

Capítulo 3

Instalación de locales de características especiales

Contenido

1. Introducción
2. Interpretación de normativas y reglamentaciones referenciadas en el REBT R. D. 842/2002
3. Instalaciones de locales de características especiales: húmedos, mojados, con riesgo de corrosión y polvorientos, entre otros. ITC-BT-30
4. Instalaciones de locales con fines especiales. ITC-BT-31, ITC-BT-32, ITC-BT-33, ITC-BT-34, ITC-BT-35, ITC-BT-37, ITC-BT-38, ITC-BT-39, ITC-BT-40, ITC-BT-41, ITC-BT-42, ITC-BT-43, ITC-BT-45, ITC-BT-46, ITC-BT-49, ITC-BT-50
5. Instalaciones de estaciones de servicio, garajes y talleres de reparación
6. Instalaciones de pequeñas tensiones de seguridad ITC-BT-36
7. Quirófanos y salas de intervención. Instalaciones para la alimentación de socorro. ITC-BT 38
8. Instalaciones de alumbrado
9. Cuadros de distribución
10. Elementos de mando y protección
11. Instalaciones de puesta a tierra. ITC- BT -18
12. Sistemas de puesta a tierra
13. Electrodo
14. Resistencia a tierra
15. Seguridad en las instalaciones
16. Resumen

1. Introducción

En este capítulo se desarrollará la normativa relativa a los locales con características o fines especiales.

Se denominan locales de características especiales, según el REBT, a los locales y los emplazamientos en los que exista una atmósfera húmeda, gases o polvos de materias no inflamables o combustibles, temperaturas muy elevadas o muy bajas en relación a los normales, los que se dediquen a conservación o reparación de automóviles, los que estén afectos a los servicios de producción o distribución de energía eléctrica; en las instalaciones donde se utilicen las denominadas tensiones especiales, las que se realicen con carácter provisional o temporal, las instalaciones para piscinas, otras señaladas específicamente en las ITC y, en general todas aquellas donde sea necesario mantener instalaciones eléctricas en circunstancias distintas a las que pueden estimarse de riesgo normal, para la utilización de energía eléctrica en baja tensión.

También se tendrán en consideración las instalaciones de puesta a tierra y las instalaciones de alumbrado.

2. Interpretación de normativas y reglamentaciones referenciadas en el REBT R. D. 842/2002

El Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, es el decreto por el que se deroga el antiguo REBT de 1973, y entra en vigor el nuevo REBT de 2002.

El reglamento electrotécnico para baja tensión se divide en 29 artículos, donde se reseñará lo más importante:

- **Artículo 1: objeto.** El REBT tiene como objeto establecer las condiciones técnicas y garantías de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- **Artículo 2: campo de aplicación.** El campo de aplicación es el correspondiente a las instalaciones en baja tensión cuyos límites están establecidos hasta 1 kV para corriente alterna y 1,5 kV para corriente continua.

Si la instalación es anterior a la entrada en vigor del reglamento actual se aplicará el nuevo reglamento en las posteriores inspecciones que sufra la instalación según lo establecido en la **ITC-BT-05**.

- **Artículo 3: instalación eléctrica.** Es el conjunto de circuitos y aparatos eléctricos con una función específica: producción de energía, conversión de energía, distribución de energía o uso de la misma.

- **Artículo 4: clasificación de las tensiones.** Frecuencias de las redes.
 - **Muy baja tensión:** el valor eficaz de la tensión nominal será menor o igual a 50 V en corriente alterna, en corriente continua el valor medio aritmético de la tensión nominal será de 75 V.
 - **Tensión usual:** el valor eficaz de la tensión nominal se encontrará entre valores superiores a 50 V y menores o iguales a 500 V en corriente alterna. En corriente continua el valor medio aritmético de la tensión nominal se encontrará entre valores superiores a 75 V e inferiores o iguales a 750 V.
 - **Tensión especial:** el valor eficaz de la tensión nominal se encontrará entre valores superiores a 500 V y menores o iguales a 1000 V en corriente alterna. En corriente continua el valor medio aritmético de la tensión nominal se encontrará entre valores superiores a 750 V e inferiores o iguales a 1500 V.
 - La tensión usualmente utilizada en corriente alterna es 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases.
 - La frecuencia de la red será de 50 Hz.
 - Podrá utilizarse otra tensión distinta a 230/400 V o frecuencia distinta a 50 Hz previa autorización del órgano competente.

- **Artículo 5: perturbaciones en las redes.** Las instalaciones que puedan perturbar a otras instalaciones (por ejemplo que creen campos magnéticos que interfieran en otras) deberán estar dotadas de dispositivos protectores para evitar alteraciones.
- **Artículo 6: equipos y materiales.** Los equipos y materiales serán usados en las instalaciones para la finalidad que fueron fabricados.

- **Artículo 7: coincidencia con otras tensiones.** En el caso de que en una instalación para baja tensión, una parte de ella se encontrara fuera del rango de tensiones pertenecientes al campo de aplicación de baja tensión, se le aplicaría la normativa correspondiente a ese rango de tensiones.



Nota

Es decir, si en una instalación para baja tensión una parte de dicha instalación estuviera a alta tensión, a esa parte de la instalación se le aplicaría el reglamento de alta tensión.

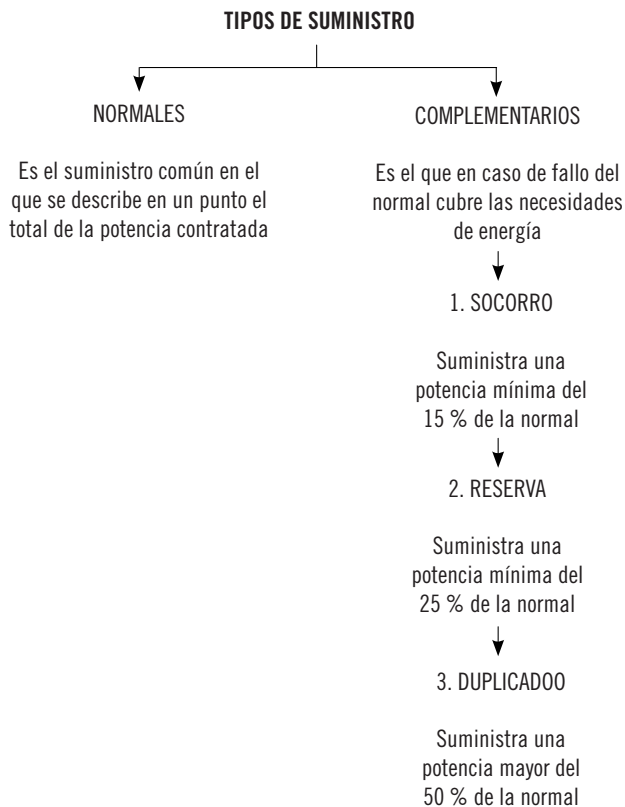
- **Artículo 8: redes de distribución.** Se definirán según su valor de tensión entre dos conductores de fase o por su valor entre fase-tierra y el valor entre dos conductores.
- **Artículo 9: instalaciones de alumbrado exterior.** Se consideran instalaciones de alumbrado exterior las que tienen por finalidad la iluminación de espacios exteriores que deben iluminarse por sus características, ya sean de dominio público o privado.



Nota

En el reglamento se encuentra una tabla con los valores de las secciones y las intensidades máximas que se admiten. La compañía suministradora puede acotar estos valores a cuatro o cinco para elegir.

- **Artículo 10: tipos de suministro.** En el siguiente esquema se reflejan los diferentes tipos de suministros desarrollados en este artículo.



- **Artículo 11: locales de características especiales.** Se tomarán las prescripciones dispuestas en la **ITC-BT-30**.
- **Artículo 12: ordenación de cargas.** La previsión de cargas se realizará conforme a lo expuesto en la **ITC-BT-10**.
- **Artículo 13: reserva de local.** En lo referente a la reserva del local se seguirán las prescripciones recogidas en la reglamentación, para el comercio del suministro y autorización de las instalaciones eléctricas.
- **Artículo 14: especificaciones particulares de las empresas suministradoras.** Las compañías eléctricas suministradoras podrán hacer prescripciones particulares, siempre y cuando se mantengan dentro del presente reglamento.
- **Artículo 15: acometidas e instalaciones de enlace.** La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora. Las instalaciones de enlace son las que unen la caja general con las instalaciones receptoras.

- **Artículo 16: instalaciones interiores o receptoras.** Son las instalaciones que tienen como finalidad la utilización de energía eléctrica. Las instalaciones receptoras se subdividirán en diferentes circuitos con el fin de facilitar la localización de averías. La división se hará para que las cargas queden lo más equilibradas posibles.
- **Artículo 17: receptores y puesta a tierra.** Deberán cumplir lo expuesto en sus instrucciones técnicas complementarias.
- **Artículo 18: ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.**
- El procedimiento para la puesta en marcha de las instalaciones viene detallado en la **ITC-BT-04**.

- **Artículo 19:** información a los usuarios. Junto con el certificado de instalación se debe entregar al usuario unas condiciones de uso y mantenimiento que incluirán como mínimo:
 - Un esquema unifilar de la instalación que incluya las características de los equipos instalados.
 - Croquis del trazado de la instalación.

- **Artículo 20: mantenimiento de las instalaciones.** Los titulares deberán mantener en buen estado las instalaciones, y en caso de ser necesaria alguna modificación en las mismas, estas serán realizadas por un instalador autorizado.
- **Artículo 21: inspecciones.** En la **ITC-BT-05** se encuentran detallados todos los aspectos referentes a las inspecciones.
- **Artículo 22: instaladores autorizados.** Toda la información necesaria se encuentra en la **ITC-BT-03**.
- **Artículo 23: cumplimiento de las prescripciones.** Antes del comienzo de la instalación se deberá presentar una memoria técnica justificativa realizada por el diseñador de la instalación y ser aprobada por el órgano competente de la comunidad autónoma.
- **Artículo 24: excepciones.** Antes del comienzo de la instalación se deberá presentar un informe justificativo a la autoridad competente para que autorice la excepción.
- **Artículo 25: equivalencia de la normativa del espacio económico europeo.**

- **Artículo 26: normas de referencia.** En el reglamento se citan y recomiendan ciertas normas internacionales como son las normas UNE. El listado de las mismas aparece recogido en la **ITC-BT-02**.
- **Artículo 27: accidentes.** Cuando se produzca un accidente que ocasione daños o víctimas la compañía suministradora deberá elaborar un informe del mismo.
- **Artículo 28: infracciones y sanciones.** Las sanciones se realizarán conforme lo establecido en el Título V de la Ley 21/1992 de Industria.
- **Artículo 29: guía técnica.**

3. Instalaciones de locales de características especiales: húmedos, mojados, con riesgo de corrosión y polvorientos, entre otros. ITC-BT-30

En este epígrafe se expondrán las prescripciones particulares para cada uno de los espacios designados como locales de características especiales recogidas en la **ITC-BT-30**.

3.1. Instalaciones en locales húmedos

Se consideran locales húmedos aquellos cuyas condiciones ambientales presenten condensación en techos y paredes, manchas salinas o moho.

Cuando en estas instalaciones no se utilicen muy bajas tensiones de seguridad se aplicarán las siguientes prescripciones:

1. Canalizaciones eléctricas:

- Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.
 - La tensión mínima asignada para los conductores será de 450/750 V.
 - Si los tubos son empotrados se seguirán las prescripciones expuestas en la ITC-BT-21.

- Si los tubos son en superficie, igualmente se seguirán las prescripciones de la ITC-BT-21, pero además, estos tubos deberán presentar una resistencia a la corrosión de grado 3.
- Instalación de cables aislados con cubiertas en el interior de canales aislantes.
 - Se instalarán en superficie, pero las derivaciones, conexiones y empalmes se realizarán en el interior de cajas.
- Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector.
 - La tensión mínima asignada para los conductores será de 0,6/1 kV.
 - Los conductores discurrirán por el interior de huecos de la construcción o serán fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.

2. Aparamenta:

- Toda la aparamenta utilizada (cajas de conexión, tomas de corriente, interruptores, etc.) deberá presentar un grado de protección IPX1.
- Sus cubiertas y accionamientos no serán metálicos.

3. Receptores para alumbrado y aparatos portátiles para alumbrado:

- Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IPX1 y no serán de clase 0.
- Los aparatos portátiles de alumbrado serán de clase II según ITC-BT-43.

3.2. Instalaciones en locales mojados

Se consideran locales o emplazamientos mojados aquellos en los cuales los techos, suelo y paredes están impregnados de humedad y donde aparezcan lodo o gotas de agua debido a la condensación, o están cubiertos de vaho

durante largos períodos (lavaderos públicos, tintorerías, etc.). También deben reunir estos requisitos las instalaciones realizadas a la intemperie.

1. Canalizaciones eléctricas:

- Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.
 - La tensión mínima asignada para los conductores será de 450/750 V.
 - Si los tubos son empotrados se seguirán las prescripciones expuestas en la ITC-BT-21.
 - Si los tubos son en superficie, igualmente se seguirán las prescripciones de la ITC-BT-21, pero además, estos tubos deberán presentar una resistencia a la corrosión de grado 4.
- Instalación de cables aislados con cubiertas en el interior de canales aislantes.
 - Se instalarán en superficie, pero las derivaciones, conexiones y empalmes se realizarán en el interior de cajas.

2. Aparamenta:

- Se instalarán todos los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales.
 - Si no fuera posible su instalación en el exterior del local toda la aparamenta utilizada deberá presentar un grado de protección IPX4, o se instalarán en el interior de cajas que le proporcionen un grado de protección equivalente.
3. **Dispositivos de protección:** siguiendo las indicaciones dispuestas en la ITC-BT-22 se instalará un dispositivo de protección al comienzo de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.
4. **Aparatos móviles o portátiles:** está prohibido el uso de aparatos portátiles salvo que utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el uso de MBTS según la ITC-BT-36.

5. **Receptores para alumbrado:** los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IPX4 y no serán de clase 0.



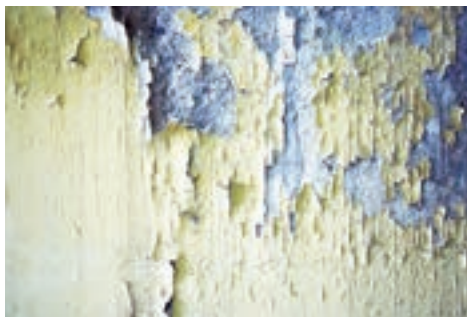
Nota

El grado de protección IPX4, asegura una protección contra la proyección de agua en todas las direcciones.

3.3. Instalaciones en locales con riesgo de corrosión

Se define como locales con riesgo de corrosión a aquellos donde existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales utilizados en la instalación eléctrica (fábricas de productos químicos, depósitos de productos químicos, etc.).

Cumplirán lo establecido anteriormente para locales mojados, debiéndose proteger además todo el exterior de la instalación con un revestimiento inalterable a la corrosión de los gases y vapores presentes en el local.



Local corrosivo

3.4. Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión

Se considerarán locales o emplazamientos polvorientos a aquellos en los cuales la cantidad de polvo sea suficiente para que pueda producir deterioro o fallo de aislamiento en la instalación.

- Las canalizaciones eléctricas dispondrán de un grado mínimo de protección IPX5, salvo que las características peculiares del local exijan un grado de protección más elevado.
- La aparatamenta utilizada dispondrá de un grado mínimo de protección IPX5, o se encontrarán dentro de una envolvente que proporcione un grado de protección equivalente, salvo que las características propias del local requieran un grado más elevado.



Recuerde

Hay dos tipos de locales con presencia de polvo. Para la correcta instalación eléctrica se debe tener en cuenta de que tipo de local se trata, es decir, si la presencia y naturaleza de este polvo implica un riesgo de explosión o no.

3.5. Instalaciones en locales a temperatura elevada

Se consideran locales o emplazamientos a temperatura elevada a aquellos en los que la temperatura ambiente suele sobrepasar los 40 °C o se mantienen por encima de los 35 °C.

1. Los cables aislados con materias plásticas o elastómeras se podrán utilizar hasta un temperatura ambiente de 50 °C, siendo reducida su intensidad máxima admisible por el coeficiente correspondiente que indique la norma UNE 20.0460-5-523.

2. Si la temperatura ambiente supera los 50 °C se usarán cables cuyo aislamiento presente mejor estabilidad térmica que los elastómeros.
3. Son admisibles las canalizaciones de conductores desnudos sobre soportes aislantes. Los soportes estarán fabricados con un material que garantice su estabilidad a la temperatura de utilización.
4. Los aparatos utilizados deberán estar diseñados para soportar la temperatura ambiente.

3.6. Instalaciones en locales a muy baja temperatura

Se consideran locales o emplazamientos a muy baja temperatura aquellos en los que la temperatura ambiente ronda los -20 °C o es inferior (cámaras de congelación de las plantas frigoríficas).

1. El aislamiento que recubre la instalación será de un material tal que no pueda presentar deterioro alguno causado por la temperatura de utilización.
2. Los aparatos utilizados deberán estar diseñados para soportar la temperatura ambiente que presente el local.

3.7. Instalaciones en locales en los que existan baterías de acumuladores

Estas prescripciones que se explican a continuación son aplicables a los locales que contengan acumuladores con posibilidad de emanación de gases.

1. Se consideraran como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión y se aplicarán las prescripciones propias de estos tipos de emplazamientos además de las que detallan a continuación.
2. El equipo eléctrico estará provisto de una protección contra los vapores y gases que se pueda desprender del electrolito que contienen los acumuladores.
3. Los locales deben de disponer de ventilación, bien natural bien forzada, que renueve el aire sin dirigirlo hacia otros locales contiguos.
4. Sólo se realizará la iluminación artificial mediante lámparas de descarga o incandescentes.

5. Las luminarias deben estar protegidas frente a la corrosión y evitar la llegada de gases a su interior.
6. Los acumuladores que no presenten un adecuado aislamiento entre partes de tensión y tierra deberán ser instalados con un aislamiento suplementario resistente a la humedad.
7. Los acumuladores se situarán a modo que el pasillo de servicio tenga una anchura no inferior a 0,75 m. Además, su colocación no debe ser impedimento para su mantenimiento y revisión.
8. Si la tensión de servicio es superior a 75 V en tensión continua y existen partes en tensión desnudas, el suelo del pasillo será eléctricamente aislante. Además, se dispondrán los medios para que estas partes activas no sean tocadas simultáneamente.

3.8. Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico

Los locales con esta calificación son aquellos destinados a la explotación de las instalaciones eléctricas a las que solo tienen acceso personas cualificadas para ello (salas de máquinas, centros de transformación, etc.).

Deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Estarán cerrados con llave cuando no se encuentren en ellos el personal autorizado.
2. Las puertas de acceso a los locales se deberán abrir hacia el exterior. El acceso al local deberá tener como mínimo 2 m de altura y 0,7 m de ancho.
3. El pasillo de servicio tendrá una anchura mínima de 0,8m y una altura mínima de 1,90 m si no presenta piezas desnudas bajo tensión ni contiene aparatos de continua manipulación. Si contiene aparatos de continua manipulación la distancia mínima sería de 1,10 m y la altura mínima de 1,90 m. Si contiene piezas desnudas la distancia mínima sería de 1,30 m y la altura mínima de 2,30 m.
4. En el pasillo de servicio no se deberán colocar objetos.
5. Los locales con personal de servicio permanente dispondrán de alumbrado de seguridad.
6. Los locales situados bajo rasante deberán disponer de sumidero.

3.9. Instalaciones en otros locales de características especiales

En todo local de características especiales particulares no incluidas en las anteriormente expuestas se tendrán las siguientes consideraciones:

1. Los equipos eléctricos cumplirán lo establecido en la norma **UNE 20.460**. Cuando un equipo no presente las características adecuadas para el uso en dicho local, este podrá utilizarse siempre y cuando se le proporcione una protección complementaria adecuada.
2. Si se producen diversas influencias en un local se deberán elegir los grados de protección en consecuencia, para que los equipos siempre queden protegidos ya sean por influencias conjuntas o independientes.



Recuerde

En este tipo de local se incluyen todos los establecimientos cuyas características especiales no se observan en ninguno de los apartados explicados con anterioridad. Siempre se deben adecuar las medidas de protección a las condiciones particulares del local, consultando con los distintos reglamentos o con las compañías suministradoras.

4. Instalaciones de locales con fines especiales. ITC-BT-31, ITC-BT-32, ITC-BT-33, ITC-BT-34, ITC-BT-35, ITC-BT-37, ITC-BT-38, ITC-BT-39, ITC-BT-40, ITC-BT-41, ITC-BT-42, ITC-BT-43, ITC-BT-45, ITC-BT-46, ITC-BT-49, ITC-BT-50

4.1. Instalaciones con fines especiales: piscinas y fuentes. ITC-BT-31

Esta instrucción recoge las prescripciones particulares que deben cumplir las instalaciones eléctricas de las piscinas, pediluvios y fuentes ornamentales.



Nota

Los pediluvios son pequeñas piscinas de pocos centímetros de profundidad que sirven para eliminar la posible suciedad que tengan los bañistas en los pies como restos de césped, arena, etc.

Piscinas y pediluvios

Según los volúmenes por donde transcurra la instalación se aplicarán distintos grados de protección.

Por la presencia de agua y personas, los grados de protección se determinan a partir de unos volúmenes que se explican en la siguiente tabla:

Volúmenes	Comprende
Volumen 0	Interior de los recipientes, incluyendo cualquier canal en las paredes o suelos y el interior de los inyectores de agua o cascadas.
Volumen 1	Límite con volumen 0, un plano vertical a 2 m del borde del recipiente, el suelo o la superficie susceptible de ser ocupada por personas, y el plano horizontal a 2,5 m por encima del suelo de la superficie. Si la piscina tiene trampolines, toboganes u otros componentes susceptibles de ser ocupados por personas, comprende un plano vertical situado a 1,5 m alrededor de estos componentes y un plano horizontal situado a 2,5 m por encima de la superficie más alta destinada a ser ocupada por personas.
Volumen 2	Límite con volumen 1 y el plano paralelo a 1,5 m del anterior, y el suelo o la superficie destinada a ser ocupada por personas en el plano horizontal situado a 2,5 m por encima del suelo o superficie. Este volumen no existe para fuentes.

No se admiten las medidas de protección contra contactos directos por medio de la interposición de obstáculos o por puesta fuera del alcance.

No se admiten las medidas de protección contra contactos indirectos mediante locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no conectadas a tierra.



Nota

Cuanto más alto es el número del grado, más protección ofrece contra el agua. Los grados de protección contra la penetración de agua en cada volumen son:

■ Volumen 0

- IPX8= protección contra la inmersión prolongada en agua.

■ Volumen 1

- IPX5= protección contra los chorros de agua(para piscinas en el interior de edificios que normalmente no se limpian con chorros de agua).
- IPX4= protección contra las proyecciones de agua.

■ Volumen 2

- IPX5= protección contra los chorros de agua(en aquellas ubicaciones que puedan ser alcanzadas por chorros de agua durante las operaciones de limpieza).
- IPX4= protección contra las proyecciones de agua(para ubicaciones en el exterior).
- IPX2= protección contra la caída de agua con un ángulo de inclinación de 15° (para ubicaciones interiores).

Protección cuando se usa MBTS

Sólo se admitirá la protección mediante **MBTS** cuando las tensiones asignadas no sean superiores a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua cumpliendo:

- La fuente de alimentación de seguridad se instalará fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

- Las barreras o cubiertas deben proporcionar un grado de protección mínimo IPX2 o IPXB, según **UNE 20.324**.
- Un aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en corriente alterna durante 1 minuto.



Definición

MBTS

Muy baja tensión de seguridad.

En el volumen 2 y en los equipos para el uso en el interior de recipientes destinados a funcionar cuando las personas están fuera del volumen 0 se debe incorporar una señal de advertencia al usuario para que solo se utilice cuando la piscina no esté ocupada por personas. Además, deben alimentarse por circuitos protegidos:

- Por MTBS.
- Por desconexión automática de la alimentación realizada por un diferencial de sensibilidad inferior a 30 mA.
- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que sea instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Los cuartos de máquinas que son los locales destinados a contener los equipos eléctricos para el uso de la piscina, podrán ubicarse en cualquier lugar, siempre que no sean accesibles para el personal no autorizado. Cumplirán las prescripciones para locales húmedos o mojados según corresponda (vienen recogidas en la **ITC-BT 30**).

Canalizaciones

En los volúmenes 0, 1 y 2 no tendrán cubiertas metálicas accesibles.

Las cubiertas metálicas no accesibles dispondrán de una conexión equipotencial suplementaria.

Los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1 y 2 cumplirán los requisitos establecidos para locales mojados recogidos en la **ITC-BT 30**.



Nota

En los volúmenes 0 y 1 debe instalarse una conexión equipotencial suplementaria local. Todos los elementos metálicos y sistemas de tuberías metálicas deberán estar inter-conectadas conductivamente por un conductor de conexión equipotencial.

Cajas de conexión

En el volumen 0 no se admitirá ningún tipo de caja de conexión.

En el volumen 1 se admitirán las cajas de conexión de MBTS siempre que ellas y sus conexiones con las canalizaciones presenten un grado de protección IPX 5.

Luminarias

Se colocarán en hueco detrás de una mirilla estanca. Estas cumplirán la norma **UNE-EN 60.598-2-18**. Se instalarán de modo que no exista ningún tipo de contacto entre las partes activas de la luminaria y las posibles partes conductoras de la mirilla.

Aparamenta y equipos

Mediante el siguiente cuadro se establecerán los requisitos de la instalación de aparamenta (interruptores, programadores y bases de toma de corriente) según el volumen donde vayan a ser instalados.

Volúmenes de piscinas	Aparamenta
Volumen 0	No se admite elementos tales como interruptores, programadores y bases de toma de corriente. Solo podrán instalarse equipos de uso específico en piscinas.
Volumen 1	<p>No se admiten elementos tales como interruptores, programadores y bases de toma de corriente; pero para las piscinas pequeñas se admitirán bases de tomas de corriente a partir del límite del volumen 0 y al menos a 0,3 m por encima del suelo, estando protegidas por una de las medidas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">- MBTS, con una tensión nominal no superior a 25 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua, estando instalada la fuente de seguridad fuera de los volúmenes 0 y 1.- Por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1.
Volumen 2	<p>Bases de toma de corriente e interruptores siempre que estén protegidas por una de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none">- MBTS, con la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2 protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Los equipos destinados a utilizarse únicamente cuando las personas están fuera del volumen 0 deberán estar protegidos por una de las siguientes formas:

- MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

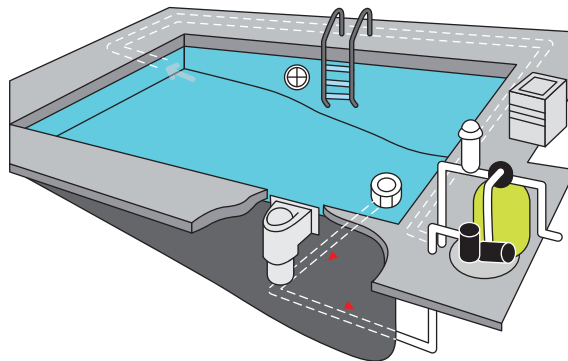
- Por desconexión automática de la alimentación mediante un interruptor diferencial de corriente máxima de 30 mA.
- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera del volumen 0, 1 y 2.

Las bombas eléctricas deberán cumplir lo indicado en **UNE-EN 60.335-2-41**.

Los elementos calefactores eléctricos instalados debajo del suelo de la piscina deberán cumplir una de estas condiciones:

- Estar protegidos por MBTS, estando la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.
- Estar blindados por una malla o cubierta metálica puesta a tierra o unida a la línea equipotencial suplementaria. Y que sus circuitos estén protegidos por un dispositivo de corriente diferencial-residual de corriente nominal como máximo de 30 mA.

Elementos calefactores en piscinas



Fuentes

En las fuentes solo se encuentran los volúmenes 0 y 1 antes descritos para las piscinas.

En el cuadro siguiente se recogen los requisitos que deberán cumplir las instalaciones eléctricas en fuentes en relación con los volúmenes.

Canalizaciones

En los volúmenes 0 y 1 sólo se instalarán los cables necesarios para alimentar los equipos que se encuentren en estos lugares.

Los cables y su instalación cumplirán lo especificado en la **ITC-BT 30** para locales mojados.

Los cables deberán colocarse mecánicamente protegidos en el interior de canalizaciones que cumplan la resistencia al impacto, código 5, según **UNE-EN 50.086**.

Prescripciones particulares de equipos eléctricos de baja tensión instalados en el volumen 1 de las piscinas y otros baños

Los equipos eléctricos fijos, (equipo de filtrado, contracorrientes, etc.) alimentados en baja tensión distinta de MBTS hasta 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua, se admitirán en el volumen 1 siempre que cumplan:

1. Estar situados en un recinto cuya separación sea equivalente a un aislamiento suplementario y con una protección mecánica AG2 (choques medios).
2. Ser accesibles sólo mediante una puerta con llave. La apertura de la misma debe cortar los conductores activos. La instalación del dispositivo de seccionamiento y la entrada del cable deberán ser de clase II o equivalente.
3. Cuando la puerta esté abierta el grado de protección de los equipos debe ser de al menos IPXXB según **UNE 20.324**.
4. La alimentación de los equipos estará protegida por una de estas medidas:
 - MBTS no superior a 25 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua, siempre que la fuente de alimentación de seguridad se encuentre fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

- Dispositivo de corte diferencial de 30mA como máximo.
- Por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Para piscinas pequeñas (donde por cuestión de espacio no se disponga del volumen 2) se admitirán luminarias en el volumen 1 a partir de 1,25 m del borde del vaso y estarán protegidas por uno de estos métodos:

- MBTS.
- Dispositivo de corte diferencial como máximo de 30 mA.
- Por separación eléctrica, estando situada la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1.



Luminaria AG2



Nota

Las luminarias poseerán una envolvente con un aislamiento de clase II o similar y protección contra los impactos AG2.

4.2. Instalaciones con fines especiales: máquinas de elevación y transporte. ITC-BT-32

En esta instrucción se recogen las prescripciones particulares de los sistemas de instalación de grúas, aparatos de elevación y transporte y otros equipos similares como escaleras mecánicas, cintas transportadoras, andamios eléctricos, etc.

Requisitos generales

A continuación se dispondrán los requisitos generales para este tipo de instalaciones:

- Las canalizaciones que unan el dispositivo general de protección con el equipo eléctrico deberán estar dimensionadas de modo que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5%.
- Las canalizaciones móviles de mando se podrán instalar en la misma envolvente protectora de las demás siempre que cumpla lo establecido en la **ITC-BT 20**.
- En las instalaciones en el exterior para servicios móviles se instalarán cables flexibles según **UNE 21.027 o 21.150**.
- Los ascensores, las estructuras de todos los motores, y las cubiertas metálicas de todos los dispositivos en el interior de cajas o sobre ellas y en el hueco, se conectarán a tierra.
 - Se considerarán conectados a tierra los equipos montados sobre elementos de estructura metálica, si dicha estructura es conectada a tierra y cumple los siguientes requisitos:



Nota

Si no se pudiera garantizar se instalaría un conductor especial de protección.

- Su continuidad eléctrica está asegurada, por construcción o por medio de conexiones apropiadas, estando protegidas contra deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
 - Su conductividad debe ser adecuada para este uso (baja resistividad).
 - Sólo podrá ser desmontada si se han previsto medidas compensatorias.
 - Ha sido estudiada y adaptada para este uso.
-
- Se considerará conectada a tierra la estructura de la caja soportada por los cables elevadores metálicos que pasen por poleas o tambores de la máquina elevadora, si se garantizan las conexiones eléctricas entre ellos y tierra.
 - Las vías de rodadura de la grúa deberán estar unidas a un conductor de protección.
-
- Los locales donde esté instalado el equipo eléctrico de accionamiento, sólo serán accesibles por personal cualificado y cumplirán las prescripciones recogidas en la **ITC-BT 30**.

Protecciones

Las protecciones se dividirán entre protecciones contra contactos directos y contra contactos indirectos.

- **Contra contactos directos.** Cumplirán lo establecido en el apartado 2 de la **ITC-BT 24**. Protección mediante barreras o envolventes.
- **Protección contra las sobreintensidades.** El equipo se protegerá mediante uno o más dispositivos automáticos de protección que actúen en caso de una sobreintensidad producida por una sobrecarga o un cortocircuito.

Seccionamiento y corte

El seccionamiento y corte de la alimentación de la instalación se realizará de una de las siguientes maneras.

Corte por mantenimiento mecánico

La instalación entera se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general de accionamiento manual colocado en el circuito principal. Deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo sitio donde se encuentre el equipo eléctrico de accionamiento y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.

Corte y parada de emergencia

Cada grúa, aparato de elevación y aparato de transporte debe disponer de uno o varios mecanismos de parada de emergencia.

Estos mecanismos de parada de emergencia deben cortar rápidamente y con una sola acción la alimentación. La reconexión sólo será posible desde el dispositivo de control desde el que se realizó el corte de emergencia.



Mecanismos de parada de emergencia

Aparamenta

Los interruptores deberán cumplir lo establecido en la norma **UNE-EN 60.947-2**.

Los conectores y tomas de corriente deberán cumplir lo establecido en la **UNE-EN 60.309**.

Conductores de protección

Cuando la alimentación sea suministrada a través de cables colectores, barras colectoras o conjunto de anillos colectores, el conductor de protección deberá tener un anillo colector individual o barra colectoras.



Anillos colectores



Importante

Los conductores de protección no deben transportar ninguna corriente cuando funcionen normalmente.

4.3. Instalaciones con fines especiales: instalaciones provisionales y temporales de obras. ITC-BT-33

Esta instrucción técnica va dirigida a toda instalación temporal destinada a la construcción de nuevos edificios, a trabajos de reparación, modificación, extensión o demolición de edificios existentes, a trabajos públicos y a trabajos similares.

Para los locales de servicio de las obras (oficinas, vestuarios, salas de reunión, restaurantes, dormitorios, locales sanitarios, etc.) será aplicable lo establecido en la instrucción **ITC-BT 24**.

Alimentación

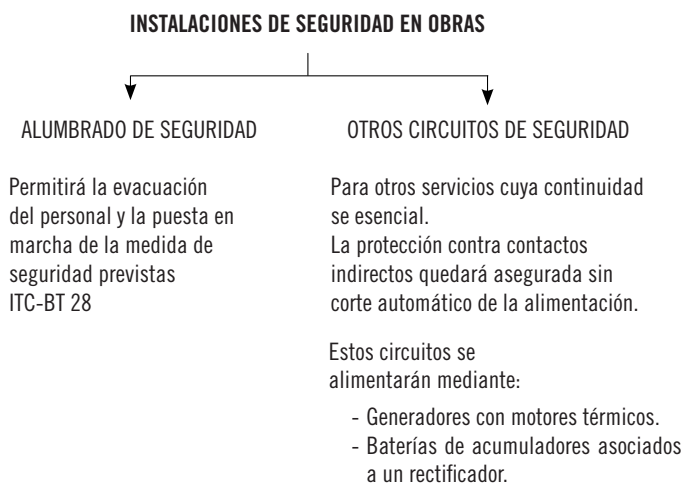
Una obra será posible sostenerla desde varias fuentes de alimentación, siempre que estas fuentes estén conectadas mediante dispositivos que impidan la interconexión entre ellas.



Generador eléctrico

Instalaciones de seguridad

Si existe un fallo en la alimentación normal pueden darse situaciones de riesgo para la seguridad de las personas. Por tanto, deberán preverse instalaciones complementarias de seguridad:



Elección e instalación de los equipos

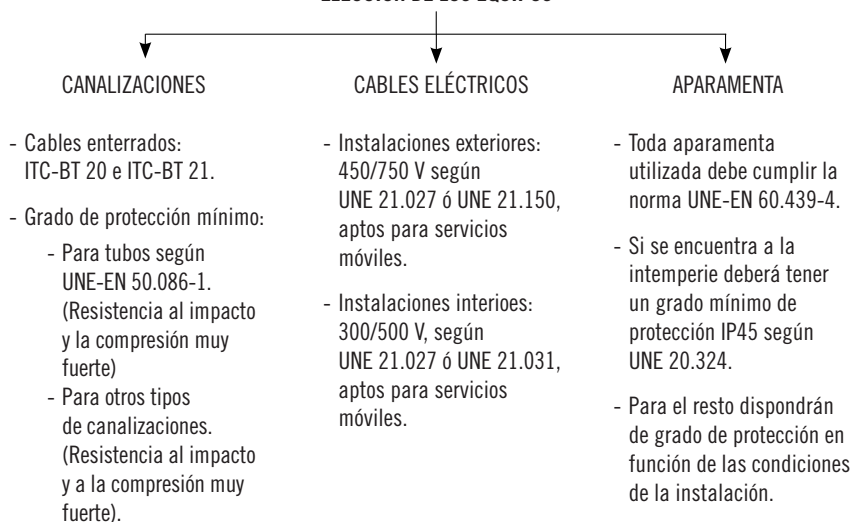
En el origen de la instalación se debe instalar un cuadro de mando y protección.

En la alimentación de cada sector deben existir dispositivos de seccionamiento y corte omnipolar en carga. Estos dispositivos pueden ir incluidos en el cuadro principal o en distintos cuadros del principal.



Tableros para obras

ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS



En la alimentación de todos los aparatos de utilización tiene que existir dispositivos de seccionamiento y corte omnipolar en carga.

La alimentación de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución en los que se integren:

- Dispositivos de protección contra sobrecargas.
- Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
- Bases de tomas de corriente.

4.4. Instalaciones con fines especiales: ferias y stands. ITC-BT-34

En esta instrucción se recogen las prescripciones a seguir en instalaciones eléctricas temporales de ferias, exposiciones, muestras, stands, alumbrados festivos de calles, verbenas y manifestaciones análogas.

Alimentación

La tensión nominal no será superior a 230/400 V en corriente alterna.

Protecciones

No se puede realizar la protección contra el contacto directo ni por medio de obstáculos ni por su colocación fuera del alcance.

No se puede realizar la protección contra el contacto indirecto mediante uniones equipotenciales sin conexión a tierra.



Nota

Las uniones equipotenciales son las conexiones entre masas y conductores al mismo potencial.

La protección de los equipos eléctricos accesibles al público debe asegurarse mediante dispositivos diferenciales 30 mA de sensibilidad.

Si se usa MBTS, los circuitos deben estar protegidos mediante un aislante que sea capaz de soportar un ensayo dieléctrico de 500 V durante un minuto.

Es recomendable que el corte automático de la alimentación se realice mediante un dispositivo diferencial (de 500 mA de corriente diferencial asignada). Este aparato será selectivo con los dispositivos diferenciales de los circuitos.

Los circuitos de alumbrado, además de las luminarias de emergencia y las tomas de corriente de valor asignado inferior a 32 A, serán protegidos por un dispositivo diferencial de 30 mA de sensibilidad.



Dispositivo diferencial

Protección contra el fuego

El equipo eléctrico se seleccionará para que, en caso de un aumento de temperatura a causa de un fallo, no se provoquen situaciones peligrosas.

Protección contra altas temperaturas

Los dispositivos con superficies que alcancen altas temperaturas, además de protegerse adecuadamente, deben colocarse a una distancia suficientemente lejos de los materiales combustibles.

Los escaparates y rótulos luminosos se construirán con materiales resistentes al calor y dispondrán de una ventilación adecuada.

Los escaparates se iluminarán desde el exterior o con lámparas de reducida emisión de calor.

Los stands propensos a generar un calor superior al normal tendrán una cubierta bien ventilada, construida con materiales incombustibles.

Aparamenta y montaje de equipos

En general el grado de protección que deben presentar las canalizaciones, envolventes, cajas, cuadros y armarios de control será de IPX4 para instalaciones de interior e IP 45 para instalaciones de exterior, según **UNE 20.324**.

Cables eléctricos

Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima de 300/500 V según **UNE 21.027 o UNE 21.031** y aptos para servicios móviles.

Para instalaciones exteriores los cables serán de tensión asignada mínima de 450/750 V según **UNE 21.027 o UNE 21.150**.

Para alumbrados festivos se utilizarán cables flexibles de longitud no mayor a 2 m según **UNE 21.027 o UNE 21.031**.

Canalizaciones

Se instalarán mediante tubos o canales según lo dispuesto en la **ITC-BT 20 y 21**.

Luminarias

Las luminarias fijas situadas a menos de 2,5 m del suelo, o si son accesibles, deberán estar firmemente fijadas y situadas de forma que se impida todo riesgo de peligro.



Recuerde

El acceso al interior de la luminaria sólo podrá realizarse por medio de un útil o herramienta.

Alumbrado de emergencia

Se instalará alumbrado de seguridad siguiendo las prescripciones de la **ITC-BT-28**, en aquellas instalaciones temporales interiores con un aforo mayor a 100 personas.

Interruptores de emergencia

Las luminarias, vitrinas etc. estarán alimentadas por un circuito independiente que será controlado por un interruptor de emergencia.

Bases y tomas de corriente

Además del grado de protección eléctrica también deberán tener un grado de protección contra impactos IK 10, según **UNE-EN 50.102**.

No se deben utilizar adaptadores multivía. Sólo se podrán usar las bases múltiples móviles que se alimentarán desde una base fija con un cable como máximo de 2 m de longitud.

Conexiones a tierra

Cuando se instale un generador se utilizará un esquema TN, TT o IT, garantizando que esté debidamente conectado a tierra. El conductor neutro o punto neutro del generador debe conectarse a las partes conductoras accesibles del generador.

Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán una sección de acuerdo con el apartado 2.3 de la **ITC-BT 19**.

Sección de los conductores	
Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = 0$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

4.5. Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas. ITC-BT-35

La presente instrucción se aplica a las instalaciones fijas de los establecimientos agrícolas y hortícolas que tengan animales o que estén situados al exterior, estando excluidos los locales habitables.

Las prescripciones particulares para este tipo de establecimiento se encuentran recogidas en la norma **UNE 20.460-7-705**. Para los aspectos que no se encuentren establecidos en ella se aplicará lo dispuesto en la **ITC-BT 33**.

4.6. Instalaciones a tensiones especiales: ITC-BT-37

Las instalaciones a tensiones especiales son aquellas cuyos valores nominales se encuentran en el rango de:

- Valores mayores a 500 V y menores o iguales a 1000 V de valor eficaz para corriente alterna.
- Valores mayores a 750 V y menores o iguales a 1500 V de valor medio aritmético para corriente continua.

En este tipo de instalaciones se cumplirán las prescripciones para las instalaciones de tensiones usuales y además, las siguientes disposiciones:

- Cuando los elementos de la instalación no dispongan de doble aislamiento o aislamiento reforzado se les aplicarán uno de los sistemas de protección que aparecen reflejados en la **ITC-BT 24**.
- Los cables serán de tensión mínima nominal de 1000 V. Si se instalan sobre soportes aislantes deberán poseer una envolvente para protección mecánica.
- La presencia de partes en tensión desnudas se permitirá únicamente en locales afectos a un servicio eléctrico, siempre que solo personal cualificado tenga acceso al mismo.
- Las canalizaciones de este tipo de instalación deberán ser fácilmente identificables.
- Las instalaciones a tensión usual estarán aisladas de las instalaciones a tensión especial salvo que se utilice un autotransformador para pasar de la tensión usual a la tensión especial.

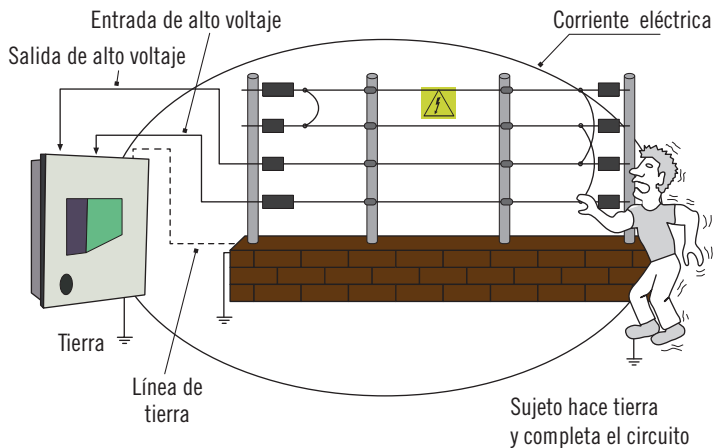
4.7. Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación de quirófanos y salas de intervención. ITC-BT-38

En esta instrucción se determinan las prescripciones particulares que debe cumplir una instalación eléctrica en un quirófano o sala de intervención. Para este tipo de instalación habrá que tener en cuenta además de la **ITC-BT 38** que determina las prescripciones particulares, la **ITC-BT 29** considerando este tipo de emplazamientos como de clase I, y la **ITC-BT 28** en lo referente a suministro complementario y alumbrado de emergencia.

4.8. Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado. ITC-BT-39

Esta instrucción recoge los requisitos para la instalación de cercas eléctricas para ganado. Tal y como se recoge en la siguiente imagen:

Cerca eléctrica



Alimentación

El alimentador de la cerca puede a su vez alimentarse, conectándose:

- A una red de distribución de energía eléctrica.
- A baterías o acumuladores cuya carga se realiza mediante una red de distribución de energía eléctrica.
- A baterías o acumuladores autónomos.

Prescripciones particulares

Los alimentadores conectados a una red de distribución cumplirán lo establecido en la norma **UNE-EN 60.335-2-76**.

El circuito de alimentación cumplirá lo establecido en las **ITB-BT 22**, **ITC-BT 23** e **ITC-BT 24**.

Los conductores de la cerca estarán separados de cualquier objeto metálico no perteneciente a la misma.

Los conductores de la cerca y los de conexión a su alimentador no se sujetarán en apoyos correspondientes a otra canalización.

Los elementos de maniobra de la puerta de la cerca estarán aislados de los conductores de la misma.

Entre cercas alimentadas por distinto alimentador se tomarán las medidas convenientes para evitar que una persona o animal pueda tocarlas simultáneamente. Se considera una separación suficiente si hay más de 2m entre los conductores de las distintas cercas.

La toma de tierra del alimentador tendrá la característica de “tierra separada”.



Nota

Como “tierra separada” se entiende que la tierra del alimentador no estará interconectada con ninguna otra toma de tierra, ni siquiera la propia toma de tierra de la masa del mismo aparato.

Cuando se instale la cerca en un lugar particularmente expuesto a las descargas atmosféricas, el alimentador estará ubicado en un lugar expreso para su uso y se tomarán las medidas de protección apropiadas.

Se pondrán **carteles de aviso** que cumplirán las siguientes indicaciones:

- Se colocará un cartel (como mínimo) por cada alineación recta de la cerca, a distancias máximas de 50 m.
- Se ubicarán en lugares bien visibles tanto desde el exterior como desde el interior del cercado.
- Llevarán la indicación “CERCA ELÉCTRICA” escrita sobre un triángulo equilátero de base horizontal con letras negras sobre fondo amarillo.
- Tendrá unas dimensiones mínimas de 105 x 210 mm y las letras de 25 mm de altura.

Cartel de aviso



4.9. Instalaciones generadoras para baja tensión. ITC-BT-40

En esta instrucción se recogen las prescripciones generales para las instalaciones generadoras.

Se entenderá como instalación generadora aquella que está destinada a transformar cualquier tipo de energía no eléctrica en energía eléctrica.



Generador

Clasificación

Las instalaciones generadoras se dividen en tres tipos en función de su relación con la red de distribución pública.

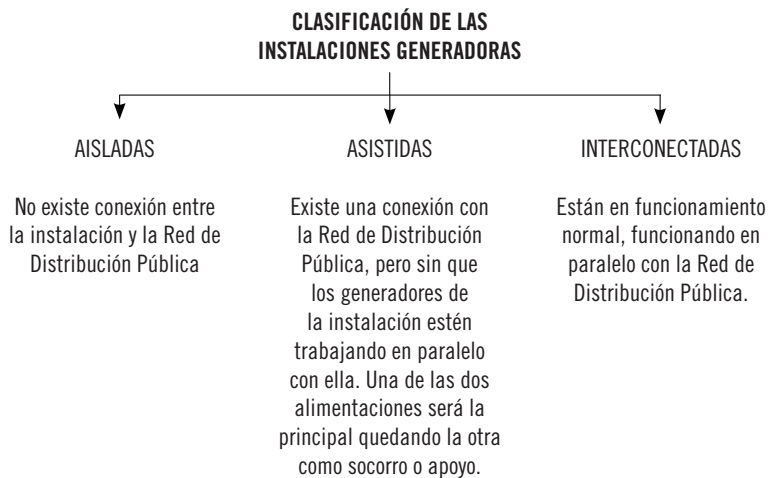


Definición

Red de distribución pública

Redes eléctricas propiedad de una empresa cuyo fin principal es la distribución de energía eléctrica para su venta a terceros.

En la siguiente tabla se puede observar cómo se clasifican estas instalaciones.



Condiciones para la conexión

Las conexiones de la instalación dependerán del tipo de esta.

Instalaciones generadoras aisladas

La conexión a los receptores precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

Si existe más de un generador y su conexión exige la sincronización se deberá disponer de un equipo para realizar dicha operación.

Los generadores portátiles incorporarán las protecciones generales contra sobrecargas y contactos directos e indirectos necesarios para la instalación que alimenten.

Instalaciones generadoras asistidas

En los puntos de conexión de la alimentación alternativa se colocará un sistema de conmutación para todos los conductores activos y el neutro que impida el acoplamiento simultáneo a ambas fuentes de alimentación.



Sabía que...

La maniobra de transferencia de carga sin corte, consiste en la sustitución de las fuentes de alimentación (generador y red) sin que haya corte temporal alguno en la alimentación de los receptores para los que estén destinados.

Si se prevé la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, la conexión se hará en un solo punto y deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- Solo la realizarán los generadores de potencia superior a 100 kVA.
- En el momento de la interconexión se desconectará el neutro del generador de tierra.
- El sistema de conmutación deberá instalarse junto a los aparatos de medida de la red de distribución pública, siendo estos accesibles para la empresa distribuidora.
- Se incluirá un sistema de protección que imposibilite el envío de potencia del generador a la red.

- Se incluirán sistemas de protección por tensión del generador fuera de límites, frecuencia fuera de límites, sobrecarga y cortocircuito, enclavamiento para no poder energizar la línea sin tensión y protección por fuera de sincronismo.
- Dispondrá de un equipo de sincronización y no se podrá mantener la interconexión más de 5 segundos.



Nota

Cuando se dice que un generador está sincronizado con la red es que su tensión, frecuencia, fases y secuencia de fases coinciden con los valores de la red.

Instalaciones generadoras interconectadas

La interconexión de centrales generadoras a las redes de baja tensión de 3x400/230 V será admisible cuando la suma de las potencias nominales de los generadores no exceda de 100 kVA, ni de la capacidad de salida del centro de transformación correspondiente a la línea de la red a la que se conecte la central.

La interconexión de centrales generadoras a las redes de baja tensión de 3x230/127 V será admisible cuando la suma de las potencias nominales de los generadores no exceda de 60 kVA, ni de la capacidad de salida del centro de transformación correspondiente a la línea de la red a la que se conecte la central.

En los generadores eólicos, la potencia de estos no será superior al 5% de la potencia de cortocircuito en el punto de conexión a la red de distribución pública.

Condiciones específicas para el arranque y acoplamiento de la instalación generadora a la red de distribución pública

Dependerá del tipo de generador que conforme la instalación:

- **Generadores asíncronos.** La caída de tensión máxima que puede producirse en la conexión de los generadores será del 3%. En el caso de que sean generadores eólicos la caída de tensión máxima es del 2% durante un segundo y se realizarán como máximo tres conexiones por minuto. La conexión de un generador a la red no se realizará hasta que haya adquirido una velocidad entre el 90 y el 100% de la velocidad de sincronismo.
- **Generadores síncronos.** La instalación de generación deberá poseer un equipo de sincronización, automático o manual.

La conexión de la instalación de generación a la red deberá efectuarse cuando las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador y la red no sean superiores a las siguientes:

- Diferencia de tensiones $\pm 8\%$.
- Diferencia de frecuencias $\pm 0,1\text{Hz}$.
- Diferencia de fase $\pm 10^\circ$.



Importante

Nunca se debe acoplar un generador a la red de distribución si no está sincronizado con la red.

Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión

En el origen de la instalación se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán una serie de protecciones para garantizar que

las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas.

Las protecciones y el conexionado del interruptor serán precintables.

El interruptor de acoplamiento llevará un contacto auxiliar que permita desconectar el neutro de la red de distribución pública y conectar a tierra el neutro de la generación cuando esta deba trabajar independientemente de ella.

Al final de la instalación de enlace se colocará un equipo de medida que registre la energía suministrada por la instalación generadora.

En las instalaciones de generadores asíncronos se dispondrá siempre de un contador que registre la energía reactiva absorbida por estos y el factor de potencia no será inferior al 0,86 de la potencia nominal. Si es necesario se colocarán baterías de condensadores. La empresa distribuidora puede eximir de la compensación del factor de potencia en el caso que la instalación pueda suministrar energía reactiva.

Se dispondrán de dispositivos de protección adecuados que aseguren la desconexión en un tiempo inferior a 1 segundo cuando se produzca una interrupción en la red.



Sabía que...

Algunos generadores se conectan a la red en modo flotante, es decir, el generador estaría conectado a la red sin consumir potencia activa. Este modo permite regular la potencia reactiva que inyecta a la red, compensando el factor de potencia al igual que lo haría una batería de condensadores, pero con la ventaja de que se puede controlar la reactiva que cede y también se puede colocar a modo de baterías de inductancias absorbiendo reactiva. Se conocen como compensadores síncronos.

Los generadores síncronos deberán tener una capacidad de generación de energía reactiva suficiente para mantener el factor de potencia entre 0,8 y 1 en adelanto o retraso. Se instalará un control de la excitación en el generador para regular la energía reactiva.

Cables de conexión

Deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

La caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública no será superior al 1,5%.

Forma de la onda

La generación de la onda será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos de:

- Armónicos de orden par: $4/n$.
- Armónicos de orden 3: 5.
- Armónicos de orden impar (≥ 5): $25/n$.

La tasa de armónicos es la relación, en porcentaje, entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental.



Nota

Los armónicos son perturbaciones que se producen al generar energía con generadores y se reflejan en la forma de onda casi senoidal de salida. Es decir debido a la presencia de estos armónicos la onda no es perfectamente senoidal. Dependen de las características constructivas del devanado de la máquina.

Protecciones

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones adecuadas especificadas por el fabricante.

Se dispondrán de unas protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Las protecciones mínimas serán:

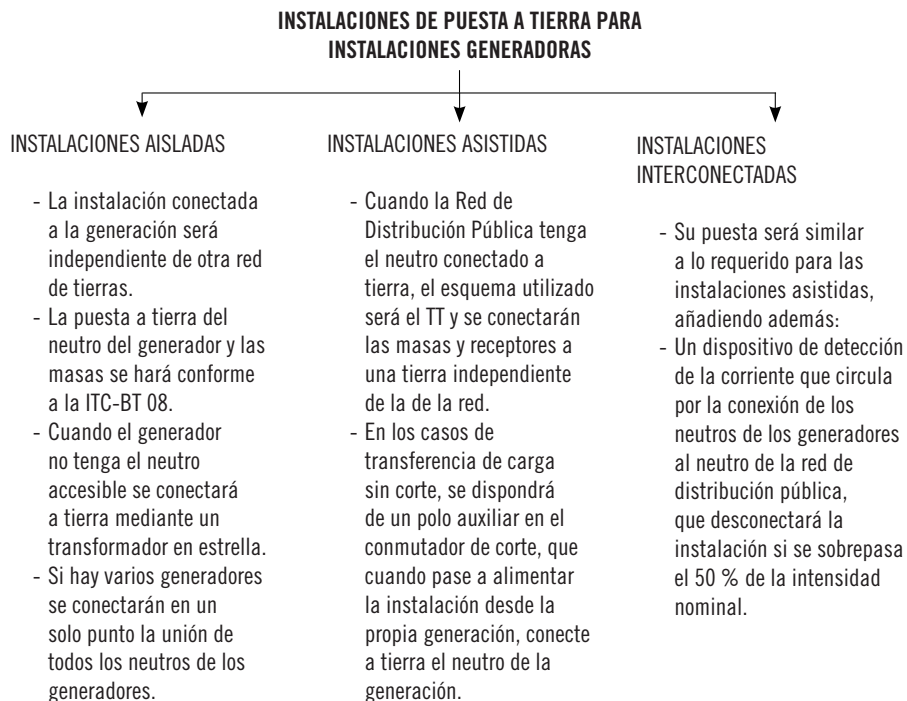
- De sobreintensidad.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y el neutro, y que actuarán en un tiempo máximo de 0,5 segundos a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y el neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo máximo de 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

Instalaciones de puesta a tierra

Las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra, regulado por el **reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación**.

En el siguiente esquema se recogen las características de la puesta a tierra en función de su funcionamiento con respecto a la red de distribución pública.

Para el caso particular de los generadores eólicos la puesta a tierra de la torre y los equipos contra las descargas atmosféricas será independiente del resto de las tierras.



Puesta en marcha

Se deberá presentar un proyecto adicional a la empresa distribuidora de energía eléctrica de las partes que afecten a las condiciones de acoplamiento y seguridad del suministro eléctrico. Este trámite sólo será preciso en el caso de las instalaciones asistidas o las instalaciones interconectadas.

4.10. Instalación eléctrica para caravanas y parques de caravanas. ITC-BT-41

Esta instrucción recoge los requisitos de instalación en caravanas y parques de caravanas.

Los receptores que se utilicen en dichas instalaciones cumplirán los requisitos de las directivas europeas aplicables tal y como se recoge en el artículo 6 del REBT.

Las prescripciones particulares para este tipo de instalaciones son las establecidas en la norma **UNE 20.460-7-708**.

4.11. Instalaciones en puertos y marinas para barcos de recreo. ITC-BT-42

Esta instrucción técnica está dirigida a las instalaciones eléctricas de puertos y marinas para la alimentación de barcos de recreo.

Características generales

La tensión asignada a las instalaciones que alimenten los barcos de recreo será de 230 V en corriente alterna monofásica.



Nota

Si el barco requiere mucho consumo excepcionalmente se alimentará a 400V de corriente alterna trifásica.

Protecciones de seguridad

Las protecciones contra contactos directos cumplirán lo establecido en la **ITC-BT 24** con las siguientes consideraciones:

- Cuando se use MBTS la protección contra contacto directo que debe presentar la instalación vendrá dada por un aislamiento que pueda soportar un ensayo de dieléctrico de 500 V durante un minuto.
- La protección debe estar asegurada por un dispositivo de corte diferencial-residual. En el caso de un esquema TN, solo se usará la variante TN-S.
- No se admiten medidas de protección por obstáculos ni por puesta fuera del alcance.
- No se admiten las conducciones equipotenciales no unidas a tierra.

Selección e instalación de los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos deberán poseer como mínimo un grado de protección IPX6, según **UNE 20.324**, o estar encerrados en un armario que proporcione una protección equivalente y que sea sólo accesible mediante el uso de herramientas.

Canalizaciones

En los puertos y marinas se utilizará una de las siguientes canalizaciones:

- Cables con conductores de cobre con aislamiento y cubierta dentro de:
 - Conductos flexibles no metálicos.
 - Conductos no metálicos rígidos de resistencia elevada.
 - Conductos galvanizados de resistencia media o elevada.
- Cables con aislamiento mineral y cubierta de PVC.
- Cables con armadura y cubierta de material termoplástico o elastómero.
- Otros cables o materiales, con protecciones mecánicas superiores a los anteriores.

No se utilizarán líneas aéreas.

En canalizaciones que se prevea el contacto con el agua, los cables cumplirán las normas **UNE 21.166 o UNE 21.027-16**, según la tensión asignada del cable.

Cuadros de distribución

Estarán situados lo más próximos posible a los amarres a alimentar.

Los cuadros de distribución y sus bases de corriente asociadas que estén situadas sobre las instalaciones flotantes o escolleras estarán fijados a

1 m por encima de las aceras o pasarelas. Se podrá reducir esta distancia si se toman las medidas de seguridad complementarias apropiadas.

Deberán incorporar para cada punto de amarre una base de toma de corriente.

Bases de toma de corriente

Salvo para los casos de tensión trifásica a 400 V, las bases de toma de corriente cumplirán lo establecido en la norma **UNE-EN 60.309**, con las siguientes características:

- 230 V de tensión asignada.
- 16 A de intensidad asignada.
- 2 polos y una toma de tierra.
- IPX6 de grado de protección.

Cada base deberá estar protegida con un dispositivo de sobreintensidad de 16 A y un dispositivo **diferencial de 30 mA de sensibilidad**.

Las tomas de corriente dispuestas sobre la misma escollera deberán estar realizadas sobre la misma fase, a menos que estén alimentadas por transformadores de separación.

Conexión a los barcos de recreo

El dispositivo de conexión a los barcos de recreo estará compuesto por:

- Una base de toma de corriente con las características anteriormente expuestas y con un contacto unido al conductor de protección.
- Un cable flexible tipo H07RN-F unido de manera estable al barco de recreo mediante un conector. La longitud máxima del cable será de 25 m, sin ningún empalme o conexión intermedia.

4.12. Instalaciones de receptores. Prescripciones generales. ITC-BT-43

Esta instrucción recoge los requisitos que deben cumplir los receptores que estén destinados a ser alimentados por una red exterior con tensiones que no excedan de 440 V en valor eficaz entre fases (254 V en valor eficaz entre fase y tierra).

Estas prescripciones que se recogen a continuación, no sustituyen ni exime del cumplimiento de lo establecido en la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética.

Condiciones generales de la instalación

La instalación de los receptores se realizará de acuerdo con su destino, teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y las condiciones de ventilación.

Salvo excepciones, los circuitos que formen parte de los receptores deberán estar protegidos contra sobreintensidades según lo dispuesto en la **ITC-BT 22**.

Clasificación de los receptores

Los receptores se clasifican en función de la protección que presenten ante los choques eléctricos, del siguiente modo:

Clasificación de los receptores				
	CLASE 0	CLASE I	CLASE II	CLASE III
Caraterísticas principales de los aparatos	Sin medios de protección de puesta a tierra	Previstos medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos para ser alimentados por muy baja tensión de seguridad
Precauciones de seguridad	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesario ninguna protección	Conexión a MBTS (Muy Baja Tensión de Seguridad)

Los aparatos de clase II y III tienen la característica de que se pueden utilizar sin tomar medidas de protección adicionales contra los contactos indirectos.

Condiciones de la utilización

Las condiciones de la utilización de los receptores dependerán de su clase y de las características de los locales donde sean instaladas. A este respecto se tendrán en cuenta las prescripciones de la **ITC-BT 24**.

Tensiones de alimentación

Los receptores no deberán conectarse a instalaciones cuya tensión asignada sea diferente a la asignada por el fabricante del aparato.

Los receptores podrán funcionar en relación con la tensión asignada, dentro de unos límites de variación admitidos por el reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Conexión de receptores

Todo dispositivo será accionado por un aparato que puede ir incorporado en el mismo o en la instalación alimentadora. Si el dispositivo forma parte de la instalación alimentadora se usarán algunos de los indicados en la instrucción **ITC-BT 19**.

Se admite que un solo accionamiento afecte a un grupo de receptores.

Los receptores podrán conectarse directamente a las canalizaciones o por medio de un cable apto para usos móviles.

Los cables en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc.

La conexión de los cables aptos para usos móviles a la instalación alimentadora se realizará por uno de estos medios:

- Clavija y toma de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos eléctricos o aparatos móviles.

La conexión de cables para usos móviles a los aparatos destinados a usos domésticos o similares se realizará por uno de estos medios:

- **Cable flexible**, con cubierta de protección, fijado permanentemente al aparato.
- **Cable flexible**, con cubierta de protección, fijado al aparato por medio de un conector.



Importante

La tensión asignada de los cables empleados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca menor a 300/300 V. Las secciones no serán inferiores a 0,5 mm².

Las clavijas utilizadas para la conexión de los receptores a las bases de toma de corriente serán las recogidas en la norma **UNE 20.315** (modelos ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b) o los recogidos en la norma **UNE 50.075**. Si su uso no está destinado a las viviendas también se pueden utilizar los recogidos en la norma **UNE-EN 60.309**.

Uso de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida

Este tipo de receptores no se podrá instalar sin el consentimiento de la empresa suministradora de energía. La empresa distribuidora podrá denegar el suministro y que se instalen los sistemas de corrección apropiados.

Se tomarán las medidas oportunas para que la potencia máxima absorbida en algún momento por el receptor no supere el 200% de la potencia asignada del receptor.



Nota

Algunos receptores, como por ejemplo, un motor con un alto par de arranque, pueden momentáneamente absorber una gran cantidad de potencia para arrancar, pero posteriormente funcionarán con su potencia nominal.

Compensación del factor de potencia

Las instalaciones que alimentan a receptores y cuyo factor de potencia total sea inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.



Importante

Lo ideal a la hora de compensar una instalación es que se lograra obtener un factor de potencia igual a 1. Con este valor la instalación ni absorbería ni cedería potencia reactiva. Como es muy complicado llegar al 1 de manera exacta, se suelen mantener valores muy cercanos a 1, siempre inductivos, puesto que nunca se debe pasar a valores capacitivos.

La compensación del factor de potencia se podrá realizar de una de estas dos maneras:

1. Se puede compensar por partes, es decir, no a la instalación en su totalidad si no a un grupo de receptores o a un receptor en concreto. En este caso se deberán conectar por medio de un solo interruptor que cortará la alimentación del/ de los receptor/es y la batería de condensadores.
2. Compensar la totalidad de la instalación. La compensación ha de ser de modo automático de tal manera que la variación del factor de potencia no sea mayor de $\pm 10\%$ del valor medio obtenido durante un prolongado período de funcionamiento.



Baterías de condensadores



Nota

Cuando se tiene un factor de potencia menor que 1 inductivo significa que los receptores que conforman la instalación absorben energía reactiva. Añadiendo una batería de condensadores, lo que se hace es proporcionar o compensar la mayor parte de la energía reactiva que absorben los receptores, haciendo que el factor de potencia total de la instalación sea lo más cercano posible a 1.

Cuando los condensadores se instalen de modo que se puedan desconectar de los receptores mediante interruptores, irán provistos de resistencias o reactivancias de descarga a tierra.

Cuando se usen baterías de condensadores para mejorar el factor de potencia en los motores asíncronos se conectarán de modo que queden desconectados al mismo tiempo que se desconecta el condensador.

Las características de los condensadores y su instalación vienen recogidas en las normas **UNE-EN 60.831-1** y **UNE-EN 60.831-2**.



Nota

La finalidad de instalar las resistencias o las reactancias es la de descargar el condensador cuando no esté ya en servicio, puesto que estos pueden presentar durante un período de tiempo altos valores de diferencia de potencial entre sus terminales.

4.13. Instalaciones de receptores. Aparatos de caldeo. ITC-BT-45

Esta instrucción recoge los requisitos para la instalación de aparatos eléctricos de caldeo. Los aparatos eléctricos de caldeo son aquellos que transforman la energía eléctrica en calor.

Aparatos para uso doméstico y comercial

En aparatos para uso doméstico destinados al calentamiento de líquidos, está prohibido el uso de conductores desnudos sumergidos en agua y el uso del agua como parte del circuito eléctrico.

Los aparatos destinados al calentamiento del local no deberán instalarse en cajas de material combustible. Deberán instalarse conforme a las indicaciones del fabricante en lo relativo a distancias con otras superficies. En ausencia de tales indicaciones la distancia mínima con otras superficies será de 8 cm, salvo en los aparatos calefactores luminosos colocados detrás de rejillas o aberturas en los cuales la distancia mínima con elementos combustibles será de 50 cm, por el lado de la rejilla.

Las cocinas, hornos, hornillos y encimeras estarán alimentados por medio de interruptores de corte omnipolar o dispositivos semejantes.

Aparatos para usos industriales

Los aparatos industriales que puedan estar en contacto con materiales combustibles o inflamables y los destinados al calentamiento de líquidos, deberán estar provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o limite el caldeo antes de alcanzar temperaturas peligrosas incluso en condiciones de avería o mal uso.

Calentadores de agua en los que el agua forma parte del circuito eléctrico

Para la instalación de este tipo de aparatos se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a. Se alimentará a una frecuencia de 50 Hz o superior.
- b. La alimentación se efectuará mediante un interruptor automático con las siguientes características:
 - Será de corte omnipolar simultáneo.
 - Estará provisto de dispositivos de protección de sobrecargas por cada electrodo.
 - Estará colocado de manera que pueda ser accionado fácilmente desde el lugar donde se instale.
- c. La caldera o cuba metálica, la cubierta y la armadura metálica del cable de alimentación (si tiene) se pondrán a tierra mediante un conductor de protección cuya sección no será inferior a la del conductor de alimentación con un mínimo de 4 mm².
- d. Si los electrodos están conectados a una instalación trifásica de más de 440 V debe instalarse un diferencial que actúe cuando la corriente de fuga a tierra supere el 10% de la intensidad nominal de la caldera. El diferencial debe actuar con retardo para evitar un corte de la alimentación innecesario en el caso de un desequilibrio

de corta duración. Se admitiría un 15% en los casos en los que se pueda ver afectada la estabilidad del aparato.

- e. Si los electrodos están conectados a una alimentación de entre 50 y 440 V, la cuba de la caldera estará conectada al neutro de la alimentación y tierra.

Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua

Se admitirá este tipo de aparatos en instalaciones industriales, siempre que no pueda existir una diferencia de potencial superior a 24 V entre el agua accesible o partes metálicas en contacto con ella y elementos conductores situados en su proximidad que no estén aislados de tierra.



Elementos desnudos para el calentamiento de líquidos

Aparatos de cocción y elementos industriales

Las partes de los hornos que alcancen altas temperaturas y sean accesibles deberán tener un dispositivo de protección o en su defecto una inscripción de advertencia.

Cuando se prevea la presencia de grandes corrientes de fuga el esquema de alimentación se corresponderá con el sistema TN-C.

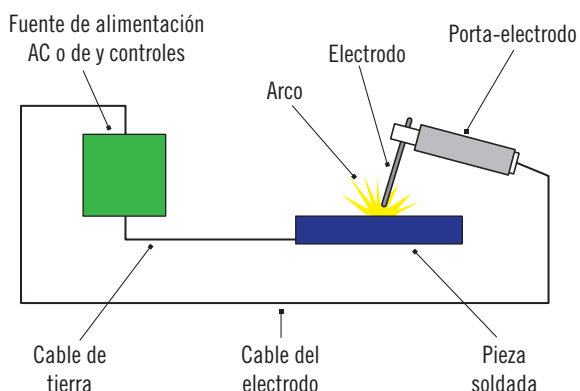
Los aparatos que contengan elementos incandescentes no cerrados no se instalarán en locales con riesgo de explosión.

Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Tanto en su instalación como en su uso, los aparatos para soldadura eléctrica por arco seguirán las siguientes prescripciones:

- a. Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra.
- b. Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán aislados.
- c. Las ranuras de ventilación se dispondrán de manera que no se puedan alcanzar las partes bajo tensión del aparato.
- d. Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación y un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo al 200% de la intensidad nominal de la alimentación. Si el aparato no consta del dispositivo contra sobrecargas, este deberá colocarse en la instalación.
- e. Las superficies exteriores de los porta-electrodos a mano estarán aisladas y provistas de protecciones contra el calor.

Esquema de soldadura con arco

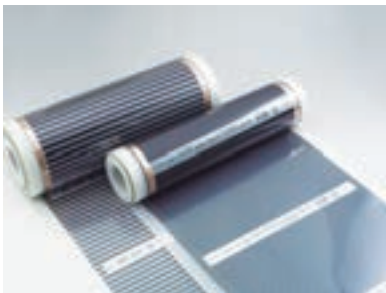


- f. Las personas que utilicen los aparatos recibirán la formación adecuada.
- g. Cuando los trabajos de soldaduras se realicen en locales muy conductores, se recomienda el uso de pequeñas tensiones, no siendo estas mayores de 90 V en corriente alterna y 150 V en corriente continua.

4.14. Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas. ITC-BT-46

En esta instrucción se encuentran las prescripciones para las instalaciones de cables eléctricos y folios radiantes calefactores a tensiones nominales de 300/500 V, empotrados en los suelos forjados y techos.

Las clases de cables calefactores utilizados en este tipo de instalaciones están recogidos en la norma **UNE 21.155-1**.



Folios radiantes



Cables calefactores

Limitaciones de empleo

Este tipo de instalaciones no deben realizarse dentro de los volúmenes de prohibición de los cuartos de baño, y las uniones frías no deberán encontrarse en el volumen de prohibición ni en el de protección.

El elemento calefactor no podrá instalarse por debajo de ninguna unión de las tuberías de agua o desagües.



Definición

Unión fría

Unión entre los cables calefactores o folios radiantes con los cables de alimentación de la instalación.

Instalación

Para la realización de las instalaciones se tendrán en cuenta esta serie de prescripciones que se exponen a continuación.

Circuito de alimentación

Para la electrificación del circuito de alimentación se tendrán en cuenta las prescripciones recogidas en el REBT en lo referente a canalizaciones y secciones mínimas de conductores y a las protecciones contra sobrecorrientes, contactos indirectos y sobretensiones.

Los dispositivos de mando y control deberán ser de corte omnipolar, permitiéndose en estas instalaciones el uso de termostatos.

Instalación eléctrica

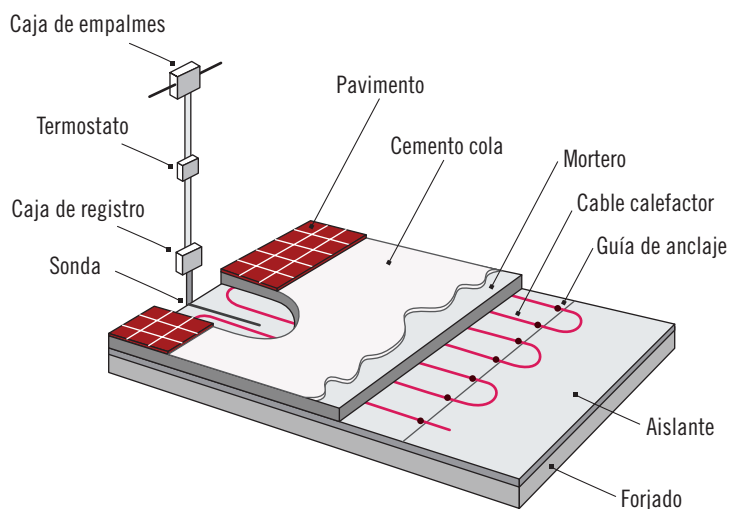
El circuito de la instalación de calefacción se subdividirá en subcircuitos según los criterios recogidos en la **ITC-BT 25**. Los circuitos resultantes serán de un máximo de 25A por fase y estará protegido por un interruptor de corte omnipolar y por un diferencial de 30 mA.

Si el cable calefactor está provisto de armadura o si el termostato tiene envoltura metálica, ambas serán colocadas a tierra mediante un conductor de protección de sección igual al conductor de fase.

Antes de cubrir el elemento calefactor se ha de comprobar la continuidad del circuito.

Una vez cubierto el elemento calefactor y antes de colocar el pavimento se ha de comprobar que el aislamiento eléctrico con respecto a tierra sea $\geq 250.000\Omega$.

Instalación de suelo radiante



Uniones frías

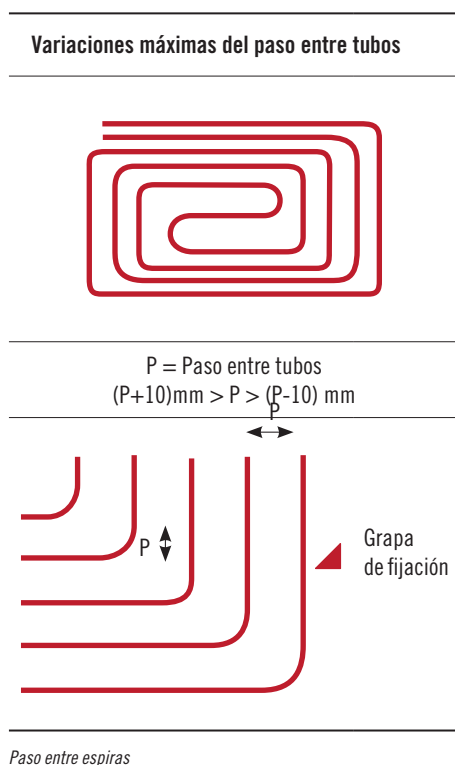
Las uniones frías se deben realizar de modo que se mantengan dentro de unos límites compatibles con las temperaturas máximas admisibles de los cables de la alimentación en servicio continuo. Estas temperaturas se encuentran recogidas en la norma **UNE 20.460-5-523**.

Las secciones de las uniones frías se elegirán conforme a las intensidades de corrientes máximas admisibles y lo dispuesto en la **ITC-BT 19**.

La canalización o tubo deberá terminar a 0,20 m como mínimo de la conexión del cable calefactor debiendo estar la unión completamente embebida dentro de la masa del hormigón.

Colocación de los cables calefactores

Es recomendable a la hora de la colocación del folio o cable calefactor, que las espiras estén dispuestas paralelas a la pared con mayores pérdidas. De este modo podrá reforzarse una franja de 0,5 a 0,6 m del panel más cercano al cerramiento exterior disminuyendo el paso entre las espiras sin que supere la temperatura máxima admisible.



Se recomienda alejar el cable calefactor en la instalación de suelos radiantes 0,6 m de las paredes donde se tenga previsto la instalación de muebles.

El cable calefactor deberá estar recubierto de un conductor térmico que facilite la transmisión del calor como el yeso, el hormigón, etc.

Fijación de los cables calefactores

El cable calefactor se fijará por medio de distanciadores no metálicos, resistentes a la corrosión y colocados donde el cable cambia de dirección.

El radio de curvatura de los cables calefactores no deberá ser inferior a 6 veces el diámetro exterior de los mismos y si disponen de armadura no será inferior a 10 veces.

Relación con otras instalaciones

Las instalaciones calefactoras deberán instalarse a la máxima distancia posible de los cables eléctricos de distribución para fuerza y alumbrado.

Si la distancia entre las otras instalaciones y las instalaciones calefactoras no es lo suficientemente grande como para que no se vean afectadas por el calor, a la hora de calcular las secciones de fuerza y alumbrado, se tendrá en cuenta el calor emitido por la instalación calefactora y lo establecido en la **UNE 20.460-5-523**.

Control

El termostato de control se situará sobre una pared interior a 1,5 m del suelo. El termostato no deberá estar expuesto al calor emitido por otras fuentes caloríficas (expuesto al sol, o al calor de una lámpara, etc.) ni a corrientes de aire para que su lectura no se vea distorsionada por estos factores.

El diferencial de temperatura del termostato no será superior a 1,5 K.

Particularidades para instalación en el suelo de los cables calefactores

En las condiciones de instalación previstas la temperatura de los cables no superará las temperaturas establecidas en la norma **UNE 21.155-1**.

La capacidad térmica de los materiales situados en la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a 120 KJ/m^2 ($29 \text{ Kcal/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Colocación de los cables

La colocación de los cables se situará de la siguiente manera:

- Primeramente se aplicará una capa de hormigón de tipo aislante.
- Después se empotrarán los cables calefactores en una segunda capa de hormigón con un espesor mínimo de 30 mm.
- Se deberá colocar una capa de hormigón aislante por todo el perímetro del local con un espesor de 1cm y una altura igual a la que alcanzará el hormigón donde están empotrados los cables calefactores.



Nota

El fraguado del hormigón no podrá acelerarse con el elemento calefactor. Para el secado del hormigón sí podrán utilizarse los elementos calefactores.

Si se diera el caso de la existencia de posibles humedades o peligro de condensación, el material aislante irá provisto de una capa antihumedad o antivapor según proceda, en su parte inferior.

La distancia mínima entre los cables y las paredes exteriores del local será de 0,2 m.

Particularidades para instalaciones de cables calefactores en el techo

En el caso de calefacción directa, en el techo se reducirá la masa de los materiales de construcción calentados por el cable.

La capacidad térmica de los materiales situados en la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a 180 KJ/m^2 ($43 \text{ Kcal/m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$).

Colocación

Para realizar este tipo de instalaciones la altura mínima del local debe de ser de 3,5 m.

Los cables calefactores mantendrán una distancia mínima de 0,2 m con las paredes interiores y de 0,4 m con las paredes exteriores.

La distancia con los puntos de luz que se encuentren en el techo será de 0,1 alrededor del punto de luz.

Los cables calefactores colocados en el techo estarán empotrados en una capa de recubrimiento de 15 a 20 mm de espesor.

4.15. Instalaciones eléctricas en muebles. ITC-BT-49

Las prescripciones de esta instrucción están destinadas a la instalación eléctrica en muebles de toda clase y mobiliario destinado a su uso en cuartos de baño con bañeras o duchas.

Según el artículo 6 del reglamento de baja tensión y las directivas europeas asociadas se considerará a cualquier mueble comercializado con un sistema eléctrico (como un receptor).

Muebles no destinados a instalarse en cuartos de baños

La instalación eléctrica que se instale en el mobiliario se realizará teniendo en cuenta las circunstancias mecánicas y térmicas a la que va a estar sometida.

Las luminarias montadas en superficies inflamables como la madera deben estar marcadas con el símbolo F, según la norma **UNE-EN 60.598-1**.

Cuando la temperatura que pueda alcanzar la instalación eléctrica en espacios cerrados pueda ser peligrosa, se dotará a la instalación de un interruptor que la desconecte cuando se cierre la puerta (similar al que tiene la luz del frigorífico).

Canalizaciones

La instalación de tubos o canales por donde transcurran los conductores cumplirán lo establecido en la **ITC-BT 21**.

Los cables en el interior del mobiliario y hasta su conexión con la instalación eléctrica del local deberán ser de uno de estos dos tipos:

- Cables flexibles aislados con goma, equivalentes como mínimo al tipo H05RR-F.
- Cables flexibles aislados con PVC, equivalentes como mínimo al tipo H05VV-F.

Sección de los conductores

Las secciones mínimas de los conductores serán de:

- 0,75 mm² de cobre si:
 - Es flexible.
 - La instalación es para alumbrado exclusivamente.
 - La longitud total que tendrá el conductor no es mayor a 10 m.
- 1,5 mm² de cobre si:
 - Es rígido o flexible.
 - La instalación es para alumbrado exclusivamente.
- 2,5 mm² de cobre si:
 - Es rígido o flexible.
 - Existen tomas de corriente.

Protección mecánica de los cables

Se protegerán los cables contra la tracción y la torsión colocando elementos anti-tracción en los puntos de penetración de los cables al mobiliario y próximos a las conexiones.

Los cables estarán fijados a las paredes de los muebles y en los extremos de los vanos existentes.



Brida antitracción

Conexiones

Las conexiones se realizarán mediante tomas de corriente o bornes situados en cajas con un grado de protección mínimo IPX3, solo accesibles mediante útil. Deberán estar situadas de manera que no sufran daños mecánicos.

Muebles destinados a instalarse en el cuarto de baño.

Para los muebles que vayan a situarse en un baño que contenga ducha o bañera se tendrán en cuenta las prescripciones recogidas en la **ITC-BT 27**.

Para la conexión con la instalación eléctrica del local, los muebles deben de disponer de una caja de conexión fija que debe ser accesible únicamente mediante útil. El borne de tierra, si es que tiene, se conectará a la instalación de tierra del edificio.

Los muebles con instalación eléctrica destinados a su colocación en cuartos de baño o aseos deberán ser fijos.



Mueble de baño con instalación eléctrica

4.16. Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas ITC-BT-50

Esta instrucción está dirigida a la instalación de los equipos eléctricos en locales que contienen radiadores para saunas. La instrucción remite a la norma **UNE 20.460-7-703**, donde se encuentran las prescripciones a seguir para este tipo de instalaciones.



Radiadores para saunas

5. Instalaciones de estaciones de servicio, garajes y talleres de reparación

Las estaciones de servicio no entran dentro de los locales de características especiales porque forman parte del grupo de locales con riesgo de explosión o incendio de clase **I ITC-BT 29** (presencia de vapores o líquidos inflamables como gasóleo, gasolina, etc.).



Recuerde

Para la instalación eléctrica de las estaciones de servicio se seguirán las prescripciones de la ITC-BT 29, puesto que en este tipo de emplazamiento existe la presencia de líquidos, gases y vapores inflamables (combustible). Se trata de una zona de clase I.

Para la instalación de garajes y talleres de reparación se seguirán las prescripciones expuestas en el apartado “instalaciones en otros locales de características especiales” de la **ITC-BT 30**. En el artículo 11 del reglamento de baja tensión se consideran como locales de características especiales los locales destinados a la reparación y conservación de automóviles.



Nota

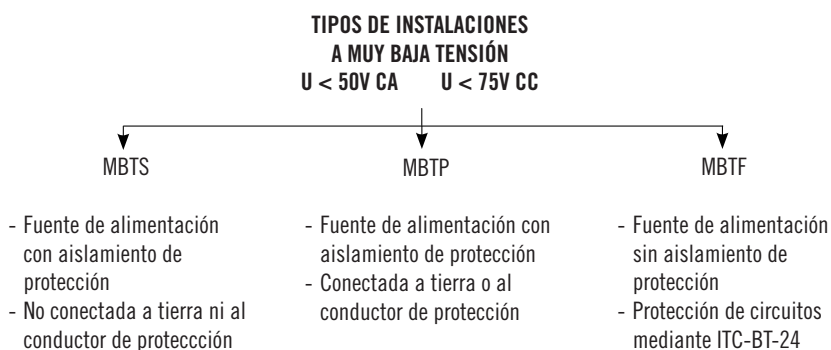
Además de lo expuesto en el RBT se deberá considerar la reglamentación relativa a las condiciones de protección contra incendios, tanto a nivel nacional, como a nivel autonómico y local (NBE-CPI/96, ordenanzas del Ayuntamiento y requisitos de los bomberos).

6. Instalaciones de pequeñas tensiones de seguridad ITC-BT-36

El reglamento divide las instalaciones de muy baja tensión en tres tipos. En todas ellas el límite de la tensión queda fijado en 50 V en corriente alterna y 75 V en corriente continua como máximo:

- **MBTS (Muy Baja Tensión de Seguridad):**
 - Estas instalaciones están alimentadas por una fuente de alimentación con aislamiento de protección según la norma **UNE-EN 60.742** ó **UNE-EN 61.558-2-4**.

- Ni la fuente ni las masas de la instalación deben estar conectadas a tierra o al conductor de protección.
- **MBTP (Muy Baja Tensión de Protección):**
 - Estas instalaciones están alimentadas por una fuente de alimentación con aislamiento de protección según la norma **UNE-EN 60.742 ó UNE-EN 61.558-2-4.**
 - Las fuentes de alimentación y masas están conectadas a tierra o a un conductor de protección.
- **MBTF (Muy Baja Tensión Funcional):**
 - Estas instalaciones están alimentadas por una fuente sin aislamiento de protección o sus circuitos no tienen aislamiento de protección frente a otros circuitos.
 - La protección de estos circuitos se realiza conforme a lo establecido en la **ITC-BT-24.**



6.1. Instalaciones MBTS (Muy Baja Tensión de Seguridad)

A continuación se exponen los requisitos que deben cumplir las instalaciones MBTS.

Fuentes de alimentación

La alimentación de estas instalaciones se debe efectuar mediante una fuente que incorpore:

1. Un transformador de aislamiento de seguridad que cumpla las especificaciones de la norma UNE-EN 60.742.
2. Una fuente de corriente con el grado de protección equivalente al del transformador de seguridad anterior.
3. Pilas o acumuladores que no dependan o estén separados con aislamiento de protección de circuitos de tensión más elevada o MBTF.
4. Otras fuentes que no dependan de la MBTF o circuitos de tensión más elevada (grupo electrógeno).
5. Dispositivos electrónicos en los que en caso de primer defecto la tensión de salida no supere los valores de muy baja tensión.



Importante

No será necesario instalar en su origen dispositivos de protección contra sobreintensidades.

Condiciones de instalación de los circuitos

La separación de protección entre los conductores será realizada por una de las siguientes disposiciones:

- Por separación física de los conductores.
- Los conductores deberán estar provistos además de su aislamiento principal, de una cobertura no metálica.
- Los conductores de circuitos a diferentes tensiones deben estar separados entre ellos por una pantalla o vaina metálica conectada a tierra.

- Un cable multiconductor puede contener cables para MBTS siempre que estén correctamente aislados de los conductores de mayor tensión.

Las tomas de corrientes deben cumplir las siguientes indicaciones:

- Los conectores de estas instalaciones no deben poder entrar en las bases de tomas de corriente de otras tensiones.
- Las bases deben impedir la introducción de conectores para otras tensiones.
- Las bases de enchufe no deben llevar contacto de protección.

Los cables enterrados se situarán entre dos capas de un espesor de 10 a 15 cm de arena o tierra fina.

Si los cables no presentan resistencia mecánica suficiente se colocarán dentro de conductos que garanticen la protección mecánica.

Para las instalaciones de alumbrado a MBTS la caída de tensión no será mayor del 5% entre la fuente de alimentación y los puntos de utilización.

Las partes activas y las masas de las instalaciones MBTS no deben ser conectadas a tierra ni a conductores de protección.

Cuando la tensión nominal en MBTS es superior a 25 V en corriente alterna y 60 V en corriente continua sin ondulación, se asegurará la protección contra contactos directos por algunos de estos métodos:

- Según **UNE 20.324**, por envolventes o barreras con un grado mínimo de protección IP2X o IPXXB.
- Por un aislamiento capaz de soportar 500 V durante un minuto.
- Para tensiones inferiores no se requiere protección, salvo que sean necesarias por condiciones de influencias externas.



Sabía que...

La corriente continua sin ondulación es aquella en la que el porcentaje de ondulación no supera el 10% del valor eficaz.

7. Quirófanos y salas de intervención. Instalaciones para la alimentación de socorro. ITC-BT 38

Para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención, además de lo expuesto en la **ITC-BT 28**, se aplicarán las prescripciones establecidas en la **ITC-BT 29**, ya que en estos emplazamientos se utiliza anestesia, alcoholes y otros productos inflamables con riesgo de incendio y explosión de clase I.

7.1. Medidas de protección

Las diferentes medidas de protección tomadas en la instalación eléctrica de un quirófano o sala de intervención se enumeran a continuación:

Puesta a tierra de protección

La instalación deberá disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección. El conductor de protección será de cobre y de tipo aislado en toda la instalación.

La impedancia a tierra desde el embarrado del quirófano o sala de intervención hasta tierra no será superior a 0,2 ohmios.

Conexión de equipotencialidad

Todas las partes metálicas de la instalación estarán unidas al embarrado de equipotencialidad mediante conductores de cobre aislados. La impedancia que presenten estos conductores no deberá ser superior a 0,1 ohmios.

Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de interior

El embarrado de equipotencialidad estará unido al de puesta a tierra de protección por un conductor aislado con la identificación verde-amarillo, y de sección superior a 16 mm² de cobre.

La diferencia de potencial entre el embarrado y las partes metálicas de la instalación no excederá los 10 mV.

Suministro a través de un transformador de aislamiento

Es obligatorio el empleo como mínimo de un transformador de aislamiento o de separación por cada quirófano o sala de intervención.

Las protecciones del transformador y de los circuitos por él alimentados deben de estar coordinadas, de modo que la falta de uno de los circuitos no pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del transformador. Cumplirán lo establecido en la norma **UNE 20.615**.

Cada quirófano o sala de intervención dispondrá de un cuadro de mando y protección. Se situará fuera del quirófano o sala de intervención, pero cercano a él y será fácilmente accesible. El cuadro de mando y protección incluirá la atención adecuada contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y un dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento se situará dentro del quirófano o sala de intervención y será fácilmente accesible y visible.

Protección diferencial y contra sobreintensidades

Para los equipos que no estén alimentados a través del transformador de aislamiento se dispondrán de diferenciales de alta sensibilidad (< 30 mA) de clase A.

Los equipos alimentados a través del transformador de aislamiento no deben protegerse con elementos diferenciales ni en el primario ni en el secundario del transformador.



Nota

Un transformador de aislamiento es aquel que tiene separados eléctricamente el primario del secundario para que no pueda surgir una tensión de contacto peligrosa en caso de derivación a masa de algún receptor.

Empleo de MBTS

Si se utilizaran instalaciones a muy baja tensión de seguridad la tensión asignada no será superior a 24 V en corriente alterna y 50 V en corriente continua, y cumplirán las prescripciones correspondientes a la **ITC-BT 36**.

Suministros complementarios

En estos emplazamientos es obligatorio disponer de un suministro complementario de reserva (según **ITC-BT 28**) y además de un suministro complementario especial debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 s y con una autonomía no menor a dos horas.



Recuerde

En el capítulo 1 de este manual se incluyen los tipos de suministros complementarios y los lugares donde es obligatoria su instalación (ITC-BT 28). En el caso de los hospitales es imperativo disponer de un suministro de reserva.

Medidas contra el riesgo de incendio o explosión

Los quirófanos y salas de intervención al usar productos gaseosos inflamables se consideran emplazamientos con riesgo de incendio o explosión de clase I.

Cumplirán también lo establecido en la **ITC-BT 29**.

Las zonas en las que se divide el emplazamiento son dos: zona 1 para el espacio que se encuentra justo debajo de la mesa de operaciones y zona 2 para el resto del emplazamiento.

La calificación de zona 1 del espacio que se encuentra debajo de la mesa de operaciones podría pasar a calificación de zona 2 si el emplazamiento dispone de una ventilación adecuada de 15 renovaciones de aire/hora.

Como medida adicional para evitar la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas, los suelos serán de tipo electrostático con una resistencia inferior siempre a 100 mega ohmios.

Control y mantenimiento

A continuación se exponen los requisitos reglamentarios que deben cumplir estos emplazamientos en el aspecto de control y mantenimiento.

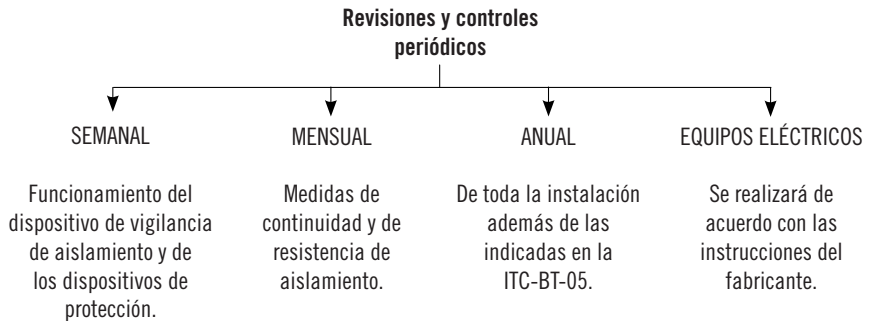
Antes de la puesta en servicio

La empresa instaladora autorizada deberá suministrar un informe escrito que exponga:

- El funcionamiento de las medidas de protección.
- La continuidad de los conductores activos y de protección y puesta a tierra.
- La resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.
- La resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito.
- La resistencia de puesta a tierra.
- La resistencia de aislamientos de suelos anti-electrostáticos.
- El funcionamiento de todos los suministros complementarios.

Después de la puesta en servicio

A modo de resumen explicativo en el esquema que sigue se informa de las revisiones periódicas mínimas que deben sufrir este tipo de instalaciones:



Libro de mantenimiento

Todos los controles y revisiones anteriormente expuestas deben quedar reflejadas en el “libro de mantenimiento” de cada quirófano. Debe constar la fecha en la que fueron realizadas y la firma del técnico que las efectuó.



Quirófano

Condiciones especiales para la instalación de receptores en quirófanos y salas de intervención

Dentro de los receptores que se instalan en un quirófano o sala de intervención se distinguen dos tipos:

Lo receptores invasivos eléctricamente, cuya peculiaridad es que penetra parcialmente o completamente en el interior del cuerpo, como es un electrobisturí. Estos tipos de receptores deberán ser alimentados mediante un transformador de separación y todas sus partes metálicas estarán conectadas al conductor de protección y este a su vez a la toma de tierra.



Nota

Los receptores no invasivos eléctricamente, como resonancia magnética, ultrasonidos, etc. cumplirán lo establecido en la ITC-BT 43.

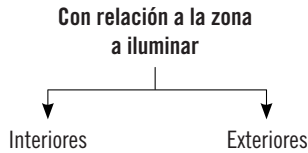
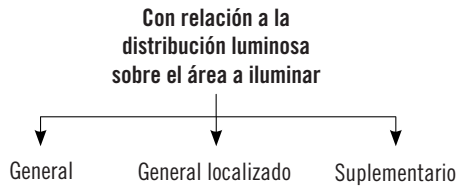
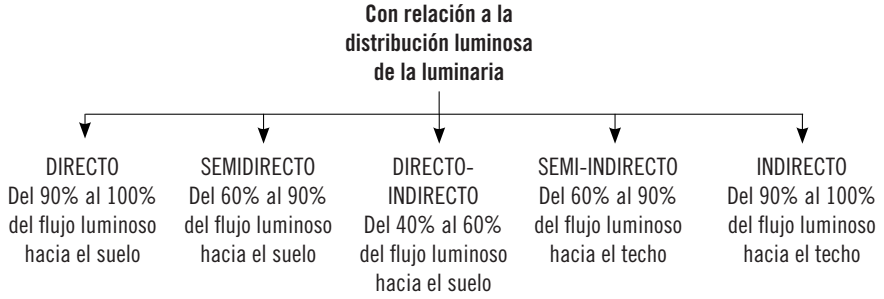
8. Instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado son instalaciones eléctricas cuya función es la iluminación artificial.

Para la realización de las instalaciones de alumbrado se atenderá especialmente a las instrucciones técnicas **ITC-BT 09**, **ITC-BT 28**, **ITC-BT 44**.

8.1. Clasificación de los sistemas de alumbrado

Los sistemas de alumbrado se clasifican según distintos parámetros a considerar:



El nivel de iluminación de un local o emplazamiento viene dado en LUX (lx), y se corresponde con la relación entre el flujo luminoso y la superficie iluminada. Para medir el nivel de iluminación se toma como referencia una superficie horizontal situada a 0,85 m del suelo.

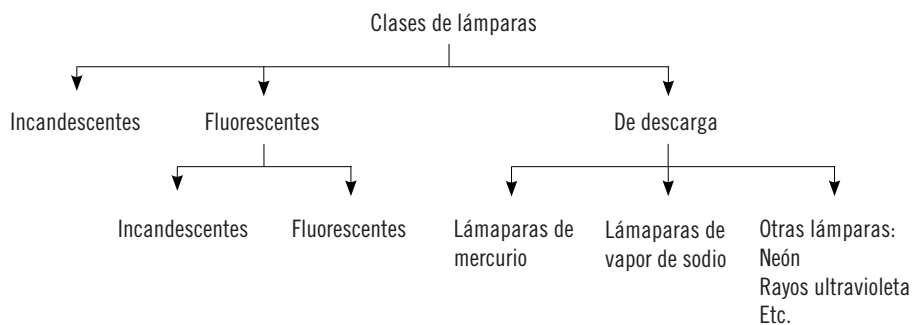
Dependiendo de las exigencias de iluminación del local y el tipo de lámpara empleada se calculará el número y la potencia de las lámparas, para posteriormente con estos valores de potencia poder dimensionar la/s líneas de alimentación necesaria/s para una adecuada iluminación artificial.

En la siguiente tabla se exponen los valores del nivel de iluminación en función de la exigencia visual en el local para alumbrados generales.

Exigencia visual del objeto	Alumbrado general medio (lx)
Muy baja	30 - 60
Baja	60- 120
Media	120 - 250
Elevada	250 - 500
Muy elevada	500 - 1000

8.2. Lámparas

Las lámparas se dividen según el proceso por el cual emiten luz en:

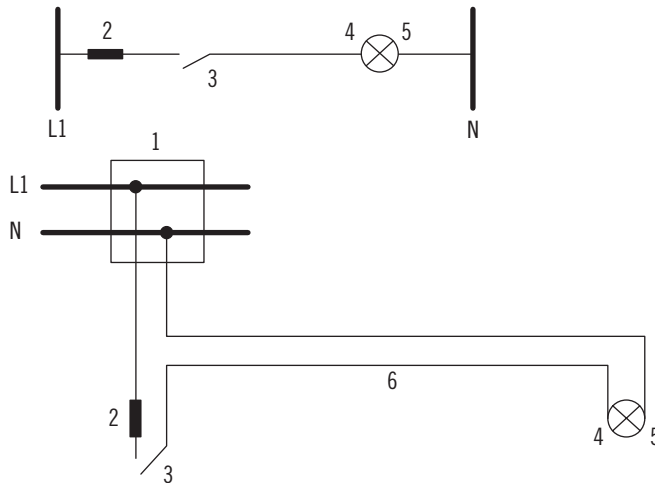


Nota

Si se utilizan lámparas de descarga hay que atender especialmente a lo indicado en la ITC-BT 44.

Se expone el siguiente esquema eléctrico, a modo de ejemplo, de lo que sería la instalación eléctrica de un punto de luz.

Esquema de encendido de lámpara con interruptor



- | | | |
|---------------------------|----------------|--------------------------|
| 1. Acometida | 3. Interruptor | 5. Lámpara |
| 2. Elemento de protección | 4. Luminaria | 6. Línea de alimentación |



Aplicación práctica

Se tiene que realizar el esquema de encendido de tres puntos de luz en derivación desde un interruptor. ¿Cómo realizaría ese esquema? Explique el proceso de instalación.

SOLUCIÓN

Para ejecutar una instalación de alumbrado se recomienda seguir este proceso:

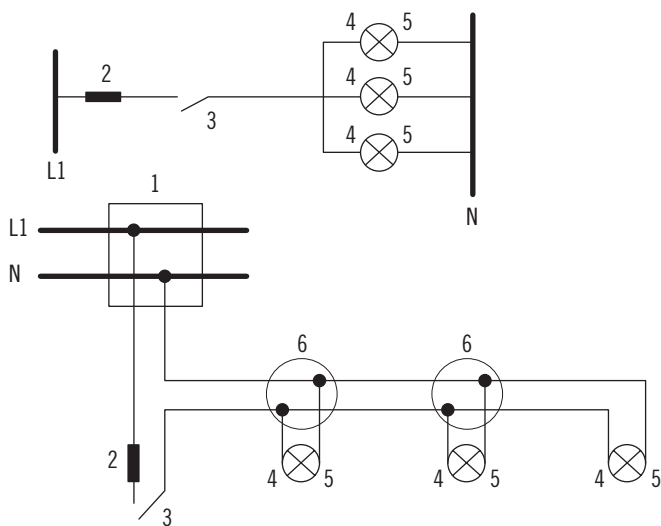
- Determinar el nivel de iluminación necesario en el local.
- Elegir el tipo de lámpara que se va a instalar. Los factores que determinan este proceso son el tipo de iluminación, el ahorro energético, la potencia que consumen, etc.
- Con el nivel de iluminación y el tipo de lámparas se calculará los números de punto de luz y su distribución a lo largo del local.

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

- Con el número de puntos de luz y su potencia unitaria se procederá a calcular la potencia total de la instalación del alumbrado, la posible distribución de los puntos de luz en varios circuitos, las secciones de cada circuito, las protecciones de los circuitos, etc., todo ello conforme a las ITC citadas.

Esquema de encendido de tres lámparas en derivación desde un interruptor



- | | | |
|---------------------------|----------------|--------------------------|
| 1. Acometida | 3. Interruptor | 5. Lámpara |
| 2. Elemento de protección | 4. Luminaria | 6. Línea de alimentación |

9. Cuadros de distribución

Los cuadros de distribución de eléctricos sirven para repartir la electricidad a lo largo de la instalación.

En su interior se encuentran los dispositivos de mando y protección de los circuitos que alimenta el cuadro de distribución. Pueden ser de distintos

tamaños, en función del número de circuitos, y por tanto del número de elementos de mando y protección que se instalen en él.

El número de cuadros de distribución que presente la instalación eléctrica dependerá de las exigencias y necesidades de cada instalación.



Cuadro eléctrico de distribución



Nota

El cuadro general de mando y protección es un cuadro de distribución. Las envolventes de estos cuadros cumplirán los grados de protección que se exijan según las características especiales del emplazamiento.

10. Elementos de mando y protección

Los elementos de mando y protección se suelen instalar en el cuadro general de mando y protección al principio de la instalación eléctrica, pero si la instalación lo exige, también se instalarán dispositivos de mando y protección en los diferentes cuadros de distribución.

El número y la disposición de estos dispositivos dependerán de los requisitos de la instalación.

Los elementos básicos de mando y protección son:

- **Interruptores automáticos** de corte omnipolar que permiten el accionamiento manual y que están dotados de elementos de protección contra la sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- **Interruptores diferenciales** destinados a la protección contra contactos indirectos de los circuitos. Este dispositivo es opcional puesto que la protección contra contactos indirectos se puede efectuar mediante otros medios 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.
- **Dispositivos de protección contra sobretensiones** según **ITC-BT-23** si fuesen necesarios.



Elementos de mando y protección

11. Instalaciones de puesta a tierra. ITC- BT -18

La instrucción técnica **ITC-BT 18** recoge las prescripciones para realizar la puesta a tierra de elementos o partes de una instalación eléctrica.

Según el REBT la puesta a tierra es:

“La puesta a tierra o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusible ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo”

Las funciones de la puesta a tierra son:

1. Limitar la tensión con respecto a tierra que por fallo de aislamiento puedan presentar las masas metálicas.
2. Asegurar la actuación de las protecciones.
3. Eliminar o mermar el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos.
4. Permitir el paso de corrientes de defecto o de descargas atmosféricas a tierra.

Las razones o motivos para realizar la puesta a tierra de una instalación pueden ser por causas de protección, por causas funcionales o ambas.

11.1. Características de las uniones a tierra

La instalación de puesta a tierra y la elección de los materiales se deben realizar de modo que aseguren los siguientes requisitos:

- Para la realización de la puesta a tierra se considerará lo indicado en la **ITC-BT 24**.
- Se verificará que las corrientes de fuga y las de defecto a tierra puedan circular fácilmente por la puesta a tierra.
- Independientemente de las condiciones externas se debe asegurar la solidez mecánica de la puesta a tierra.
- Se debe contemplar el caso de posible riesgo de electrólisis que pudiera afectar a otras partes metálicas de la instalación.

11.2. Partes que conforman las uniones a tierra

La unión a tierra de una instalación se puede dividir en tomas de tierra, conductores de tierra, bornes de puesta a tierra, conductores de protección y conductores de equipotencialidad.

Tomas de tierra o electrodos

Las tomas de tierra se realizarán mediante electrodos. Los electrodos podrán estar formados por:

- Barras o tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas 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 (armaduras de cables enterrados metálicas, etc.).

Los conductores de cobre que se usen como electrodos serán de clase 2 según norma **UNE 21.022**. La profundidad de enterramiento de los electrodos no será en ningún caso inferior a 0,5 m. Se determinará la profundidad de enterramiento teniendo en cuenta que los efectos climáticos no aumenten los valores de la resistencia de puesta a tierra por encima de los valores previstos.

Los materiales utilizados para la toma de tierra se determinarán de modo que la resistencia eléctrica y mecánica no se vea afectada por la corrosión.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios como las tuberías de agua o las canalizaciones de gas no deben ser utilizadas como tomas de tierra.

Las envolventes metálicas de los cables eléctricos que no sean propensas a la corrosión se podrán usar como tomas de tierra, previa autorización del propietario.

Bornes de puesta a tierra

El borne de puesta a tierra es el punto de la instalación donde han de unirse los conductores de tierra, los conductores de protección, los conductores de unión equipotencial y los conductores de puesta a tierra funcional si son necesarios.

Conductores de protección

Reciben el nombre de conductores de protección los conductores que unen las masas a:

- El conductor de tierra.
- El neutro de la red.
- Un relé de protección.

No se usarán las canalizaciones de agua y de otras instalaciones similares como conductores de protección.

Los conductores de protección deberán estar protegidos contra deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para su verificación, salvo las que se encuentren en cajas con juntas estancas.

La sección de los conductores se calculará mediante la siguiente tabla, o conforme a lo indicado en la norma **UNE 20.460-5-54**:

Relación entre los conductores de protección y los de fase	
Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
$S \leq 16$	$S_p = 0$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$



Nota

Si al calcular la sección se obtiene un valor no normalizado se tomará la sección normalizada superior más próxima.

Para el cálculo se tomará siempre la mayor de las secciones de los conductores de fase.

La aplicación de esta tabla sólo será válida si los conductores de protección son del mismo material que los conductores de fase.

La sección mínima admisible para los conductores de protección de cobre será:

- 2,5 mm² si los conductores disponen de protección mecánica.
- 4 mm² si no disponen de protección mecánica.

Las envolventes metálicas de los cables conductores podrán ser utilizadas como conductor de protección si cumplen las siguientes prescripciones:

- Su continuidad eléctrica no debe verse afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductividad debe ser igual a la que ofrecería un conductor de protección.
- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección.

Las cubiertas de los cables con aislamiento mineral también se podrán usar como conductor de protección si cumplen los dos primeros requisitos explicados para las envolventes metálicas.

Si la función de neutro y cable de protección están combinadas (conductores CPN O PEN):

- La sección mínima será de 10 mm² de cobre o aluminio y la instalación no podrá estar protegida por un diferencial.
- Si el CPN es concéntrico de cobre la sección mínima será de 4 mm² y se debe asegurar que la continuidad del conductor esté duplicada en todos los puntos de conexión con el conductor externo.
- El CPN debe estar aislado para la tensión prevista más elevada.

Conductores de equipotencialidad

La función de los conductores de equipotencialidad es la de unir entre sí todas las masas de la instalación a proteger y los elementos conductores simultáneamente accesibles, con el fin de evitar que en un momento dado puedan aparecer diferencias de potencial peligrosas entre los elementos conectados.

La sección del conductor de equipotencialidad no será inferior a la mitad de la del conductor de protección de la instalación con un mínimo de 6 mm², aunque esta sección mínima se puede reducir a 2,5 mm² si el conductor de equipotencialidad es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede realizarse mediante estructuras metálicas no desmontables, mediante conductores, o mediante una combinación de ambos.

Conductores de tierra

Los conductores de tierra deben cumplir las mismas prescripciones que los conductores de protección (la protección contra la corrosión exigida se podrá obtener mediante una envolvente).

Su sección no será en ningún caso inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

La sección mínima de los conductores de tierra enterrados se calculará según la siguiente tabla:

Tabla para el cálculo de los conductores de tierra		
Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Se calculará según la tabla de cálculo de los conductores de protección	16 mm ² de cobre 16 mm ² de acero galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² de cobre 50 mm ² de hierro

Como ejemplo, se tiene que calcular el valor de la sección de un conductor de tierra enterrado, protegido contra la corrosión y mecánicamente. La instalación se divide en 3 circuitos. El valor de las secciones de los conductores fase son: 6 mm², 2,5 mm² y 2,5 mm² de cobre. Se calculará la sección que tendrá el conductor de tierra y el material del que debe estar hecho.

Tabla para el cálculo de los conductores de tierra		
Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Se calculará según la tabla de cálculo de los conductores de protección	16 mm ² de cobre 16 mm ² de acero galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² de cobre 50 mm ² de hierro

Al estar protegido contra la corrosión y mecánicamente, el cálculo de la puesta a tierra se realizará mediante la tabla de cálculo de conductor de protección.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _p (mm ²)
S ≤ 16	S _p = 0
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Para realizar el cálculo siempre se toma la sección de las fases de mayor valor. En este caso la de mayor valor es 6 mm^2 : $S = 6 \text{ mm}^2$. Como $S \leq 16 \text{ mm}^2$ por lo tanto $S = S_p$, con lo que se obtiene una sección de 6 mm^2 de cobre para el conductor de tierra.

11.3. Revisión de las tomas de tierra

Se deberá comprobar la instalación de puesta a tierra una vez al año como mínimo. Esta comprobación se realizará por personal especializado, en la época en la que el terreno esté más seco.

Si el terreno donde se encuentra la instalación de puesta a tierra no favorece la buena conservación de los electrodos, estos y los conductores serán descubiertos y revisados al menos una vez cada cinco años.



Aplicación práctica

Se tiene que calcular el valor de la sección de un conductor de tierra enterrado, protegido contra la corrosión pero no mecánicamente. La instalación se divide en 3 circuitos. El valor de las secciones de los conductores fase son: 6 mm^2 , $2,5 \text{ mm}^2$ y $2,5 \text{ mm}^2$ de cobre. ¿Qué sección tendría el conductor de tierra? ¿De qué material lo instalaría?

SOLUCIÓN

Para calcular la sección de los conductores de tierra enterrados se observará la tabla. Como la toma de tierra será protegida contra la corrosión, pero no mecánicamente, la sección será de 16 mm^2 de cobre o acero galvanizado.

12. Sistemas de puesta a tierra

Los sistemas de puesta a tierra se distinguen según su esquema de distribución. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o alimentación y de la conexión de las masas de la instalación receptora.

El nombre de los esquemas se establece en función de un código de letras. En el siguiente recuadro se recoge el significado de las letras según su posición:

Primera letra	Segunda letra	Otras letras (eventuales)
Indica la situación de la alimentación con respecto a tierra	Indica la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra	Indica la situación relativa entre el neutro y el conductor de protección
T => Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra. I => Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.	T => Masas conectadas directamente a tierra, independiente de la eventual puesta a tierra de la alimentación. N => Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (normalmente el neutro).	S=> Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados. C=> Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

En las instalaciones de baja tensión la puesta a tierra se realiza mediante uno de estos tres tipos de esquemas: esquema TN, esquema TT y esquema IT.

12.1. Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación y las masas de la conexión receptoras conectadas a tierra. Este esquema presenta tres variaciones: el esquema TN-S, el esquema TN-C, y el esquema TN-C-S.

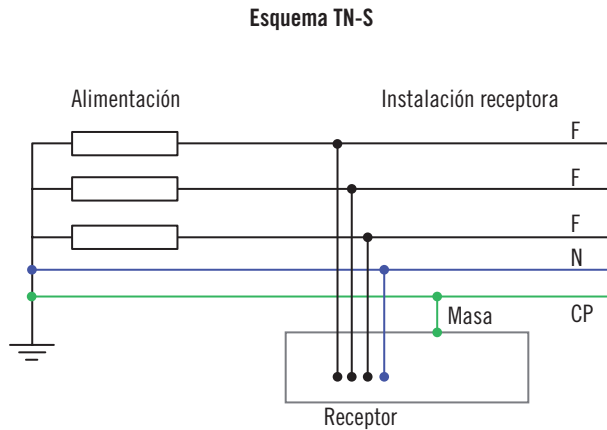


Nota

En este tipo de instalación cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Esquema TN-S

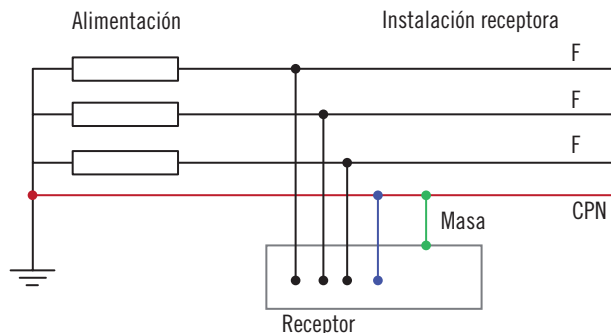
En este esquema el conductor neutro y el de protección son distintos en toda la instalación.



Esquema TN-C

En este esquema las funciones de neutro y protección están combinadas en el mismo conductor.

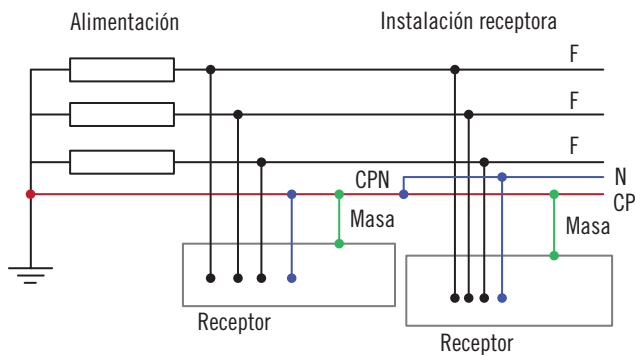
Esquema TN-C



Esquema TN-C-S

Este esquema correspondería a una instalación en la que parte/s de ella consta de CPN y otra/s partes constaría de conductor neutro y conductor de protección o tierra.

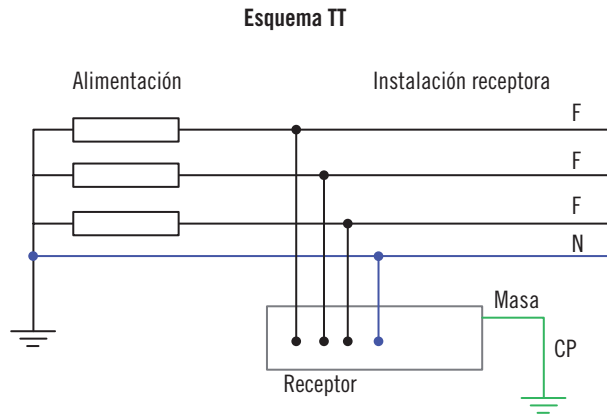
Esquema TN-C-S



Esquema TT

La característica de este tipo de instalación es que la alimentación está conectada a tierra en un punto y las masas de la instalación receptora están conectadas a tierra en un punto distinto al de la alimentación.

Las intensidades de defecto fase-masa tienen valores inferiores a los de cortocircuitos, pero estos valores son lo suficientemente grandes como para provocar la aparición de tensiones peligrosas.



Importante

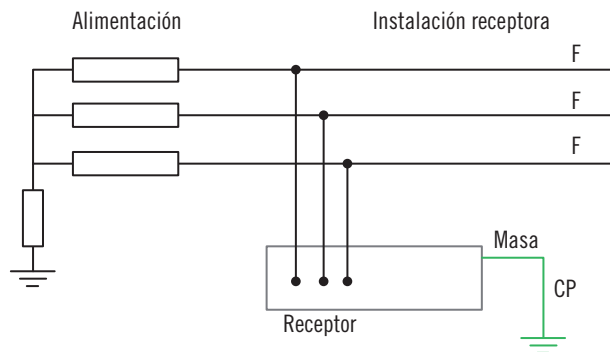
Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, a efectos de protección, el esquema seguirá siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN.

Esquema IT

La característica del esquema IT es que no tienen ningún punto de la alimentación directamente conectado a tierra pero las masas de la instalación receptoras están puestas directamente a tierra.

La intensidad de defecto fase-masa tienen un valor lo suficientemente reducido como para no provocar tensiones peligrosas.

Esquema IT



Nota

En este tipo de instalación se recomienda no distribuir el neutro.

Elección de los tres tipos de sistemas

La elección debe hacerse en función de las siguientes indicaciones, conjuntamente con las características técnicas y económicas que presente la instalación:

- Hay que tener en cuenta que normalmente las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto a tierra por reglamentación. Por lo que si se alimenta directamente la instalación receptora con una red de distribución pública se obtendrá un esquema TT.
- Si la alimentación de la instalación receptora se realiza a partir de un centro de transformación de abonado se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas: TT, TN o IT.
- Mediante el uso de transformadores se podría realizar un esquema IT, poniendo el secundario a tierra.



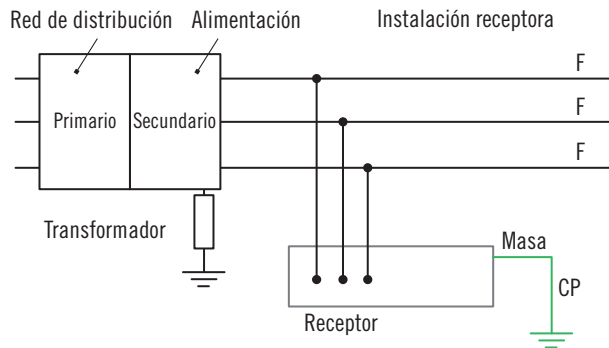
Aplicación práctica

Por razones funcionales, la puesta a tierra de su instalación se tiene que corresponder con un esquema de puesta a tierra IT. ¿Cómo tendría que proceder?

SOLUCIÓN

Como la instalación se tiene que corresponder con un esquema IT no se puede alimentar la instalación directamente desde la red de distribución pública. Se podría proceder de dos maneras:

Esquema TT con conexión a la red de distribución pública



- Por un lado se podría alimentar la instalación desde un centro de transformación de abonado. Donde se podría elegir la conexión del transformador que alimenta la instalación.
- Por otro lado se podría instalar al comienzo de la instalación un transformador alimentado en el primario por la red de distribución pública. Para que el transformador cumpliera con las exigencias del esquema IT se tendría que conectar el secundario a tierra mediante una impedancia de elevado valor.



Sabía que...

Los centros de transformación de abonados son los centros de transformación de baja y media tensión que son destinados a un único consumidor. La medida del consumo se realiza en el mismo centro de transformación.

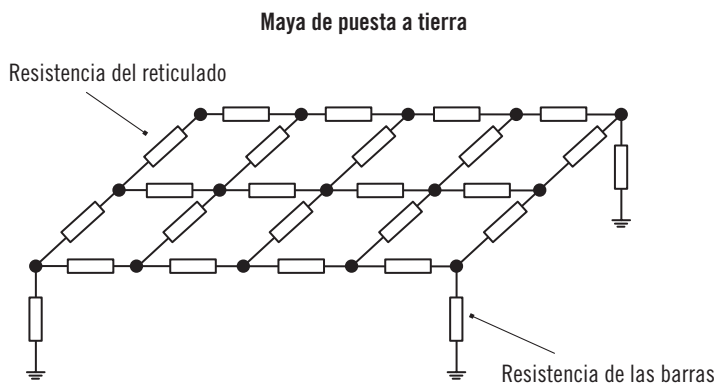
13. Electrodo

Un electrodo es un cuerpo metálico conductor desnudo que va enterrado y su función es establecer el contacto con la tierra física.

Los electrodos serán construidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno y con una alta conductividad. Normalmente los materiales con los que se construyen los electrodos son el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado.

Como ya se sabe los electrodos pueden ser:

- **Barras o tubos.**
- **Pletinas, conductores desnudos.** Los conductores desnudos que se suelen usar a modo de electrodos son conductores de cobre de 35 mm^2 de sección.



- **Placas.**
- **Anillos o mallas.** Se forman con la unión de electrodos mediante un conductor desnudo de cobre normalmente de 35 mm² de sección.



Nota

El número de electrodos, su tamaño y sus características dependerán del tipo de terreno y del cálculo de resistencia a tierra necesaria, puesto que la resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. La resistividad varía con la distancia de un punto a otro del terreno y con la profundidad.

Hay que tener en cuenta que la resistencia individual de cada electrodo se ve mermada en un porcentaje cuando se colocan en grupo. Los valores en porcentajes son los siguientes:



Electrodo o pica

Número de electrodos	Valor original de R	El valor original de R se reduce al
Un solo electrodo	100%	
Dos electrodos en línea		55%
Tres electrodos en línea		38%
Tres electrodos en triángulo		35%
Cuatro electrodos en simetría		28%
Ocho electrodos en simetría		16%

- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas (armaduras de cables enterrados metálicas, etc.).

14. Resistencia a tierra

La resistencia a tierra es la resistencia a conducir corriente que ofrece el terreno en un sistema de puesta a tierra. Esta resistencia depende de la resistividad del terreno y área de los conductores de tierra y de los electrodos. Su unidad de medida son los ohmios (Ω).

El valor de la resistencia a tierra de la instalación tiene que ser tal que cualquier masa conectada a la instalación de tierra no pueda ser superior a:

- 24 V si se trata de un local conductor.
- 50 V en los demás casos.

Para el cálculo de la resistencia a tierra se tiene que tener en cuenta la resistividad del terreno, el tipo de electrodo y sus dimensiones, así como la profundidad a la que será enterrado.



Definición

Resistividad

Es la resistencia que opone al paso de la corriente eléctrica 1 m² de tierra. La resistividad de un terreno depende de su estructura, de las dimensiones de sus partículas constituyentes, de su porosidad y permeabilidad, del contenido en agua (humedad) y de su contenido de iones.

Valores aproximados de la resistividad en función del terreno

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terreno cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles, y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Fórmulas para el cálculo de la resistencia a tierra en función del tipo y dimensiones del electrodo y la resistividad

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)

Con estas tablas se puede realizar un cálculo estimado inicial para estimar el valor aproximado de la resistencia a tierra. Para la puesta a tierra se tendrá que corroborar el valor estimado en la puesta a tierra físicamente.



Aplicación práctica

Se necesita saber las dimensiones aproximadas de una pica de puesta a tierra sabiendo que se trata de un terreno húmedo y que el valor de la resistencia a tierra se estima en unos 25 Ω .

SOLUCIÓN

Para el cálculo de los tres valores de la resistencia a tierra se utilizan las tablas.

Al ser un terreno húmedo la resistividad se corresponde con un valor de: $\rho = 50 \Omega \cdot \text{m}$.

El valor de $R = 25 \Omega$.

En el caso de la pica la fórmula es:

$$R = \rho/L$$

Despejando la ecuación se observa que:

$$L = \rho/R$$

Sustituyendo términos:

$$L = 50/25 = 2 \text{ m}$$

Se tendría que instalar una pica de 2 m de longitud o un sistema de picas más pequeñas que suponga una resistencia de tierra equivalente.

15. Seguridad en las instalaciones

La seguridad en las instalaciones se consigue mediante la aplicación de las distintas medidas de protección tanto de contactos directos como indirectos, así como siguiendo las prescripciones aplicables según las características del emplazamiento donde se va a efectuar la instalación eléctrica.

Si se toman medidas de seguridad no adecuadas para el emplazamiento y sus características particulares, estas medidas no cumplirían su cometido.



Importante

Remitiéndose a la ITC-BT 42, “instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo”, las prescripciones particulares excluyen como medidas de protección contra el contacto directo la interposición de obstáculos y la puesta por fuera del alcance. Aunque son medidas de protección, en estas circunstancias no actuarían con toda la eficiencia que se necesita para que la instalación cumpla las exigencias de seguridad. Es decir, existiría un peligro de accidente potencial sin que fuera necesario un mal uso de la instalación eléctrica.

16. Resumen

En este capítulo se ha visto el Real Decreto 842/2002 por el que se da validez al REBT de 2002 y se deroga el anterior reglamento de 1973.

Se han expuesto las normativas referentes a los locales de características especiales. Como locales de características especiales se entenderán aquellos locales cuyas condiciones de entorno que presentan no son las habituales en una instalación eléctrica ordinaria. La principal función de la aplicación de estas normativas a la hora de ejecutar las instalaciones es la de garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas de características o fines especiales.

Las instalaciones para alumbrado son las instalaciones eléctricas destinadas a iluminar un emplazamiento. Para un correcto alumbrado se tendrá la iluminación necesaria en el local.

Finalmente se ha tratado la puesta a tierra de las instalaciones eléctricas, explicando en que consiste, las partes que la componen y los sistemas reglamentarios que se emplean.

Los sistemas de puesta a tierra se distinguen por la manera de la puesta a tierra de la fuente de alimentación y de las masas de los receptores.

La seguridad en las instalaciones depende de la aplicación de las correctas medidas de protección en cada instalación y se consigue aplicando la normativa particular en cada tipo de emplazamiento.



Ejercicios de repaso y autoevaluación

1. Indique si la siguiente afirmación es verdadera o falsa:

Las canalizaciones en los locales húmedos tendrán un grado de protección IPX2.

- Verdadero
- Falso

2. Complete la siguiente afirmación:

Las canalizaciones en los locales mojados tendrán un grado de protección _____.

3. En la instalación de los locales con riesgo de corrosión...

- a. ... se cumplirá lo establecido para los locales mojados.
- b. ... se cumplirá lo establecido para los locales húmedos.
- c. ... se cumplirá lo establecido para los locales mojados y se protegerá los equipos eléctricos con un revestimiento inalterable contra la acción de los vapores y gases.
- d. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta.

4. El grado de protección de los equipos eléctricos situados en el volumen 1 de las piscinas...

- a. ... no se pueden instalar ningún aparato eléctrico en el volumen 1.
- b. ... es IPX4.
- c. ... es IPX5.
- d. Las respuestas b. y c. son correctas.

5. En la instalación para máquinas de elevación y transporte se pondrá la instalación completa fuera de servicio mediante _____.

6. Indique si la siguiente afirmación es verdadera o falsa. En caso de ser falsa, reescribala de forma veraz:

En instalaciones temporales de obras el equipo eléctrico situado a la intemperie deberá tener una protección IPX1.

- Verdadero
 - Falso
-
-

7. Las instalaciones a muy baja tensión son aquellas cuya tensión nominal no excede de _____.

8. Las instalaciones a tensiones especiales son aquellas cuya tensión nominal se sitúa entre...

- a. ... 300-1000 V en corriente alterna y 500-1500 V en corriente continua.
- b. ... 500-1000 V en corriente alterna y 750-1000 V en corriente continua.
- c. ... 750-1500 V en corriente alterna y 500-1500 V en corriente continua.
- d. ... 500-1000 V en corriente alterna y 750-1500 V en corriente continua.

9. En la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención, el cuadro de mando y protección contendrá...

- a. ... protección contra sobrecorrientes, un diferencial y un interruptor automático.
 - b. ... protección contra sobrecorrientes, un dispositivo de vigilancia sobre el nivel de aislamiento y el transformador de aislamiento.
 - c. ... protección contra sobrecorrientes y un dispositivo de vigilancia sobre el nivel de aislamiento.
 - d. ... protección contra sobrecorrientes y el transformador de aislamiento.
-

10. La potencia de las centrales generadoras de 4x400/230 V en baja tensión será:

- a. Superior a 100 KVA.
- b. Inferior a 100 KVA.
- c. Inferior a 60 KVA.
- d. Superior a 60 KVA.

