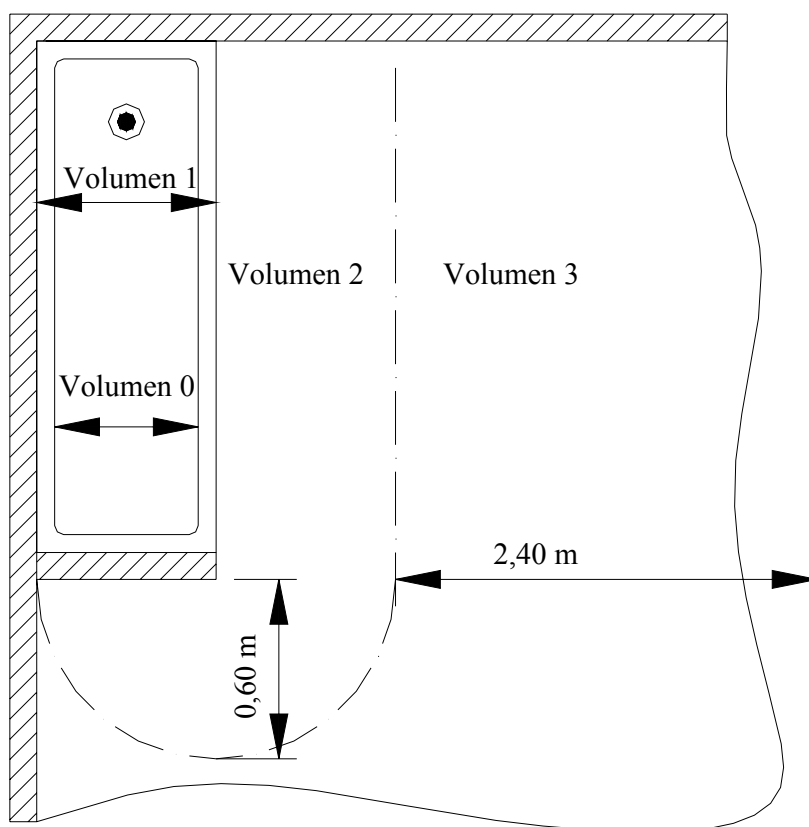
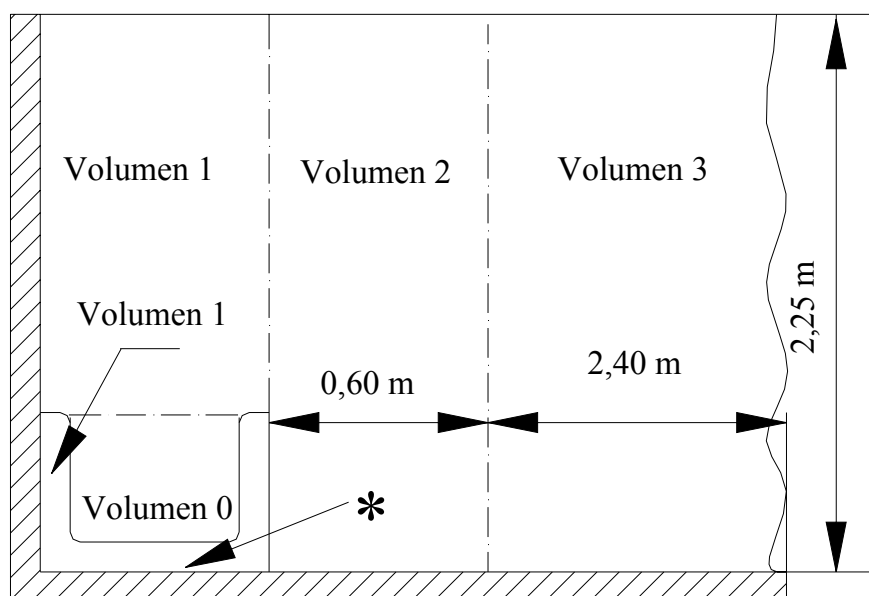
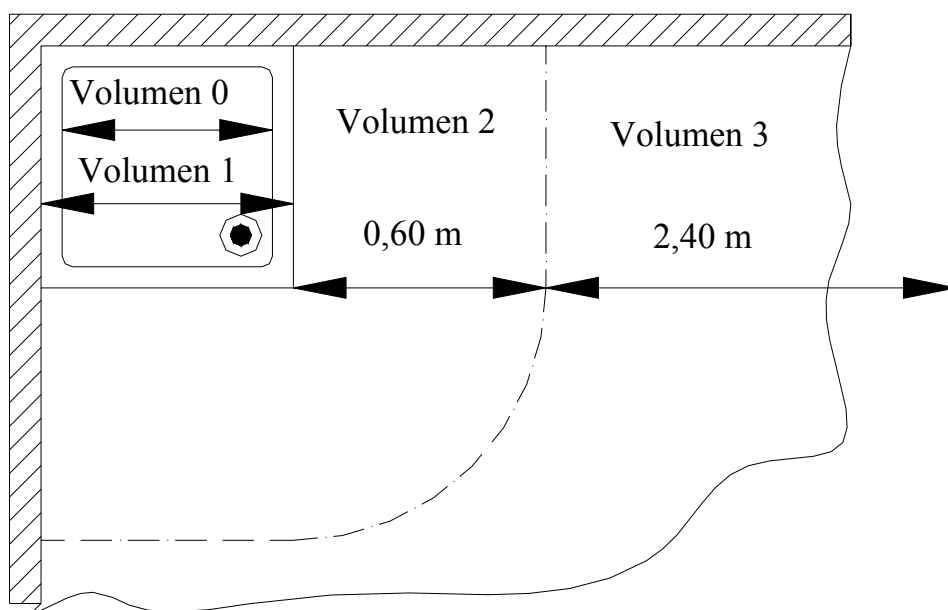


Figura 2. BAÑERA CON PARED FIJA



* Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.
 Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

Figura 3. DUCHA

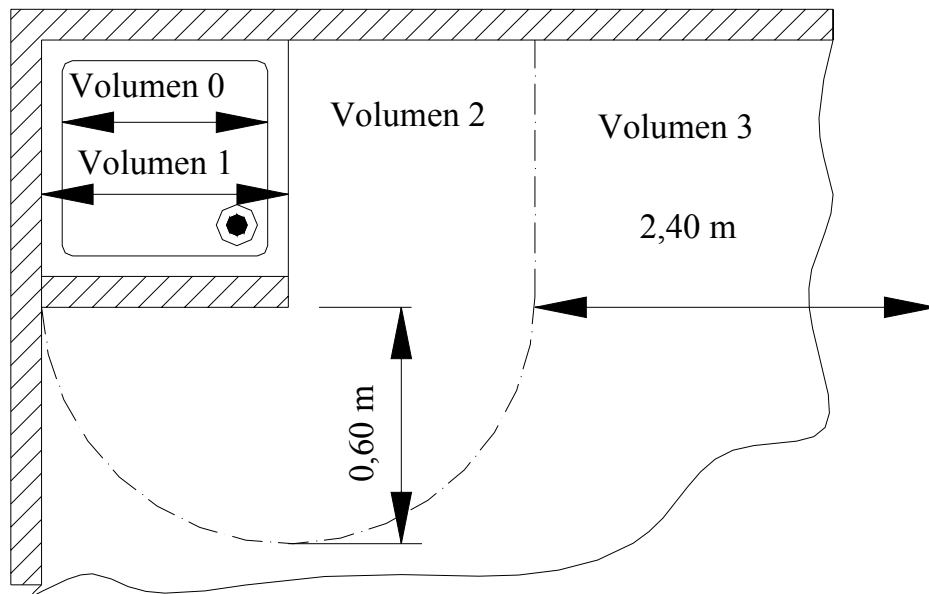


Figura 4. DUCHA CON PARED FIJA

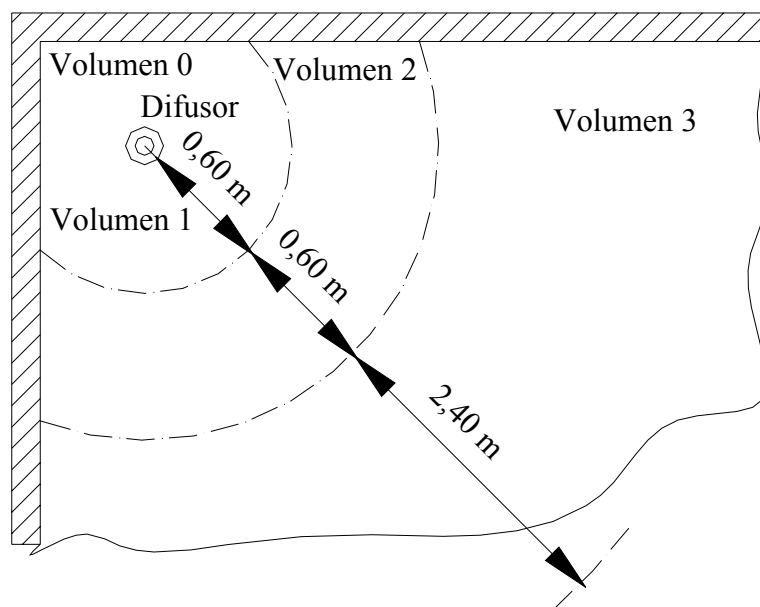


Figura 5. DUCHA SIN PLATO

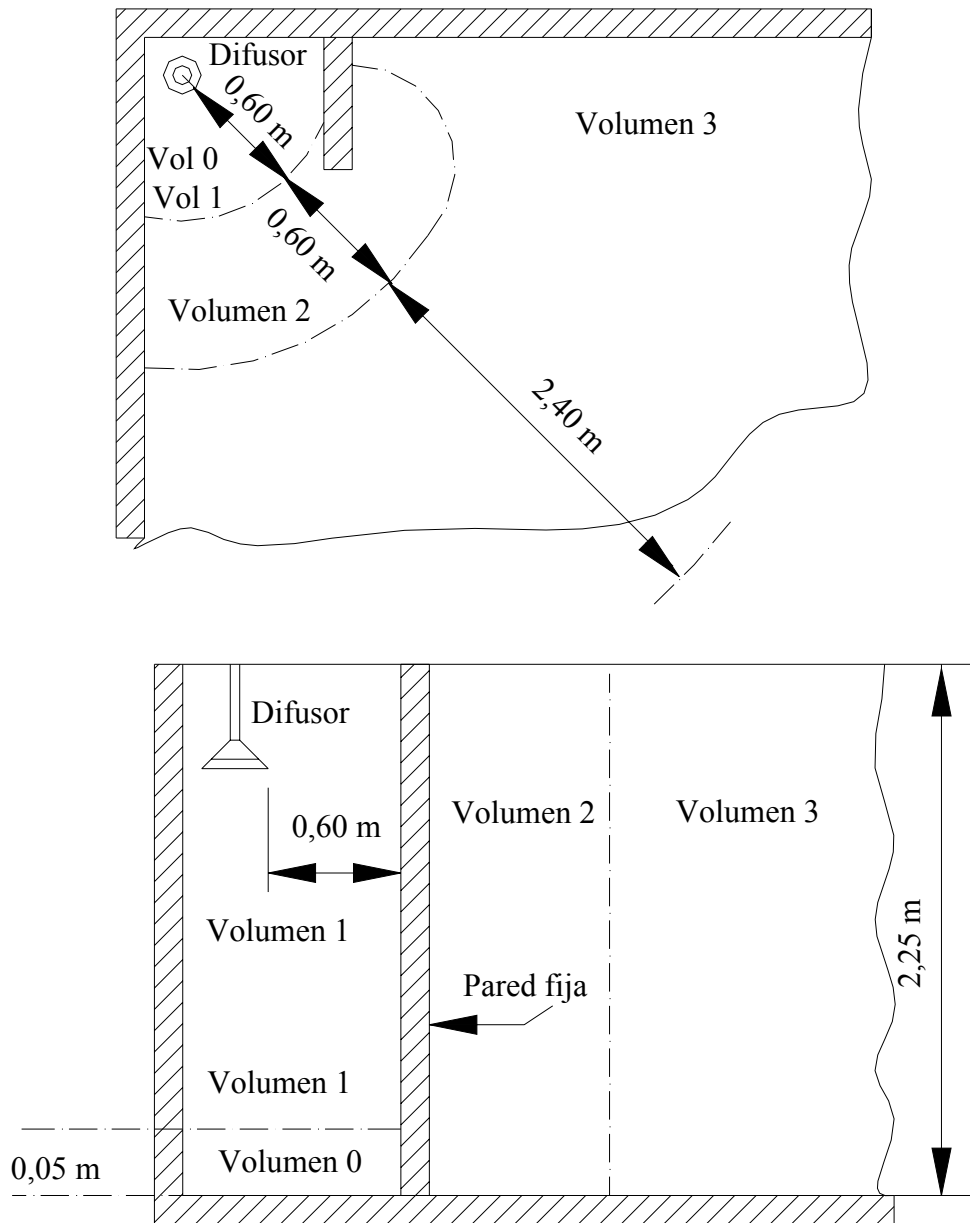


Figura 6. DUCHA SIN PLATO PERO CON PARED FIJA. DIFUSOR FIJO

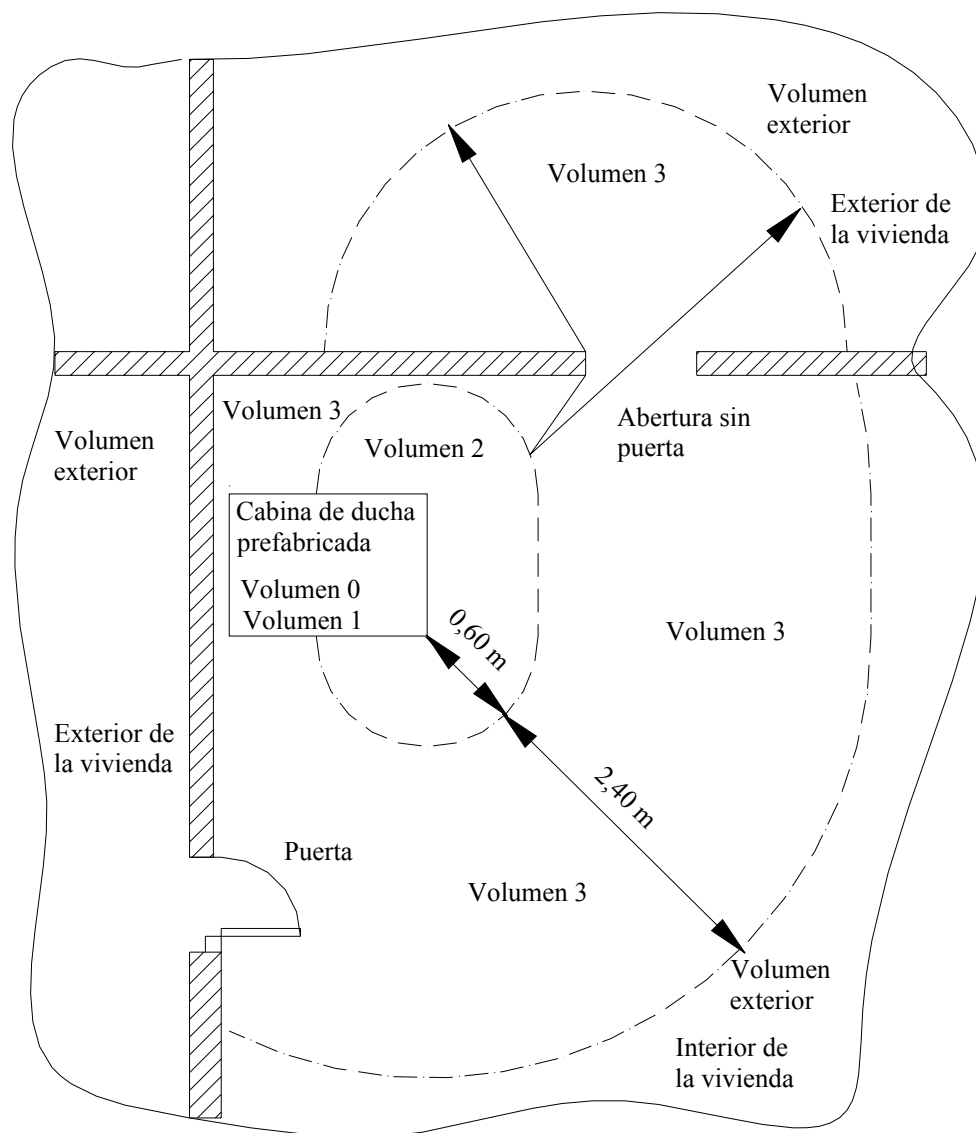


Figura 7. CABINA DE DUCHA PREFABRICADA