

INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN

INSTRUCCIONES MI BT

ÍNDICE

- 001.—TERMINOLOGÍA.**
- 002.—REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Materiales.**
- 003.—REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones.**
- 004.—REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Intensidades admisibles en los conductores.**
- 005.—REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Materiales.**
- 006.—REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Ejecución de las instalaciones.**
- 007.—REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Intensidades admisibles en los conductores.**
- 008.—PUESTA A NEUTRO DE MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**
- 009.—INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO.**
- 010.—SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN. Previsión de cargas.**
- 011.—INSTALACIONES DE ENLACE. Esquemas - Acometidas.**
- 012.—INSTALACIONES DE ENLACE. Cajas generales de protección.**
- 013.—INSTALACIONES DE ENLACE. Líneas repartidoras.**
- 014.—INSTALACIONES DE ENLACE. Derivaciones individuales.**
- 015.—INSTALACIONES DE ENLACE. Contadores.**
- 016.—INSTALACIONES DE ENLACE. Dispositivos privados de mando y protección general.**
- 017.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Prescripciones de carácter general.**
- 018.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Sistemas de instalación.**
- 019.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Tubos protectores.**
- 020.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones.**
- 021.—INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. Protección contra contactos directos e indirectos.**
- 022.—INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. Grado de electrificación de las viviendas.**
- 023.—INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. Prescripciones generales.**
- 024.—INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS. Ejecución de las instalaciones.**

- 025.—INSTALACIONES EN LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA. Prescripciones particulares.
- 026.—PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES DE LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.
- 027.—INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.
- 028.—INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES. Prescripciones particulares.
- 029.—INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES.
- 030.—INSTALACIONES A TENSIONES Especiales.
- 031.—RECEPTORES. Prescripciones generales.
- 032.—RECEPTORES PARA ALUMBRADO.
- 033.—RECEPTORES. Aparatos de caldeo.
- 034.—RECEPTORES. Motores, generadores y convertidores.
- 035.—RECEPTORES. Transformadores y autotransformadores - Reactancias y Rectificadores. Condensadores.
- 036.—RECEPTORES. Juguetes eléctricos.
- 037.—RECEPTORES. Aparatos médicos. Aparatos de Rayos X.
- 038.—RECEPTORES. Cercas eléctricas para ganado.
- 039.—PUESTAS A TIERRA.
- 040.—INSTALADORES AUTORIZADOS.
- 041.—AUTORIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.
- 042.—INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.
- 043.—CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMO RESULTADO DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS.

ÍNDICE

- 1.AISLAMIENTO FUNCIONAL.
- 2.AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN O SUPLEMENTARIO.
- 3.AISLAMIENTO REFORZADO.
- 4.ALTA SENSIBILIDAD.
- 5.AMOVIBLE.
- 6.APARATO AMOVIBLE.
- 7.APARATO FIJO.
- 8.CABLE FLEXIBLE FIJADO PERMANENTEMENTE.
- 9.CANALIZACIÓN.
- 10.CANALIZACIÓN AMOVIBLE.
- 11.CANALIZACIÓN FIJA.
- 12.CANALIZACIÓN MOVIBLE.
- 13.CEBADO.
- 14.CERCA ELÉCTRICA.
- 15.CIRCUITO.
- 16.CONDUCTORES ACTIVOS.
- 17.CONDUCTORES AISLADOS BAJO CUBIERTA ESTANCA.
- 18.CONDUCTORES BLINDADOS CON AISLAMIENTO MINERAL.
- 19.CONDUCTOR FLEXIBLE.
- 20.CONDUCTOR MEDIANO.
- 21.CONDUCTOR RÍGIDO.
- 22.CONECTOR.
- 23.CONTACTOS DIRECTOS.
- 24.CONTACTOS INDIRECTOS.
- 25.CORRIENTE DE CONTACTO.
- 26.CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA.
- 27.CORTE OMNIPOLAR.
- 28.CORTE OMNIPOLAR SIMULTÁNEO.
- 29.CHOQUE ELÉCTRICO.
- 30.DEDO DE PRUEBA O SONDA PORTÁTIL DE ENSAYO.
- 31.DEFECTO FRANCO.
- 32.DEFECTO A TIERRA.
- 33.DOBLE AISLAMIENTO
- 34.ELEMENTOS CONDUCTORES.
- 35.FUENTE DE ENERGÍA.
36. FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA.
37. GAMA NOMINAL DE TENSIONES.

- 38. IMPEDANCIA.**
- 39. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**
- 40. INTENSIDAD DE DEFECTO.**
- 41. LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.**
- 42. LUMINARIA.**
- 43. MASA.**
- 44. MOVIBLE.**
- 45. PARTES ACTIVAS.**
- 46. POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR.**
- 47. PUNTO MEDIANO.**
- 48. PUNTO NEUTRO.**
- 49. PUNTO A POTENCIAL CERO.**
- 50. REACTANCIA.**
- 51. RECEPTOR.**
- 52. RED DE DISTRIBUCIÓN.**
- 53. REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADAS.**
- 54. REDES DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA.**
- 55. RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL DE TIERRA.**
- 56. RESISTENCIA DE TIERRA.**
- 57. SUELO NO CONDUCTOR.**
- 58. TENSIÓN DE CONTACTO.**
- 59. TENSIÓN DE DEFECTO.**
- 60. TENSIÓN NOMINAL.**
- 61. TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO.**
- 62. TENSIÓN NOMINAL DE UN CONDUCTOR.**
- 63. TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA.**
- 64. TENSIÓN CON RELACIÓN O RESPECTO A TIERRA.**
- 65. TENSIÓN A TIERRA.**
- 66. TIERRA.**
- 67. TUBO BLINDADO.**
- 68. TUBO NORMAL.**

En la presente Instrucción se recogen los términos técnicos más generales utilizados en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en sus Instrucciones complementarias. Se han seguido, cuando ha sido posible y conveniente, las definiciones que figuran para estos términos en la Norma UNE 21302. En otros casos, se ha simplificado o ampliado estas definiciones y cuando las que figuran en la presente Instrucción coinciden literalmente con las de la citada norma UNE, se hace referencia al número que corresponde a ésta, al final de cada texto.

La terminología se complementa en general —cuando sea necesario— con la correspondiente a la citada norma UNE 21302.

1. AISLAMIENTO FUNCIONAL

Aislamiento necesario para asegurar el funcionamiento normal de un aparato y la protección fundamental contra los contactos directos.

2. AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN O SUPLEMENTARIO

Aislamiento independiente del funcional, previsto para asegurar la protección contra los contactos indirectos en caso de defecto del aislamiento funcional .

3. AISLAMIENTO REFORZADO

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

4. ALTA SENSIBILIDAD

Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 miliamperios.

5. AMOVIBLE

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

6. APARATO AMOVIBLE

Puede ser:

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

7. APARATO FIJO

Es el que está instalado en forma inamovable.

8. CABLE FLEXIBLE FIJADO PERMANENTEMENTE

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

9. CANALIZACIÓN

Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos, por los elementos que los fijan y por su protección mecánica, si la hubiera.

10. CANALIZACIÓN AMOVIBLE

Canalización que puede ser quitada fácilmente.

11. CANALIZACIÓN FIJA

Canalización instalada en forma inamovable, que no puede ser desplazada.

12. CANALIZACIÓN MOVIBLE

Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

13. CEBADO

Régimen variable durante el cual se establece el arco o la chispa (UNE 21 302 h1).

14. CERCA ELÉCTRICA

Cerca formada por uno o varios conductores, sujetos a pequeños aisladores, montados sobre postes ligeros a una altura apropiada a los animales que se pretenden alejar y electrizados de tal forma que las personas o los animales que los toquen no reciban descargas peligrosas (UNE 21 302 h13).

15. CIRCUITO

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

16. CONDUCTORES ACTIVOS

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

17. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CUBIERTA ESTANCA

Son conductores que, aislados por cualquier materia, presentan una cubierta de protección constituida por un tubo de plomo continuo o por un revestimiento de policloruro de vinilo, de policloropreno, de polietileno o de materias equivalentes.

18. CONDUCTORES BLINDADOS CON AISLAMIENTO MINERAL

Estos conductores están aislados por una materia mineral y tienen cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.

19. CONDUCTOR FLEXIBLE

Es el formado por una o varias filásticas.

Están previstos para canalizaciones móviles, aunque pueden ser instalados en canalizaciones amovibles y fijas.

20. CONDUCTOR MEDIANO

Ver "Punto mediano"

21. CONDUCTOR RÍGIDO

Es el formado por uno o varios alambres. Están previstos para canalizaciones amovibles y fijas.

22. CONECTOR

Conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable flexible a un aparato eléctrico [UNE 21 302 h7]

Se compone de dos partes:

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

23. CONTACTOS DIRECTOS

Contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos.

24. CONTACTOS INDIRECTOS

Contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

25. CORRIENTE DE CONTACTO

Corriente que pasa a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión.

26. CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

27. CORTE OMNIPOLAR

Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

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

28. CORTE OMNIPOLAR SIMULTÁNEO

Ver corte omnipolar.

29. CHOQUE ELÉCTRICO

Efecto fisiológico debido al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.

30. DEDO DE PRUEBA O SONDA PORTÁTIL DE ENSAYO

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

31. DEFECTO FRANCO

Conexión accidental, de impedancia despreciable, entre dos puntos a distintos potenciales.

32. DEFECTO A TIERRA

Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra (UNE 21302 h10).

33. DOBLE AISLAMIENTO

Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento de protección o suplementario.

34. ELEMENTOS CONDUCTORES

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

35. FUENTE DE ENERGÍA

Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

36. FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA

Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tiene que transmitir, repartir o utilizar.

37. GAMA NOMINAL DE TENSIONES

Ver “Tensión nominal de un aparato”.

38. IMPUDENCIA

Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales (UNE 21302 h1).

39. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

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

40. INTENSIDAD DE DEFECTO

Valor que alcanza una corriente de defecto.

41. LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

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

42. LUMINARIA

Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y proteger las lámparas y para conectarlas al circuito de alimentación (UNE 21 302 h16).

43. MASA

Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas (UNE 21 302 h1).

Las masas comprenden normalmente:

- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales son susceptibles

de ser puestas bajo tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección.

Por tanto, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de la Clase II, las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc.

- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales, lleven o no estas superficies exteriores algún elemento metálico.

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

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

44. MOVIBLE

Calificativo que se aplica a todo material amovible en cuya utilización puede ser necesario su desplazamiento.

45. PARTES ACTIVAS

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

46. POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR

Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

47. PUNTO MEDIANO

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

48. PUNTO NEUTRO

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

49. PUNTO A POTENCIAL CERO

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

50. REACTANCIA

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

51. RECEPTOR

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

52. RED DE DISTRIBUCIÓN

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

53. REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADAS

Son las destinadas, por un único usuario a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión, a locales o emplazamientos de su propiedad o a otros especialmente autorizados por la Dirección General de la Energía.

Las redes de distribución privadas pueden tener su origen:

- En centrales de generación propia.
- En redes de distribución pública. En este caso, son aplicables, en el punto de entrega de la energía, los preceptos fijados por el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

54. REDES DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA

Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como los del Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

Las redes de distribución pública pueden ser:

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

55. RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL DE TIERRA

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

56. RESISTENCIA DE TIERRA

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

57. SUELO NO CONDUCTOR

Suelo o pared no susceptibles de propagar potenciales.

Se considerará así el suelo (o la pared) que presentan una resistencia igual a 50.000 ohmios como mínimo.

La medida del aislamiento de un suelo se efectúa recubriendo el suelo con una tela húmeda cuadrada de, aproximadamente, 270 milímetros de lado, sobre la que se dispone una placa

metálica no oxidada, cuadrada, de 250 milímetros de lado y cargada con una masa M de, aproximadamente, 75 kilogramos (peso medio de una persona).

Se mide la tensión con la ayuda de un voltímetro de gran resistencia interna (R_i) no inferior a 3.000 ohmios, sucesivamente:

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

La resistencia buscada viene dada por la fórmula:

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

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

Ninguna de estas tres medidas debe ser inferior a 50.000 ohmios para poder considerar el suelo como no conductor.

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

58. TENSIÓN DE CONTACTO

Diferencia de potencial que durante un defecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona, que toque con aquélla una masa o elemento metálico, normalmente sin tensión.

Para determinar este valor se considerará que la persona tiene los pies juntos; a un metro de la base de la masa o elemento metálico que toca y que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de 2.500 ohmios.

59. TENSIÓN DE DEFECTO

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y tierra.

60. TENSIÓN NOMINAL

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

61. TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO

- Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se le designa.
- Gama nominal de tensiones: Intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar el aparato.

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

62. TENSIÓN NOMINAL DE UN CONDUCTOR

Tensión a la cual el conductor debe poder funcionar permanentemente en condiciones normales de servicio.

63. TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA

Ver “Tensión a tierra”.

64. TENSIÓN CON RELACIÓN O RESPECTO A TIERRA

Se entiende como tensión con relación a tierra:

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

Nota.—Se entiende por neutro directamente a tierra, cuando la unión a la instalación de toma de tierra, se hace sin interposición de una resistencia limitadora.

65. TENSIÓN A TIERRA

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

66. TIERRA

Masa conductora de la tierra o todo conductor unido a ella por una impedancia muy pequeña (UNE 21 302 h1).

67. TUBO BLINDADO

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

(Grados de protección 7 ó 9. UNE 20 324.)

68. TUBO NORMAL

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

(Grados de protección 3 ó 5. UNE 20 324.)

INSTRUCCIÓN MI BT 002

REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

ÍNDICE

- 1. CONDUCTORES.**
- 2. AISLADORES.**
- 3. SOPORTES.**
- 4. APOYOS, TIRANTES Y TORNAPUNTAS.**

1. CONDUCTORES

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

Los conductores desnudos serán resistentes a las acciones de la intemperie y su carga de rotura mínima a la tracción será de 280 kilogramos.

Los alambres y cables de acero sólo serán utilizados cuando estén protegidos por un revestimiento metálico sin solución de continuidad, resistente a las acciones de la intemperie, o cuando entren en la constitución de conductores mixtos, debiendo, igualmente en este caso, estar debidamente protegidos contra la corrosión.

Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 1.000 voltios y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que se cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la Instrucción MI BT 003.

Los conductores de cobre aislados, sometidos a tracción mecánica de tensado, y los de cobre desnudo tendrán una sección mínima de 7 milímetros cuadrados. En los conductores de cobre aislados, no sometidos a tracción mecánica de tensado, la sección mínima será de 2,5 milímetros cuadrados.

Los conductores desnudos de sección superior a 10 milímetros cuadrados, y los aislados sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

La sección correspondiente a conductores de otros materiales será la que asegure una resistencia mecánica y conductividad eléctrica no inferiores a las que corresponden a los de cobre anteriormente señalados.

2. AISLADORES

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

La rigidez dieléctrica de los aisladores será tal que soporten bajo lluvia durante un minuto, una tensión a frecuencia industrial de cuatro veces la de servicio, en tensiones usuales, más 1.000 V, y de tres veces la de servicio en tensiones especiales, más 5.000 V.

El material utilizado para la fijación de los aisladores a sus soportes estará constituido por sustancias que no ataquen a ambos, ni por aquellas que se puedan deteriorar o que sufran variaciones de volumen que puedan afectar a los propios aisladores o a la seguridad de su fijación.

3. SOPORTES

Los soportes a los que vayan fijados los aisladores deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al apoyo en que estén instalados.

4. APOYOS, TIRANTES Y TORNAPUNTAS

Los apoyos serán metálicos, de hormigón o de madera, o de cualquier otro material de características mecánicas adecuadas y se dimensionarán de acuerdo con las hipótesis de cálculo establecidas en la Instrucción Mi BT 003. Deberán presentar una resistencia elevada a las acciones de la intemperie y en el caso de no presentarla por si mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados para tal fin.

Para los apoyos de madera se recomienda, principalmente el castaño y la acacia, entre las especies frondosas, y el pino silvestre, pino laricio, pino pinaster y abeto, entre las especies coníferas, debiendo estas últimas ser tratadas mediante un procedimiento de conservación eficaz que evite su putrefacción. El diámetro mínimo en su extremo superior será de 11 cm para las especies coníferas y de 9 cm para el castaño y acacia.

Los tirantes estarán constituidos por varillas o cables metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión. Tendrán una carga de rotura mínima de 1.400 kg.

Los tornapuntas serán, metálicos, de hormigón, de madera o de cualquier otro material capaz de soportar los esfuerzos a que estén sometidos y estarán debidamente protegidos contra las acciones de la intemperie.

REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones

I N D I C E

- 1. CALCULO MECÁNICO DE LAS LÍNEAS.**
 - 1.1 Acciones a considerar en el cálculo.**
 - 1.2 Conductores.**
 - 1.3 Apoyos.**
- 2. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS.**
- 3. DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES DESNUDOS AL SUELO Y ZONA DE PROTECCIÓN EN LAS EDIFICACIONES.**
- 4. SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS Y ENTRE ES. TOS Y LOS MUROS O PAREDES DE EDIFICACIONES.**
- 5. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS.**
- 6. EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES. CONDICIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MISMOS.**
- 7. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO.**
- 8. IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO.**
- 9. CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO.**
- 10. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.**
- 11. INSTALACIÓN DE APOYOS.**
- 12. INSTALACIÓN DE TIRANTES.**
- 13. INSTALACIÓN DE TORNAPUNTAS.**
- 14. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES PARALELISMOS.**
- 15. CRUZAMIENTOS.**
 - 15.1 Con líneas eléctricas aéreas de A.T.**
 - 15.2 Con otras líneas eléctricas aéreas de B.T.**
 - 15.3 Con líneas aéreas de telecomunicación.**
 - 15.4 Con carreteras y ferrocarriles sin electrificar.**
 - 15.5 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.**
 - 15.6 Con teleféricos y cables transportadores.**
 - 15.7 Con ríos y canales navegables o flotables.**
 - 15.8 Con antenas receptoras de radio y televisión.**
- 16. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.**
 - 16.1 Con líneas eléctricas aéreas de A. T.**
 - 16.2 Con otras líneas de B.T. o de telecomunicación.**
 - 16.3 Con calles y carreteras nacionales, provinciales y comarcales.**
 - 16.4 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.**
- 1. CALCULO MECÁNICO DE LAS LÍNEAS**
 - 1.1 Acciones a considerar en el cálculo**

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

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

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

- Sobre conductores: 50 kg/m^2
- Sobre superficies planas: 100 kg/m^2
- Sobre superficies cilíndricas de apoyos: 70 kg/m^2

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

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

Zona A: La situada a menos de 500 m de altitud sobre el nivel del mar. No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

Zona B: La situada a una altitud comprendida entre 500 y 1.000 m. Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor $180 \sqrt{d}$ gramos por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor en mm; en el caso de cables trenzados, d será el diámetro del círculo envolvente de los mismos.

Zona C: La situada a una altitud superior a 1.000 m. Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor $360 \sqrt{d}$ gramos por metro lineal.

1.2 Conductores

La tracción máxima no será superior a su carga de rotura dividida por 3 para alambres y 2,5 si se trata de cables considerándoles sometidos a la hipótesis más desfavorable de las siguientes:

ZONA A

- a) Sometidas a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de viento a la temperatura de 15°C .
- b) Sometidas a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de viento dividida por 3, a la temperatura de 0°C .

ZONAS B Y C

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

La flecha máxima de los conductores se determinará en las hipótesis siguientes:

- a) Hipótesis de temperatura: sometidos a la acción de su peso propio y a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y las de servicio de la línea. Esta temperatura no será inferior a 50°C .
- b) Hipótesis de hielo: sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, a la temperatura de 0°C .

1.3 Apoyos

Para el cálculo mecánico de los apoyos se tendrán en cuenta las hipótesis indicadas en los cuadros adjuntos según el tipo de apoyo.

Función del apoyo	ZONA A		ZONAS B Y C	
	Hipótesis de viento a la temperatura de 15° C	Hipótesis de temperatura a 0° C con la tercera parte de viento	Hipótesis de viento a la temperatura de 15° C	Hipótesis de hielo según zona y temperatura de 0° C
ALINEACIÓN	Cargas permanentes.	Cargas permanentes. Diferencia de tiros.	Cargas permanentes.	Cargas permanentes. Diferencia de tiros.
ANGULO	CARGAS PERMANENTES, RESULTANTE DE ANGULO			
ESTRELLAMIENTO	Cargas permanentes. 2/3 resultante.	Cargas permanentes resultantes.	Cargas permanentes. 2/3 resultante.	Cargas permanentes resultantes.
FIN DE LINEA	CARGAS PERMANENTES, TIRO DE CONDUCTORES			

En las líneas en las que los vanos sean cortos y los apoyos, aisladores y herrajes muy simple, las cargas permanentes tienen muy poca influencia, por lo que en general se puede prescindir de las mismas en el cálculo.

El coeficiente de seguridad será distinto en función de la naturaleza de los apoyos:

Metálicos y de hormigón armado: 2,5 y 3 respectivamente a la rotura, pudiendo reducirse a 2 y 2,5 en el caso de postes construidos en talleres específicos y cuyas calidades obtenidas por ensayos en verdadera magnitud demuestren una uniformidad de resultados en la carga de rotura mínima.

Madera: 3,5 a la rotura.

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

2. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS

Los conductores desnudos irán fijados a los aisladores por medio de retenciones, establecidas con hilos o alambres recocidos o similares del mismo metal que el conductor o de otra naturaleza, siempre que aseguren perfecta y permanentemente la posición correcta del conductor sobre el aislador y no ocasionen un debilitamiento apreciable de la resistencia mecánica del mismo, ni produzcan efectos de corrosión.

La fijación de los conductores al aislador se recomienda sea hecha en la garganta lateral del mismo por la parte próxima al apoyo, y en los ángulos de manera que el esfuerzo mecánico del conductor esté dirigido hacia el aislador.

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

Los conductores se instalarán de forma que la tracción máxima de los mismos sea tal que el coeficiente de seguridad no sea inferior a 2,5 cuando se trate de cables, o a 3 cuando se trate de alambres, considerándolos sometidos a las hipótesis de sobrecarga que corresponda, de acuerdo con lo fijado a este respecto en el apartado 1.2. Cuando se trate de líneas establecidas por encima de edificaciones o sobre apoyos fijados a las fachadas, el coeficiente de seguridad deberá ser superior en un 25 por 100 a los valores señalados anteriormente.

3. DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES DESNUDOS AL SUELO Y ZONA DE PROTECCIÓN EN LAS EDIFICACIONES

Los conductores desnudos se instalarán manteniendo con respecto al suelo y a las edificaciones, en las condiciones más desfavorables, como mínimo, las distancias que a continuación se señalan:

- a) Al suelo: 4 metros, salvo lo especificado en el Capítulo 14 para cruzamientos.
- b) En edificios, no destinados al servicio de distribución de la energía, los conductores se instalarán al exterior de una zona de protección limitada por los planos que se señalan:

Sobre tejados: Un plano paralelo al tejado y a una distancia vertical de 1,80 metros del mismo cuando se trate de conductores no puestos a tierra, y de 1,50 metros cuando lo estén. Cuando la inclinación del tejado sea superior a 45 grados sexagesimales, el plano limitante de la zona de protección deberá considerarse a 1 metro de separación entre ambos.

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

En fachadas: La zona de protección queda limitada:

- Por un plano vertical paralelo al muro de fachada sin aberturas, situado a 0,20 metros del mismo.
- Por un plano vertical paralelo al muro de fachada a una distancia de 1 metro de las ventanas, balcones, terrazas o cualquier otra abertura. Este plano vendrá, a su vez, limitado por los planos siguientes:
 - Un plano horizontal situado a una distancia vertical de 0,30 metros de la parte superior de la abertura de que se trate.
 - Dos planos verticales, uno a cada lado de la abertura. perpendiculares a la fachada y situados a 1 metro de distancia horizontal de los extremos de la abertura.
 - Un plano horizontal situado a 3 metros por debajo de los antepechos de las aberturas.

Los límites de esta zona de protección son aclarados en la figura 1.

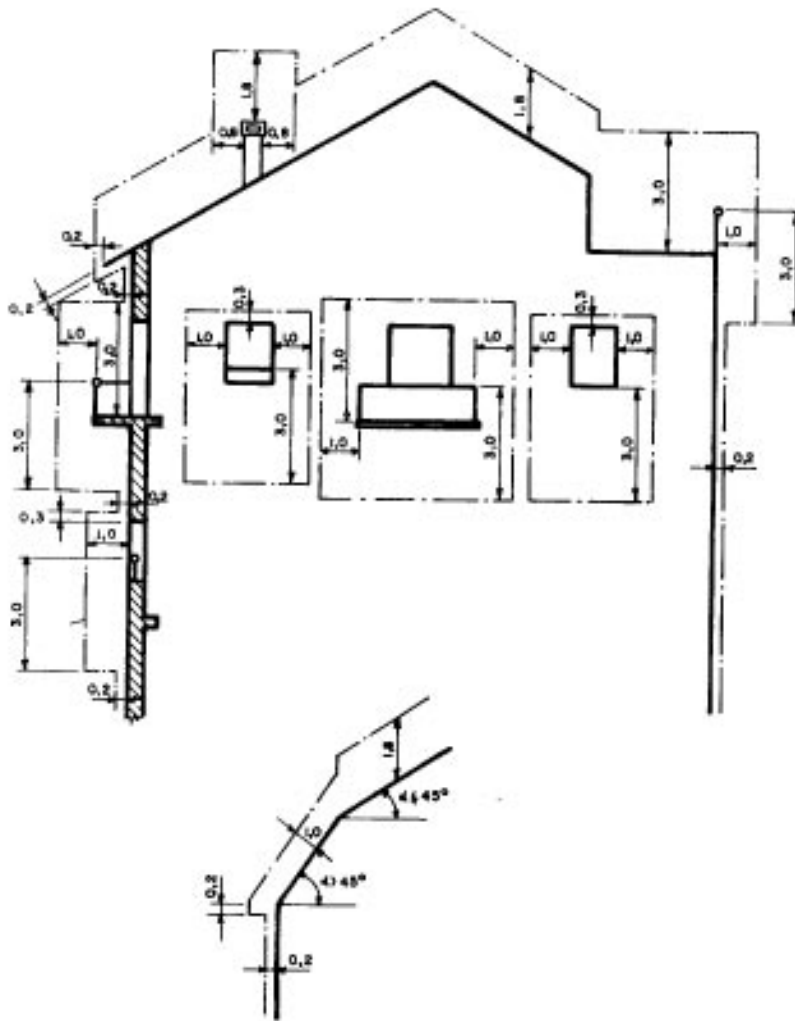


Fig. I

ZONA DE PROTECCIÓN EN EDIFICIOS PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS

4. SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS Y ENTRE ESTOS Y LOS MUROS O PAREDES DE EDIFICACIONES

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

En vanos hasta 4 metros.....	0,10 metros
En vanos de 4 a 6 metros.....	0,15 metros
En vanos de 6 a 30 metros.....	0,20 metros
En vanos de 30 a 50 metros.....	0,30 metros
En vanos de 50 a 75 metros.....	0,35 metros
En vanos mayores de 75 metros.....	0,40 metros

En los apoyos en que se establezcan derivaciones, la distancia entre cada uno de los conductores derivados y los conductores de polaridad diferente de la línea de donde aquellos deriven, podrá disminuirse hasta en un 50 por 100 de las indicadas anteriormente, con un mínimo de 0,10 metros.

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

La sustentación de los conductores debe reforzarse convenientemente en el caso de existir en la fachada tuberías, instalaciones telefónicas, etc.

5. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS

Los conductores aislados podrán instalarse:

— Cuando se trate de conductores de 1.000 voltios de tensión nominal:

- a) Directamente sobre los muros mediante abrazaderas sólidamente fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie. Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que puedan sufrir deterioros mecánicos de cualquier índole.
- b) Tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos o sobre muros, con una tensión mecánica adecuada, no considerando el aislamiento como elemento resistente a estos efectos. Cuando los conductores no soporten por sí solos la tensión mecánica deseada se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado cuya resistencia de rotura será, como mínimo, de 800 kilogramos y a los que se fijará, mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados, los conductores aislados.

— Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1.000 voltios:

- c) Sobre aisladores de 1.000 voltios de tensión nominal.
- d) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1.000 voltios de tensión nominal.

— Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 250 voltios, se considerará, a efectos de su instalación, como conductores desnudos.

Los conductores aislados se situarán, en general, a una altura mínima del suelo de 2,5 metros. Esta distancia puede ser reducida cuando se trate de conductores destinados a acometidas o cuando la disposición de los edificios así lo aconseje, evitándose que los conductores pasen por delante de cualquier abertura existente en los muros.

6. EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES. CONDICIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MISMOS

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por 100 de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando éstos sean de cobre y su sección no superior a 10 milímetros cuadrados.

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de éstos con conductores desnudos, se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la infiltración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Si los conductores son de aluminio o este material forma parte de su constitución, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

7. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- a) En distribuciones monofásicas o de corriente continua:
 - a dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar,
 - a tres hilos: hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones superiores mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.
- b) En distribuciones trifásicas:
 - a dos hilos (fase y neutro): igual a la del conductor de fase,
 - a tres hilos (dos fases y neutro): igual a la sección de los conductores de fase,
 - a cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la sección de los conductores de fase: para secciones superiores mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.

8. IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Se admite que no lleve identificación alguna cuando este conductor tenga distinta sección o cuando esté claramente diferenciado por su posición, por la disposición de derivaciones establecidas en el mismo, etc.

9. CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

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

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido el neutro previamente.

10. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El conductor neutro, en las líneas aéreas de redes de distribución pública, además de su puesta a tierra en el centro de transformación o central generadora, deberá estar puesto a tierra en otros puntos y, como mínimo, una vez cada 500 metros de longitud de línea. Para efectuar esta puesta a tierra, se elegirán con preferencia los apoyos de donde partan las derivaciones importantes.

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

En las redes de distribución privada con origen en centrales de generación propia, para las que se prevea la puesta a tierra del neutro, se seguirá lo señalado anteriormente para las redes de distribución pública.

11. INSTALACIÓN DE APOYOS

Los apoyos se colocarán directamente empotrados en el suelo o estarán consolidados por fundaciones adecuadas para dejar asegurada la estabilidad frente a las solicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo. En su colocación deberá observarse:

- Los postes metálicos serán cimentados en macizos de hormigón. que deberán sobresalir del suelo, como mínimo, 0,15 metros, con una forma tal que facilite el deslizamiento del agua.
- Los postes de hormigón podrán colocarse directamente empotrados en el suelo, siguiendo el mismo sistema que para los postes de madera.
- Los postes de madera se colocarán directamente en el suelo retacados simplemente con piedras sueltas. Para esto se recomienda la colocación de una corona de piedras duras y de dimensiones convenientes, en la base del poste y otra en el tercio superior de la excavación, debiendo, la altura de estas coronas, ser aproximadamente igual al diámetro del poste. En el caso de postes instalados en terrenos blandos, podrá ser necesario colocar más de dos coronas de piedras o adoptarse otros medios destinados a evitar que las presiones de las paredes y el fondo de la excavación pasen del límite admisible para el terreno.
- Los postes de madera no se empotrarán en macizos de hormigón Se podrán fijar a bases metálicas o de hormigón, por medio de elementos de unión apropiados que permitan su fácil sustitución. La fijación del poste a las bases deberán hacerse de modo que el poste quede separado del suelo 0,15

metros, como mínimo, con el fin de preservar a la madera de la humedad de éste. En el caso de postes implantados directamente en el suelo, la profundidad mínima de empotramiento en metros será igual a $0,1 H + 0,5$, siendo H la altura total del poste en metros. Para postes de altura total superior a 12 metros, se admiten profundidades de empotramiento menores, pero nunca inferiores a 1,70 metros. La profundidad de empotramiento de los postes señalada anteriormente, podrá reducirse en los terrenos rocosos.

12. INSTALACIÓN DE TIRANTES

El empleo de tirantes como complemento de resistencia de los apoyos, debe ser reservado para los casos en que los esfuerzos actuantes conduzcan a apoyos de coste muy elevado o en los que por ampliación de las instalaciones dé lugar a un aumento de esfuerzos sobre apoyos ya instalados.

Los anclajes de los tirantes pueden hacerse al suelo o sobre edificios u otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir.

No podrán utilizarse los árboles para el anclaje de los tirantes, y cuando estos anclajes se realicen en el suelo, se recomienda destacar su presencia hasta una altura de 2 metros del mismo por algún procedimiento adecuado.

Los tirantes estarán provistos de mordazas o tensores para poder regular su tensión, no admitiéndose para este fin la torsión de los alambres que puedan constituir un tirante.

La fijación y anclaje de los tirantes se hará de forma que ofrezca garantías de duración y resistencia, observándose con relación a los conductores la distancia mínima señalada en el Capítulo 4 para los conductores de derivación .

Los tirantes que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados, situados, como mínimo, a 0,30 metros en proyección horizontal del conductor más próximo. Por otra parte, el aislador de retención deberá estar situado sobre el tirante a una distancia suficiente del punto de anclaje al apoyo, para que en el caso de rotura por el otro extremo, este aislador quede situado a 10 centímetros, como mínimo, por debajo del conductor que ocupe la posición inferior en el apoyo.

Cuando las redes cumplan las condiciones exigidas para la utilización del sistema de protección de puesta a neutro de las masas (Instr. MI BT 008), no será necesaria la instalación del aislador de retención, debiendo unirse el tirante al conductor neutro.

Cuando los tirantes crucen por debajo de una línea de Alta Tensión, el vano de ésta deberá cumplir las condiciones impuestas para su cruce con una línea de Baja Tensión.

13. INSTALACIÓN DE TORNAPUNTAS

Los tornapuntas tendrán resistencia mecánica conveniente y serán fijados sobre los apoyos en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo. Su otro extremo podrá ser fijado al suelo, al edificio o a otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir.

Para la fijación de los tornapuntas sobre el apoyo se mantendrán las distancias mínimas de seguridad señaladas en el Capítulo 4 para los conductores de derivación.

14. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Las líneas eléctricas aéreas deberán cumplir, además de las condiciones señaladas en los Capítulos 15 y 16 de la presente Instrucción, las condiciones que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer otros organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por las líneas aéreas de B. T.

15. CRUZAMIENTOS

Las líneas aéreas deberán presentar, por lo que se refiere a los vanos de cruce con las vías e instalaciones que se señalan, las condiciones que para cada caso se indican, bien entendido que, además de estas prescripciones, deberán cumplirse las condiciones especiales que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer los organismos competentes a los que pudiera afectar estos cruzamientos, de los cuales deberá ser solicitada previamente su autorización para efectuar los mismos.

15.1 Con líneas eléctricas aéreas de A. T.

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, la línea de Baja Tensión deberá cruzar por debajo de la línea de A. T.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de A. T., pero la distancia entre los conductores de la línea de **B. T. y las partes más próximas de la de A. T. no será inferior a 1,5 m.**

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

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

en donde:

U = tensión nominal en kV de la línea de A. T.

L1= longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de A. T.

L2= longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de B. T.

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

Podrán realizarse cruces sin que la línea de A. T. reúna ninguna condición especial, cuando la línea de B. T. esté protegida en el cruce por un haz de cables de acero situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de A. T. en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran.

Los cables de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra.

En caso de que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de B. T. cruce por encima de otra de A. T. será preciso recabar autorización expresa de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, debiendo tener presente para realizar estos cruzamientos todas las precauciones y criterios expuestos en el citado Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de A. T.

15.2 Con otras líneas eléctricas aéreas de B. T.

En los cruzamientos de líneas aéreas con conductores desnudos establecidas en apoyos diferentes la distancia entre conductores más próximos de las dos líneas será superior a 0,50 m y si el cruzamiento se realiza en apoyo común, esta distancia será la señalada en el Capítulo 4 de esta Instrucción para los apoyos de derivación.

15.3 Con líneas aéreas de telecomunicación

Las líneas de B. T. deberán cruzar por encima de las de telecomunicación.

Excepcionalmente podrían cruzar por debajo, debiendo adoptarse en este caso una de las soluciones siguientes:

- a) Colocación entre las líneas de un dispositivo de protección formado por un haz de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de telecomunicación en el caso de que éstos se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra.
- b) Empleo de conductores aislados para 1.000 V en el vano de cruce para línea de B. T.
- c) Empleo de conductores aislados para 1.000 V en el vano de cruce para la línea de telecomunicación.

Cuando el cruce se efectúa en distintos apoyos la distancia mínima entre los conductores desnudos de las líneas será 1 m, si el cruce se efectúa sobre apoyos comunes dicha distancia podrá reducirse a 50 cm.

15.4 Con carreteras y ferrocarriles sin electrificar

Los conductores tendrán una carga de rotura no inferior a 420 kg, admitiéndose en el caso de acometidas con conductores aislados, se reduzca dicho valor hasta 280 kg.

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

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

15.5 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

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

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

15.6 Con teleféricos y cables transportadores

Cuando la línea aérea de B. T. pase por encima, la distancia mínima entre los conductores y cualquier elemento de la instalación del teleférico será de 2 m. Cuando la línea aérea de B. T.

pase por debajo, esta distancia no será inferior a 3 m. Los apoyos adyacentes del teleférico correspondientes al cruce con la línea de B. T. se pondrán a tierra

15.7 Con ríos y canales navegables o flotables

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

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

15.8 Con antenas receptoras de radio y televisión

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

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

16. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

16.1 Con líneas eléctricas aéreas de A. T.

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de A. T. siempre que sea posible se evitará la construcción de líneas paralelas con las de A. T. a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúa de la prescripción anterior las líneas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras. En todo caso entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no deberá existir una separación inferior a 2 m en paralelismo con líneas de tensión igual o inferior a 66 kV y a 3 m para tensiones superiores.

Las líneas eléctricas de B. T. podrán ir en los mismos apoyos que las de A. T., cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Los conductores de la línea de A. T. tendrán una carga mínima de rotura de 480 kg e irán colocados por encima de los de B. T.
- La distancia entre los conductores más próximos de las dos líneas será por lo menos, igual a la separación de los conductores de la línea de A. T.
- Entre las líneas de Alta y Baja tensión deberá situarse en cada apoyo una indicación que advierta el peligro que supone para el personal que ha de realizar trabajos sobre los conductores de B. T. la presencia de una línea de A. T. por encima.
- El aislamiento de la línea de B. T. no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de A. T.

16.2 Con otras líneas de B. T. o de telecomunicación

La distancia horizontal de los conductores más próximos de las dos líneas será como mínimo 1 m.

Cuando las líneas vayan sobre los mismos apoyos, dicha distancia será la establecida en el Capítulo 4, con relación a otras líneas de B. T., y de 0.5 m para líneas de telecomunicación. En todo caso el aislamiento de la línea de telecomunicación será igual al de la línea de B. T.

16.3 Con calles y carreteras nacionales, provinciales y comarcales

Las líneas aéreas con conductores desnudos podrán establecerse sobre estas vías públicas debiendo en su instalación mantener la distancia mínima de 6 metros cuando vuelen sobre las mismas en zonas o espacios de posible circulación rodada y de 5 metros en los demás casos. Cuando se trate de conductores aislados esta altura podrá reducirse a lo indicado en el Capítulo 5 cuando no vuelen sobre zonas o espacios de posible circulación rodada.

16.4 Con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

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

INSTRUCCIÓN MI BT 004

REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CONDUCTORES EN INSTALACIONES AL AIRE

Intensidades máximas admisibles

I N D I C E

- 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
- 2. CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE Y ALUMINIO.**
- 3. CABLES AISLADOS DE COBRE Y DE ALUMINIO DEL TIPO TRENZADO EN HAZ.**
 - 3.1 Intensidades máximas admisibles.**
 - 3.2 Factores de corrección.**
- 4. CABLES AISLADOS NO TRENZADOS.**
 - 4.1 Conductores de cobre. Intensidades máximas admisibles.**
 - 4.2 Conductores de aluminio. Intensidades máximas admisibles.**
 - 4.3 Factores de corrección.**
 - 4.3.1 Generalidades.**
 - 4.3.2 Agrupación de varios cables.**
 - 4.3.3 Cables expuestos directamente al sol.**
 - 4.3.4 Cable instalado dentro de un tubo.**
 - 4.3.5 Factores de corrección en función de la temperatura ambiente.**
- 5. CABLES CONCÉNTRICOS DE COBRE.**
- 6. OTROS CABLES.**

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las intensidades máximas admisibles que figuran en los siguientes apartados de esta Instrucción se aplican a los conductores desnudos o a los cables aislados de tensión nominal de aislamiento de 1.000 V, instalados según sistemas de instalación normalmente utilizados en redes aéreas o sistemas de instalación, que por las condiciones existentes de disipación de calor puedan considerarse como equivalentes.

A estos efectos, para los cables aislados, se consideran como equivalentes los siguientes sistemas de instalación:

- Al aire, sobre postes o apoyos, poleas o aisladores o con cable fiador.
- En bandejas perforadas.
- Directamente empotrados bajo el enlucido, albañilería o en muros o suelos de hormigón, etc. Los valores de las tablas no son válidos para el caso en que el cable esté directamente empotrado en materiales de construcción de características de aislamiento térmico muy elevadas, tales como lana de vidrio, poliestireno, u otros aislantes térmicos.

- Directamente graneados sobre las paredes o muros.
- En zanjas o atarjeas abiertas o ventiladas. Se considera en este caso que la sección transversal de la zanja o atarjea es muy grande comparada con la sección total de todos los cables instalados.

2. CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE Y ALUMINIO

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

TABLA I — DENSIDAD DE CORRIENTE EN A/mm² PARA CONDUCTORES DESNUDOS AL AIRE

Sección nominal mm ²	Densidad de corriente. Amperios/mm ²	
	Cobre	Aluminio
6	9,00	—
10	8,75	—
16	7,60	6,00
25	6,35	5,00
35	5,75	4,55
50	5,10	4,00
70	4,50	3,55
95	4,05	3,20
125	3,70	2,90
160	3,40	2,70
200	3,20	2,50
250	2,90	2,30
300	2,75	2,15
400	2,50	1,95
500	2,30	1,80
600	2,10	1,65

Para conductores de otra naturaleza, la densidad de corriente máxima admisible se obtendrá multiplicando la fijada en la tabla anterior, para la misma sección de cobre, por un coeficiente igual a:

$$\sqrt{\frac{1,759}{p}}$$

siendo p la resistividad a 20° C del conductor de que se trate, expresada en microohmios-centímetro.

3. CABLES AISLADOS DE COBRE Y DE ALUMINIO DEL TIPO TRENZADO EN HAZ

3.1 Intensidades máximas admisibles

En la Tabla II figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente para este tipo de cables en condiciones normales de instalación.

Las condiciones normales de instalación se definen como un solo cable tripular, o tetrapolar, instalado al aire libre en una disposición que permita una eficaz renovación de aire, y a una temperatura ambiente de 40 ° C.

Para otras condiciones diferentes, en el apartado 3.2 figuran los factores de corrección apropiados.

TABLA II—INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES AISLADOS TRENZADOS EN HAZ (servicio permanente)

t = 40° C

Sección nominal mm ²	Naturaleza del conductor			
	Cobre		Aluminio	
	Tipo de aislamiento			
	V	Ril	V	Ril
4	36	41	—	—
6	47	52	—	—
10	64	72	50	56
16	86	95	67	75
25	115	130	89	100
35	140	155	110	120
50	170	190	135	150
70	220	245	170	190
95	265	295	205	230
120	—	—	240	265
150	—	—	275	305

V = Policloruro de vinilo.
R = Polietileno reticulado.
I = Polietileno clorosulfonado.

3.2 Factores de corrección

En la Tabla III figuran los factores de corrección, de la intensidad máxima admisible, en caso de agrupación de varios cables tri o tetrapolares del tipo trenzado en haz, al aire. Estos factores se aplican a cables separados entre sí una distancia comprendida entre un cuarto de diámetro y un diámetro, tendidos sensiblemente en horizontal y en un mismo plano vertical.

TABLA III—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CASO DE AGRUPACIÓN DE CABLES AISLADOS DEL TIPO TRENZADO EN HAZ

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



Se considera como diámetro de un cable trenzado el de su círculo circunscrito.

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

TABLA IV—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA CABLES AISLADOS DEL TIPO TRENZADO EN HAZ EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Temperatura °C	20	25	30	35	40	45	50
Aislados con policloruro de vinilo	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86
Aislados con polietileno reticulado o clorosulfonado	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89

4. CABLES AISLADOS NO TRENZADOS

Las prescripciones y tablas de los apartados siguientes se refieren a los cables aislados no trenzados instalados en redes aéreas o sistemas de instalación equivalentes.

4.1 Conductores de cobre. Intensidades máximas admisibles

Las condiciones normales de instalación para un cable tri o tetrapolar, un terno de cables unipolares en contacto mutuo, un cable bipolar o dos unipolares en contacto mutuo, instalados

al aire, o sistema de instalación equivalente, consisten en considerar una temperatura ambiente de 40° C, y una disposición que permita una eficaz renovación del aire. La intensidad máxima admisible para estas condiciones figura en la Tabla V, según el tipo de aislamiento. Para los cables aislados con papel impregnado, los valores de la tabla se refieren al caso en que los cables constitutivos de un mismo terno, estén separados una distancia igual a un diámetro.

4.2 Conductores de aluminio. Intensidades máximas admisibles

Las condiciones normales de instalación son las mismas que las definidas en el apartado 4.1 para los cables con conductores de cobre. La intensidad máxima admisible figura en la Tabla VI, según el tipo de aislamiento.

TABLA V — INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES AISLADOS CON CONDUCTORES DE COBRE, INSTALADOS AL AIRE (servicio permanente) $t = 40^{\circ}\text{C}$

Sección nominal mm^2	1 cable unipolar					1 cable tripolar o tetrapolar					2 cables unipolares					1 cable tripolar				
	V	S	D	R	P	V	S	D	R	P	V	S	D	R	P	V	S	D	R	P
1.5	16	18	18	18	30	15	17	17	17	15	22	25	27	27	27	20	23	25	25	25
2.5	22	25	26	26	38	21	24	25	25	18	30	34	36	36	36	26	30	33	33	33
4	30	34	35	35	48	28	32	34	34	25	40	45	48	48	48	35	40	44	44	44
6	38	44	45	46	62	36	41	43	44	35	50	60	64	64	64	45	55	58	58	58
10	53	61	62	64	86	50	57	60	61	50	70	80	85	85	85	65	75	79	79	79
16	71	81	83	86	102	65	75	80	82	70	95	105	115	115	115	85	95	103	103	103
25	96	110	115	120	130	87	100	106	110	90	125	145	155	155	155	115	130	138	138	138
35	115	135	140	145	160	105	120	130	135	110	155	175	190	190	190	140	160	170	170	170
50	145	165	175	180	195	130	150	160	165	140	185	210	225	225	225	165	190	200	200	200
70	185	215	225	230	250	165	190	200	210	160	230	265	280	285	285	205	240	255	255	255
95	235	270	280	285	305	205	235	250	260	220	285	325	345	350	350	255	295	310	310	310
120	275	315	325	335	350	240	275	290	300	250	330	380	400	405	405	295	345	360	360	360
150	315	360	375	385	410	275	315	335	350	295	375	430	455	465	465	340	390	410	415	415
185	365	420	440	450	485	315	365	385	400	335	430	490	525	535	535	390	450	475	485	485
240	435	490	515	535	530	370	435	460	475	380	505	580	615	630	630	460	530	560	565	565
300	500	570	595	615	605	425	485	520	545	440	580	670	710	730	730	535	615	650	660	660
400	585	660	700	720	675	495	575	610	645	500	685	770	815	840	840	620	715	760	770	770
500	665	760	800	825	745	—	—	—	—	—	760	865	915	950	950	—	—	—	—	—
630	765	870	915	950	810	—	—	—	—	—	880	1015	1080	1100	1100	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	875	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tipos de aislamiento

- V = Poliolefinas de alto punto de fusión.
 S = Goma butilo (IIR).
 D = Etileno-propileno.
 R = Polietileno reticulado.
 P = Papel impregnado.

(*) Incluye además, el conductor neutro, si existe.

**TABLA VI — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES AISLADOS CON CONDUCTORES DE ALUMINIO
INSTALADOS AL AIRE (servicio permanente) t = 40 °C**

Sección nominal (mm²)	1 grupo de cables unipolares (1)						1 cable triángulo o tetrapolar						2 cables unipolares						1 cable bipolar					
	TIPO DE AISLAMIENTO																							
	V	B	D	H	P		V	B	D	R	F	V	B	D	R	V	B	D	R	V	B	D	R	
10	41	47	48	50	62		39	44	47	48	39	55	62	66	66	66	51	58	62	66	51	58	62	62
15	55	63	65	67	80		51	59	63	64	55	74	82	86	86	86	66	74	80	90	66	74	80	80
25	75	86	90	93	101		68	78	82	86	70	97	113	121	121	121	90	101	108	121	90	101	108	108
35	90	105	110	115	123		82	94	100	105	86	121	136	146	148	148	109	125	133	148	109	125	133	133
50	115	130	135	140	152		100	113	125	130	109	144	164	176	176	176	129	148	156	176	129	148	156	156
70	145	165	175	180	195		130	150	155	165	140	179	207	218	222	222	160	187	199	222	160	187	199	199
95	180	210	215	220	238		160	185	195	205	172	222	253	269	273	273	199	230	242	273	199	230	242	242
120	215	245	250	255	273		185	215	225	235	195	257	298	312	316	316	230	269	281	316	230	269	281	281
150	245	280	290	300	320		215	245	260	275	230	292	335	355	363	363	265	304	320	363	265	304	320	324
185	285	330	345	350	363		245	285	300	315	261	335	382	410	417	417	304	351	371	417	304	351	371	378
240	340	380	400	420	413		290	340	360	370	296	394	452	480	491	491	359	413	437	491	359	413	437	441
300	390	445	465	480	472		335	385	405	425	343	452	523	554	569	569	417	480	507	569	417	480	507	515
400	455	515	545	560	527		385	450	475	505	390	519	600	636	655	655	484	556	593	655	484	556	593	601
500	520	595	625	645	581		—	—	—	—	—	593	675	714	741	741	—	—	—	—	—	—	—	—
630	600	680	715	740	632		—	—	—	—	—	686	792	842	856	856	—	—	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	683		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	722		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tipos de aislamiento

- V = Polietileno de baja densidad
- B = Polietileno de alta densidad
- D = Etileno propileno
- H = Polipropileno
- P = Papel impregnado

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

4.3 Factores de corrección

4.3.1 Generalidades

La intensidad máxima admisible deducida de las tablas V y VI, deberá corregirse teniendo en cuenta las características de la instalación que difieran de las condiciones normales, de forma que el incremento de temperatura provocado por la corriente eléctrica, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la admitida por el aislamiento y que se expresa en la Tabla VII.

TABLA VII—TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR SEGÚN EL TIPO DE AISLAMIENTO

TIPO DE AISLAMIENTO	V	B	D	R	P
TEMPERATURA MÁXIMA EN EL CONDUCTOR °C	75	85	90	90	80

V = Policloruro de vinilo.
B = Goma butílica.
D = Etileno - propileno.
R = Polietileno reticulado.
P = Papel impregnado.

4.3.2 Agrupación de varios cables

En la Tabla VIII se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para una agrupación de ternos de unipolares en contacto mutuo o de cables multipolares, con una separación comprendida entre un cuarto de diámetro y un diámetro, suponiendo su instalación en bandeja perforada de forma que el aire pueda circular libremente entre los cables. Se considera como diámetro de un terno de cables el de la circunferencia circunscrita al mismo.

TABLA VII—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR AGRUPACIÓN DE CABLES AISLADOS EN BANDEJA PERFORADA

Número de cables o ternos dispuestos verticalmente	Número de cables o ternos dispuestos horizontalmente			
	1	2	3	más de 3
1	1.00	0.93	0.87	0.83
2	0.89	0.83	0.79	0.75
3	0.80	0.76	0.72	0.69
más de 3	0.75	0.70	0.66	0.64

En la Tabla IX se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para otras agrupaciones de cables aislados al aire, en contacto mutuo o separados un diámetro en bandeja continua o perforada.

TABLA IX—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA OTRAS AGRUPACIONES DE CABLES AISLADOS

Disposición		Número de cables o ternos		
		2	3	más de 3
En contacto mutuo		0.85	0.80	0.75
Separados un diámetro sobre bandeja continua		0.90	0.85	0.80
Separados un diámetro sobre bandeja perforada		0.95	0.90	0.85

4.3.3 Cables expuestos directamente al sol

El factor de corrección en este caso es muy variable ya que depende del diámetro del cable, disposición horizontal o vertical del mismo, tiempo de insolación, latitud del lugar, etc. Como factor medio recomendable en los casos en que sea necesario, puede tomarse el valor de 0,90.

4.3. Cable instalado dentro de un tubo

Para cables instalados bajo tubo, tanto si éste se instala al aire (por ejemplo, sobre paredes o muros) o empotrado o en huecos de la construcción, etc., el factor de corrección será de 0,80. Este valor no es válido en el caso en que el tubo esté empotrado en materiales de características de aislamiento térmico muy elevados tales como lana de vidrio, poliestireno u otros aislantes térmicos.

4.3.5 Factores de corrección en función de la temperatura ambiente

En la Tabla X se indican los factores de corrección en función de la temperatura ambiente, según el tipo de aislamiento.

TABLA X—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

TIPO DE AISLAMIENTO	TEMPERATURA °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
V	1,33	1,28	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86
B	1,30	1,25	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88
D	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90
R	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90
P	1,33	1,28	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86

5. CABLES CONCÉNTRICOS DE COBRE

En la Tabla XI figuran los valores de la intensidad máxima admisible para cables concéntricos de conductores de cobre con aislamiento de policloruro de vinilo.

TABLA XI—INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CONCÉNTRICOS CON CONDUCTORES DE COBRE Y AISLAMIENTO DE PVC

Sección nominal mm²	Un cable al aire	Un cable bajo tubo
1,5	17	14
2,5	23	19
4	31	25
6	40	32
10	55	44

Para este tipo de cables es válido todo lo referente a factores de corrección de la intensidad máxima admisible explicado en el apartado 4.3 de esta misma Instrucción.

6. OTROS CABLES

Para cualquier otro tipo de cables no contemplado en esta Instrucción, otras composiciones u otros sistemas de instalación así como para cables de secciones superiores a la máxima que figura en las tablas anteriores, deberá consultarse la última edición publicada por el IRANOR de la norma UNE correspondiente: En caso de no existir norma UNE aplicable, pueden utilizarse los valores que figuran en las tablas de la Instrucción MI BT 017.

INSTRUCCIÓN MI BT 005

REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Materiales

INDICE

1. CONDICIONES GENERALES

2. CONDUCTORES.

1. CONDICIONES GENERALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en la Instrucción MI BT 044 y con lo indicado en la presente Instrucción.

2. CONDUCTORES

Los conductores utilizados en las redes subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con papel impregnado o materias plásticas o elastómeros adecuadas. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los conductores podrán ser unipolares o no y su tensión nominal no será inferior a 1.000 voltios. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 milímetros cuadrados para conductores de cobre, y a 10 milímetros cuadrados para los de aluminio.

La sección mínima del conductor neutro será la que a continuación se especifica:

a) En distribuciones monofásicas o de corriente continua:

— A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.

— A tres hilos: hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones superiores, mitad de la sección de los conductores de fase o polares, con un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.

b) En distribuciones trifásicas:

— A dos hilos (fase y neutro): igual a la del conductor de fase.

— A tres hilos (dos fases y neutro): igual a la sección de los conductores de fase.

— A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 10 milímetros cuadrados de cobre o 16 milímetros cuadrados de aluminio, igual a la sección de los conductores de fase; para secciones superiores, mitad de la sección de los conductores de fase, con

un mínimo de 10 milímetros cuadrados para el cobre y 16 milímetros cuadrados para el aluminio.

REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Ejecución de las instalaciones

INDICE

- 1. EMPALMES Y CONEXIONES.**
- 2. INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES.**
- 3. PROTECCIÓN. SECCIONAMIENTO.**
- 4. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO Y CONEXIÓN DE ESTE A LAS ENVOLVENTES METÁLICAS DE PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.**
- 5. CONTINUIDAD DEL NEUTRO.**
- 6. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.**
- 7. CRUZAMIENTOS.**
- 8. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.**

1. EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, así como de su envolvente metálica, cuando exista. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

2. INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores se instalarán en el fondo de zanjas convenientemente preparadas que, en zonas urbanizadas, se abrirán preferentemente a lo largo de vías públicas y, siempre que sea posible, en los paseos o aceras. Se rodearán de arena o tierra cribada y se instalarán de forma que no pueda perjudicarles la presión o asientos del terreno. A unos 10 centímetros por encima de los conductores se colocará una cobertura de aviso y protección contra los golpes de pico, constituida por ladrillos, piezas cerámicas, placas de hormigón u otros materiales adecuados.

Podrán instalarse también en el interior de conductos enterrados. En este caso sólo deberá disponerse un cable (o un conjunto de conductores unipolares que constituyan un sistema) por conducto, y se establecerán registros suficientes y convenientemente dispuestos de modo que la sustitución, reposición o ampliación de los conductores pueda efectuarse fácilmente.

La profundidad mínima de instalación de los conductores directamente enterrados o dispuestos en conductos será de 0,60 metros, salvo lo dispuesto en el Capítulo 6 para los

cruzamientos. La profundidad indicada podrá reducirse en casos especiales debidamente justificados, sin perjuicio de mantener la conveniente protección de los conductores.

3. PROTECCIÓN. SECCIONAMIENTO

Se colocarán cortacircuitos fusibles de calibre adecuado para la protección de las derivaciones en el arranque de las mismas, siempre que exista una reducción de la intensidad de corriente admisible en éstas, ya sea debido a cambio de tipo de conductor, a reducción de sección o a distintas condiciones de instalación y siempre que no exista protección anterior que, por sus características sirviera para la protección de la derivación. Únicamente en las derivaciones de pequeña longitud (por ejemplo, acometidas), y para facilitar su instalación y revisión, se admitirá que la protección esté confiada a los fusibles instalados en el extremo final de la derivación.

Los dispositivos de protección indicados anteriormente, serán considerados como elementos de seccionamiento de las redes a efectos de lo dispuesto en el Reglamento vigente de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

Cuando los fusibles sean exteriores a locales afectos a un servicio eléctrico, se instalarán en cajas apropiadas dispuestas sobre el suelo o enterradas, y podrán ser metálicas o de otros materiales adecuados con la resistencia mecánica y estanquidad necesarias. Sus dimensiones y disposición deberán permitir la fácil maniobra en los fusibles.

4. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO Y CONEXIÓN DE ESTE A LAS ENVOLVENTES METÁLICAS DE PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el centro de transformación o central generadora de alimentación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión. Fuera del centro de transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

Para las puestas a tierra del conductor neutro en cables subterráneos con envueltas metálicas en puntos exteriores a los centros de transformación o centrales generadoras, deberá tenerse presente lo dispuesto para las citadas instalaciones en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, en relación con la tierra del neutro de Baja Tensión y la tierra de protección con las envolventes metálicas de los conductores subterráneos para Baja Tensión.

Cuando las puestas a tierra del neutro y de protección para las envueltas metálicas de los conductores de Baja Tensión, sean comunes en el centro de transformación o central generadora, el neutro se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 200 metros, preferentemente en las cajas de seccionamiento. La envolvente metálica de protección de los cables cuando exista, se conectará al neutro y a la masa en todas las cajas de seccionamiento.

Cuando el citado Reglamento de Alta Tensión imponga la separación entre las tierras mencionadas, el conductor neutro deberá mantenerse aislado de la envolvente metálica del cable. Su puesta a tierra podrá realizarse en las cajas de seccionamiento o de empalmes, separándola de las tomas de tierra que puedan presentar las citadas cajas o envolventes metálicas del cable.

5. CONTINUIDAD DEL NEUTRO

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación:

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

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

6. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los conductores subterráneos deberán cumplir, además de las condiciones señaladas en los Capítulos 7 y 8 de la presente Instrucción, las condiciones que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponer otros organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por los tendidos de conductores subterráneos de B. T.

7. CRUZAMIENTOS

A continuación se fijan, para cada uno de los casos que se indican, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de conductores subterráneos. Es de aplicación lo dispuesto en la Instrucción MI BT 003, sobre condiciones especiales que puedan imponer otros organismos.

CRUZAMIENTOS

CONDICIONES

Con calles y carreteras Los conductores se colocarán en conductos a una profundidad mínima de 0,80 metros. Los conductos serán resistentes y duraderos y tendrán un diámetro que permita deslizar fácilmente por su interior los conductores.

Bajo aguas permanentes Los conductores se colocarán en el fondo del lecho, debiendo emplearse conductores de constitución apropiada y dispuestos de forma que no perturben la circulación de las embarcaciones, ni pongan en peligro la seguridad de las personas que las utilicen o transiten por las márgenes.

Bajo aguas circunstanciales - Se seguirá lo indicado para calles y carreteras, aumentando a profundidad a 1 metro.

Con ferrocarriles Los cruzamientos se efectuarán en conductos, siempre que sea posible, normalmente a la vía y a una profundidad mínima de 1.30 metros con respecto a la cara inferior de la traviesa.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril.

Con otros conductores de energía subterráneos En los cruzamientos de los conductores de Baja Tensión con otros de Alta Tensión, la distancia entre ellos debe ser igual o superior a 0,25 metros. En caso de que esta distancia no pueda respetarse, los conductores de Baja Tensión irán separados de los de Alta mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia.

En los cruzamientos entre los conductores de Baja Tensión de empresas de distribución diferentes, se observará lo dispuesto en el párrafo anterior, considerando a este efecto como de Alta Tensión los de la empresa que los hubiese instalado anteriormente.

Con cables de telecomunicación- Los conductores de Baja Tensión se instalarán en tubos o conductos, de adecuada resistencia mecánica, a una distancia mínima de 0,20 metros de los cables de telecomunicación.

Con canalizaciones de gas y agua Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 metros.

8. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los conductores subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que a continuación se indican:

PROXIMIDAD

CONDICIONES

Con otros conductores de energía eléctrica Los conductores de Baja Tensión podrán instalarse paralelamente a otros de Alta Tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 metros. Cuando esta distancia no pueda respetarse se establecerá, entre los cables de Alta y Baja Tensión, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles, de adecuada resistencia mecánica, o bien se establecerá alguno de ellos por el interior de tubos o conductos de iguales características.

Con cables de telecomunicación- Los conductores de Baja Tensión deberán estar separados de los cables de telecomunicación a una distancia de 0,20 metros. Cuando esta distancia sea inferior al valor citado, los conductores de Baja Tensión deberán establecerse en el interior de tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Con canalizaciones de gas y agua Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de las canalizaciones no inferior a 0,20 metros. Si por motivos especiales, esta distancia no pudiera respetarse, los conductores se establecerán en el interior de tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán, además, las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos, galerías y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos.

INSTRUCCIÓN MI BT 007

REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Intensidades máximas admisibles

INDICE

1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
2. **CONDUCTORES DE COBRE.**
3. **CONDUCTORES DE ALUMINIO.**
4. **FACTORES DE CORRECCIÓN.**
 - 4.1 Generalidades.
 - 4.2 Varios cables en la misma zanja.
 - 4.3 Cable entubado.
 - 4.4 Cables en conductos multitubulares.
 - 4.5 Factores de corrección en función de la temperatura del terreno.
 - 4.6 Factores de corrección en función de la resistividad térmica.
5. **OTROS CABLES.**

1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Esta Instrucción se refiere a los cables aislados, de tensión nominal de aislamiento de 1.000 V y sistemas de instalación normalmente empleados en las redes subterráneas para distribución de energía eléctrica.

Las condiciones normales de instalación consisten en un solo cable tri o tetrapolar o un terno de cables unipolares en contacto mutuo, o un cable bipolar o dos cables unipolares en contacto mutuo, enterrados en un terreno a una temperatura de 25° C y con una resistividad térmica de $100 \frac{^{\circ}C \cdot cm}{W}$

Las tablas que figuran en los apartados siguientes han sido calculadas de acuerdo con estas condiciones, excepto los valores referentes a los cables de papel impregnado, en los que se supone que los cables unipolares constitutivos de un mismo terno, están separados una distancia equivalente a un ladrillo (7-8 cm).

2. **CONDUCTORES DE COBRE**

Los valores de la intensidad máxima admisible para cables con conductores de cobre, en instalación enterrada, según sea su tipo de aislamiento, figuran en la Tabla I.

3. **CONDUCTORES DE ALUMINIO**

Los valores de la intensidad máxima admisible para cables con conductores de aluminio, en instalación enterrada, según sea su tipo de aislamiento, figuran en la Tabla II.

TABLA I — INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE, EN INSTALACION ENTERRADA (servicio permanente)

Sección nominal mm ²	1 Tipo de cables unipolares (*)					1 cable tripartito o tetrapolar					2 cables unipolares					1 cable bipolar				
	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P
6	63	68	70	72	75	56	61	64	66	54	90	98	103	105	75	80	84	86	86	86
10	85	91	94	96	98	75	82	85	88	72	120	130	135	140	96	105	112	115	115	115
16	110	119	120	125	125	97	105	110	115	95	160	170	180	185	125	140	148	150	150	150
25	140	150	155	160	160	125	136	140	150	125	205	225	230	240	165	175	185	190	190	190
35	170	180	185	190	190	150	165	175	180	150	245	270	280	290	195	215	225	230	230	230
50	200	215	225	230	235	180	195	205	215	190	285	310	325	335	230	250	260	270	270	270
70	245	260	270	280	285	220	240	250	260	230	355	385	400	415	280	305	315	325	325	325
95	290	315	325	335	340	265	290	305	310	270	425	465	480	500	340	365	375	385	385	385
120	335	360	375	380	375	305	335	350	355	305	485	530	545	565	385	415	430	440	440	440
150	370	400	415	425	430	340	370	390	400	350	545	595	610	630	430	465	480	495	495	495
185	420	450	470	480	480	385	420	440	450	395	610	665	690	715	480	520	540	555	555	555
240	465	500	520	530	540	445	485	505	520	445	710	775	800	830	555	605	625	635	635	635
300	550	590	610	620	600	505	550	565	590	500	800	870	900	935	630	680	705	720	720	720
400	615	670	690	705	660	570	615	645	665	555	910	995	1025	1060	710	775	800	815	815	815
500	685	745	775	790	720	—	—	—	—	—	1015	1085	1135	1175	—	—	—	—	—	—
630	770	840	870	885	770	—	—	—	—	—	1165	1270	1315	1350	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	820	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	870	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tipos de aislamiento:

- V = Polietileno de alto voltaje
- B = Goma butílica (butyl)
- D = PVC (vinilo) rígido
- R = PVC (vinilo) rígido
- P = Papel impregnado

(*) Incluye además el conductor neutro si existe

TABLA II — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES CON CONDUCTORES DE ALUMINIO EN INSTALACION ENTERRADA (servicio permanente)

Sección nominal mm ²	1 Tema de cables enterrados (1)					1 cable tripolar o tetrapolar					2 cables unipolares					1 cable bipolar				
	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P	V	B	D	R	P
10	56	71	73	75	76	58	64	66	69	55	94	101	105	109	76	82	87	90	82	87
16	86	90	94	97	98	76	82	86	90	74	125	133	140	144	97	109	115	117	109	115
25	110	115	120	125	125	98	105	110	115	98	160	175	179	187	129	137	144	148	137	144
35	130	140	145	150	148	120	130	135	140	117	191	211	216	226	152	166	176	179	166	176
50	155	165	175	180	183	140	150	160	165	148	222	242	254	261	179	195	203	211	195	203
70	190	205	215	220	222	170	190	200	205	179	277	300	312	324	218	238	246	254	238	246
95	225	245	255	260	265	210	225	235	240	211	331	363	374	390	265	285	293	300	285	293
120	260	280	290	295	293	235	260	270	275	238	378	413	425	441	300	324	335	343	324	335
150	290	310	325	330	335	265	290	305	310	273	425	464	476	491	335	363	374	386	363	374
185	325	350	365	375	374	300	330	345	350	308	476	519	538	558	374	406	421	433	406	421
240	380	405	420	430	421	350	380	395	405	347	554	605	624	647	433	472	488	495	472	488
300	430	460	475	485	468	395	430	445	460	390	624	679	702	729	491	530	550	562	530	550
400	480	525	540	550	515	445	480	500	520	433	710	776	800	827	554	605	624	636	605	624
500	535	580	605	615	561	—	—	—	—	—	792	854	885	917	—	—	—	—	—	—
630	600	655	680	690	601	—	—	—	—	—	909	990	1026	1053	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	679	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tipo de aislamiento:

V = Polietileno de baja densidad
B = Goma butílica (Burlin)
D = Etileno-propileno
R = Polietileno reticulado
P = Papel impregnado

(1) Incluyen además, el conductor neutro, si existe.

4. FACTORES DE CORRECCIÓN

4.1 Generalidades

La intensidad máxima admisible deducida de las Tablas I y II, deberá corregirse teniendo en cuenta las características de la instalación que difieran de las condiciones normales, de forma que el incremento de temperatura provocado por la corriente eléctrica no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la admitida por el aislamiento y que figura en la Tabla III.

TABLA III—TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR SEGÚN EL TIPO DE AISLAMIENTO

TIPO DE AISLAMIENTO	V	B	D	R	P
TEMPERATURA MAXIMA EN EL CONDUCTOR °C	75	85	90	90	80

Tipos de aislamiento:

V = Policloruro de vinilo

R = Goma butilica (butil)

D = Etileno - propileno

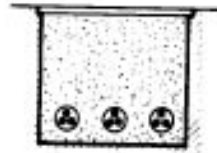
R = Polietileno reticulada

P = Papel impregnado

4.2 Varios cables en la misma zanja

En la Tabla IV figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para varios cables multipolares o ternos de unipolares en contacto mutuo enterrados en la misma zanja, en un mismo plano horizontal, con una separación entre sí de un ladrillo (7-8 cm).

TABLA IV—FACTORES DE PROTECCIÓN PARA VARIOS CABLES ENTERRADOS EN LA MISMA ZANJA



Número de cables o de ternos	2	3	4	5
Factor de corrección	0,85	0,75	0,70	0,60

En caso de instalarse cables o ternos en más de un plano horizontal, se aplicará un coeficiente de 0,90 sobre los valores de la tabla anterior por cada plano horizontal además del primero, suponiendo una separación entre planos de unos 10 centímetros.

4.3 Cable entubado

Para un cable o terno instalado dentro de un tubo directamente enterrado el factor de corrección de la intensidad máxima admisible será de 0,80. Igual factor

de corrección se aplicará, sea cual fuere la protección aplicada al cable, siempre que la disposición de la misma dé origen a que el cable no quede en íntimo contacto con la tierra.

4.4 Cables en conductos multitubulares

El factor de corrección depende del tipo de agrupación empleado y varía para cada cable según esté colocado en un tubo central o en la periferia. No obstante, puede estimarse, en general, un factor igual a 0,80 aplicado a los valores de la Tabla IV.

4.5 Factores de corrección en función de la temperatura del terreno

En la Tabla V se indican los factores de corrección en función de la temperatura del terreno, según el tipo de aislamiento.

TABLA V—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERRENO

Tipo de Aislamiento	TEMPERATURA °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
V	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
B	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,81	0,76
D	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
R	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
P	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74

Tipos de aislamiento:

V = Policloruro de vinilo

B = Goma butílica (butil)

D = Etileno - propileno

R = Polietileno reticulada

P = Papel impregnado

4.6 Factores de corrección en función de la resistividad térmica del terreno

En la Tabla VI se indican los factores de corrección de la intensidad máxima admisible que

expresada en $\frac{^{\circ}\text{C cm}}{\text{W}}$

deben aplicarse en función de la resistividad térmica del terreno,

TABLA VI—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO

Resistividad térmica $\frac{^{\circ}\text{C cm}}{\text{W}}$	85	100	120	140	165	200	230	260
Factor de corrección	1,06	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

5. OTROS CABLES

Para cualquier otro tipo de cable no contemplado en esta Instrucción, otras composiciones u otros sistemas de instalación así como para cables de secciones superiores a la máxima que figura en las tablas anteriores, deberá consultarse la última edición publicada por el IRANOR de la norma UNE correspondiente.

PUESTA A NEUTRO DE MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

INDICE

1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.
2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ESQUEMA TN.

1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro,

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra {en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro}.

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separadas.

C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

1.1. Esquema TN.

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

— Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (fig. 1).

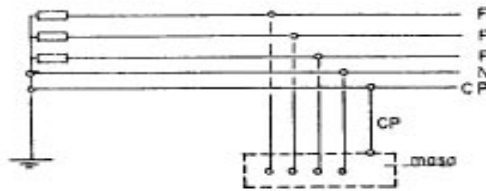


Fig. 1. Esquema TN-S.

— Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (fig. 2).

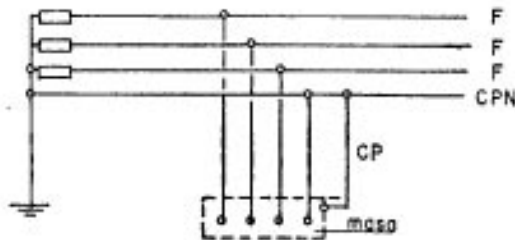


Fig. 2. Esquema TN-C.

— Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (fig. 3).

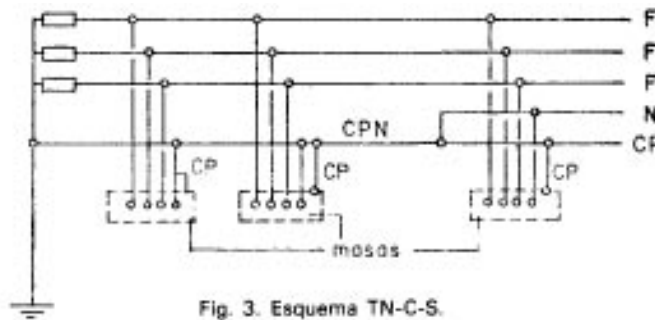


Fig. 3. Esquema TN-C-S.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constuido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

1.2. Esquema TT.

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (fig. 4).

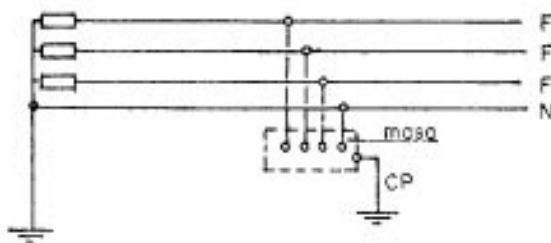


Fig. 4. Esquema TT

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas, voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN. Dicho de otra forma, no se tienen en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

1.3. Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra (fig. 5).

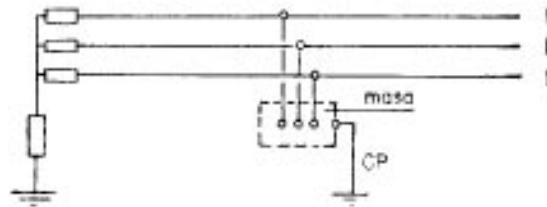


Fig. 5. Esquema IT.

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene, bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

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

1.4. Aplicación de los tres tipos de esquemas.

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red.

El esquema posible para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión será el esquema TT.

b) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

c) No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de

transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3

2. PRESCRIPCIONES ESPECIALES EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ESQUEMA TN

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

a) La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser igual a la indicada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase (mm ²)	Sección nominal del conductor neutro (mm ²)	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

b) En las redes de distribución subterráneas, cuando se utilicen conductores con envuelta protectora de aluminio, podrá utilizarse ésta como conductor neutro, siempre que su sección sea por lo menos eléctricamente equivalente a la sección de los conductores de fase.

c) En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.

d) Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las Instrucciones MI BT 003 y MI BT 006, para las líneas principales y derivaciones serán puestos a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 metros.

e) La resistencia de tierra del neutro no será superior a cinco ohmios en las proximidades de la central generadora o del centro de transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.

f) La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a dos ohmios.

g) Debe procurarse en las redes subterráneas la unión del conductor neutro en las cajas de empalme, terminales, etc., con las canalizaciones metálicas de agua próximas al emplazamiento de estas cajas y terminales.

h) Las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

INSTRUCCIÓN MI BT 009

INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO

I N D I C E

1. INSTALACIONES.

1.1 Modalidades.

1.1.1 Redes subterráneas.

1.1.2 Redes aéreas con conductores desnudos.

1.1.3 Redes sobre fachada.

1.2 Capacidad.

1.2.1 Redes de alimentación para lámparas de incandescencia.

1.2.2 Redes de alimentación para lámparas o tubos de descarga.

1.2.3 Puntos de luz.

1.3 Conexión con las redes de distribución pública.

2. COLUMNAS Y BRAZOS DE LUMINARIAS. ARMADURAS.

2.1 Características y protección.

2.2 Colocación.

2.3 Armaduras.

2.4 Instalaciones eléctricas.

2.5 Puestas a tierra.

3. LUMINARIAS.

3.1 Características.

3.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas.

3.3 Protección y corrección del factor de potencia de las luminarias.

3.4 Conexión a la red de alumbrado público.

1 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO

1.1 Modalidades

Las redes para el alumbrado público serán de una de las tres modalidades siguientes:

1.1.1 Redes subterráneas

Se emplearán los sistemas y materiales normales de las redes subterráneas de distribución. Los conductores se situarán a una profundidad de 0,40 metros, como mínimo, y su sección no será inferior a 6 milímetros cuadrados.

1.1.2 Redes aéreas con conductores desnudos

Se procurará que su tendido sea independiente del de la red de distribución pública y en todo caso no podrá utilizarse ningún conductor de dicha red conjuntamente para ambas. La sección mínima será de 7 milímetros cuadrados.

1.1.3 Redes sobre fachada

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para esta clase de instalaciones. La sección mínima de los conductores será de 2,5 milímetros cuadrados.

1.2 Capacidad

Las redes de alumbrado público se calcularán según los casos siguientes:

1.2.1 Redes de alimentación para lámparas de incandescencia

Se considerará la potencia total en vatios, dimensionándose la red para que no se originen calentamientos ni caldas de tensión superiores a los que se señalan en la Instrucción MI BT 017.

1.2.2 Redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga

Estas redes estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta.

1.2.3 Puntos de luz

Para fijar su número, potencia y situación, se recomienda seguir las NORMAS que, para las instalaciones de ALUMBRADO PUBLICO, tiene editadas el Ministerio de la Vivienda.

1.3 Conexión con las redes de distribución pública

En los puntos de conexión de las redes de alumbrado público con las de distribución pública, se instalarán los dispositivos de protección señalados en la Instrucción MI BT 020.

Si en dichos puntos se colocan interruptores horarios o fotoeléctricos para accionamiento del sistema de alumbrado, se dispondrá, además, un interruptor manual que permita el accionamiento de este sistema con independencia de los dispositivos citados.

2. COLUMNAS Y BRAZOS DE LUMINARIAS, ARMADURAS

2.1 Características y protección

Las columnas y brazos que soportan las luminarias serán de material resistente a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidos contra éstas. Se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones previstas en la Instrucción MI BT 003 con un coeficiente de

seguridad no inferior a 3,5, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento. No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 metros del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección del agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

2.2 Colocación

Los brazos se fijarán a los paramentos de fachadas o a las columnas, y éstas quedarán debidamente empotradas en el suelo, de manera que ofrezcan las condiciones de seguridad necesarias.

2.3 Armaduras

Las armaduras deberán ser resistentes a las acciones de la intemperie y además, asegurarán que los conductores y elementos de conexión queden resguardados de estas acciones.

2.4 Instalación eléctrica

En la instalación eléctrica de las columnas o brazos se observará lo siguiente:

- Se utilizarán conductores aislados, de tensión nominal por lo menos igual a 1.000 voltios.
- La sección mínima de los conductores será de 1,5 milímetros cuadrados.
- Los conductores no tendrán empalmes en el interior de las columnas o brazos.
- En los puntos de entrada, los conductores tendrán una protección suplementaria de material aislante.
- La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerzan sobre los conductores esfuerzos de tracción.

2.5 Puesta a tierra

Las columnas y los apoyos accesibles que soportan las luminarias, estarán unidos a tierra si son metálicos.

3 LUMINARIAS

3.1 Características

Para la elección, exigencias mínimas generales y características de las luminarias, se recomienda seguir las "NORMAS E INSTRUCCIONES PARA ALUMBRADO URBANO" del Ministerio de la Vivienda, anteriormente citadas.

3.2 Instalación eléctrica de luminarias suspendidas

Cuando se trate de luminarias suspendidas, su conexión se realizará mediante conductores flexibles, que penetren en la luminaria, con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los conductores y en los terminales de conexión.

La suspensión de las luminarias se realizará mediante cables de acero de una sección suficiente para que su resistencia mecánica represente amplias garantías de seguridad. Cuando esta suspensión quede sobre líneas de otras instalaciones eléctricas y especialmente sobre líneas de contacto de tranvías, trolebuses, etc., se dispondrán dos cables de igual sección, uno de los cuales será considerado como fiador y colocados ambos de tal forma que no puedan ser afectados en el caso de salida de las pértigas de toma de corriente de tales vehículos.

3.3 Protección y corrección del factor de potencia de las luminarias

Cada luminaria estará dotada de dispositivos de protección contra cortocircuitos. Además, se tomarán las medidas necesarias para la compensación del factor de potencia, cuando el sistema de alumbrado que se utilice lo requiera.

La protección podrá hacerse por grupos de lámparas, siempre que la intensidad total sea menor de 6 amperios, debiendo hacerse individualmente para cada lámpara de intensidad superior a 6 amperios.

3.4 Conexión a la red de alumbrado público

En la conexión de las luminarias, columnas o brazos a la red se emplearán como mínimo, las secciones siguientes:

- Conductores aislados de cobre para modalidad aérea: 1,5 milímetros cuadrados, o sección mecánica equivalente si es de otro material.
- Conductores para modalidad subterránea: 2,5 milímetros cuadrados.

Esta conexión se hará en una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación. Si la caja está en el exterior, su distancia al suelo no será inferior a 0,30 metros o 2,50 metros, según tenga puerta dotada o no de cerradura, debiendo, en el primer caso, estar empotrada en una pared.

INSTRUCCIÓN MI BT 010

SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN **Previsión de cargas**

I N D I C E

- 1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO.**
- 2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS.**
 - 2.1 Electrificación “Mínima”.**
 - 2.2 Electrificación “Media”.**
 - 2.3 Electrificación “Elevada”.**
 - 2.4 Electrificación “Especial”.**
 - 2.5 Determinación del Grado de Electrificación.**
- 3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS.**
 - 3.1 Carga correspondiente al conjunto de viviendas.**
 - 3.2 Carga correspondiente a los servicios generales del edificio.**
 - 3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales del edificio.**
- 4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS, O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS.**
 - 4.1 Edificios comerciales o de oficinas.**
 - 4.2 Edificios destinados a concentración de industrias.**
- 5. PREVISIÓN DE CARGAS.**
- 6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS.**

1. CLASIFICACIÓN DE LOS LUGARES DE CONSUMO

Se establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas.

- Edificios comerciales o de oficinas.
- Edificios públicos (teatros, cines, etc.).
- Edificios destinados a una industria específica.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

2. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

La carga por vivienda depende del grado de electrificación que quiera alcanzarse. A efectos de la previsión de carga por vivienda, se establecen los siguientes grados de electrificación:

2.1 Electrificación «Mínima»

Permite la utilización de alumbrado, lavadora sin calentador eléctrico de agua incorporado, nevera, plancha, radio, televisor y pequeños aparatos electrodomésticos. Previsión de demanda máxima total: 3.000 vatios.

2.2 Electrificación «Media»

Permite la utilización de alumbrado, cocina eléctrica, cualquier tipo de lavadora, calentador eléctrico de agua, nevera, radio, televisor y otros aparatos electrodomésticos. Previsión de demanda máxima total: 5.000 vatios.

2.3 Electrificación «Elevada»

Permite además de la utilización de los aparatos correspondientes a la electrificación «Media», la instalación de un sistema de calefacción eléctrica y de acondicionamiento de aire. Previsión de demanda máxima total: 8.000 vatios.

2.4 Electrificación «Especial»

Es la que corresponde a aquellas viviendas dotadas de aparatos electrodomésticos en gran número o de potencias unitarias elevadas, o de un sistema de calefacción eléctrica y de acondicionamiento de aire de gran consumo. Previsión de demanda máxima total: a determinar en cada caso.

2.5 Determinación del grado de electrificación

El grado de electrificación de las viviendas será el que, de acuerdo con las utilidades anteriores determine el propietario del edificio. Sin embargo, como mínimo, dependerá de la superficie de la vivienda de acuerdo con el siguiente cuadro:

Grados de electrificación	Límite de aplicaciones (superficie máxima en m ²)
Minima	80
Media	150
Elevada	200

3. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas, resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de la de los servicios generales del edificio y de la correspondiente a los locales comerciales. Cada una de estas cargas se calculará de la forma siguiente:

3.1 Carga correspondiente al conjunto de viviendas

Se obtendrá multiplicando el número de ellas por la demanda máxima prevista por vivienda, señalada en el Capítulo 2. Este valor vendrá afectado por un coeficiente de simultaneidad que corresponde aplicar por razón de la no coincidencia de las demandas máximas de cada vivienda. En el cuadro que sigue se dan los valores de este coeficiente en función del número de viviendas.

Número de abonados	Coeficiente de simultaneidad	
	Electrificación mínima y media	Electrificación elevada y especial
2 a 4	1	0,8
5 a 15	0,8	0,7
16 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

3.2 Carga correspondiente a los servicios generales del edificio

Será la suma de la potencia instalada en ascensores, montacargas, alumbrado de portal, caja de escalera y en todo servicio eléctrico general del edificio.

3.3 Carga correspondiente a los locales comerciales del edificio

Se calculará a base de 100 vatios por metro cuadrado, con un mínimo por abonado, de 3.000 vatios.

4. CARGA TOTAL CORRESPONDIENTE A EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS, O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS

En general, la demanda de potencia determinará la carga a prever en estos edificios. En ausencia de datos sobre esta potencia, se tomarán como mínimo los siguientes valores:

4.1 Edificios comerciales y de oficinas

100 vatios por metro cuadrado y por planta, con un mínimo por abonado de 5.000 vatios.

4.2 Edificios destinados a concentración de industrias

125 vatios por metro cuadrado y por planta.

5. PREVISIÓN DE CARGAS

La previsión de los consumos y cargas a que se hace referencia en los Artículos 16 y 17 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se hará de acuerdo con lo dispuesto en los Capítulos 2, 3 y 4 de la presente Instrucción.

6. SUMINISTROS MONOFÁSICOS

Las Empresas distribuidoras vendrán obligadas, siempre que lo solicite el abonado, a efectuar el suministro de la energía de forma que permita el funcionamiento de cualquier receptor monofásico de hasta 3 kilovatios de potencia, a la tensión de 220 V.

INSTRUCCIÓN MI BT 011

INSTALACIONES DE ENLACE **Esquemas acometidas**

I N D I C E

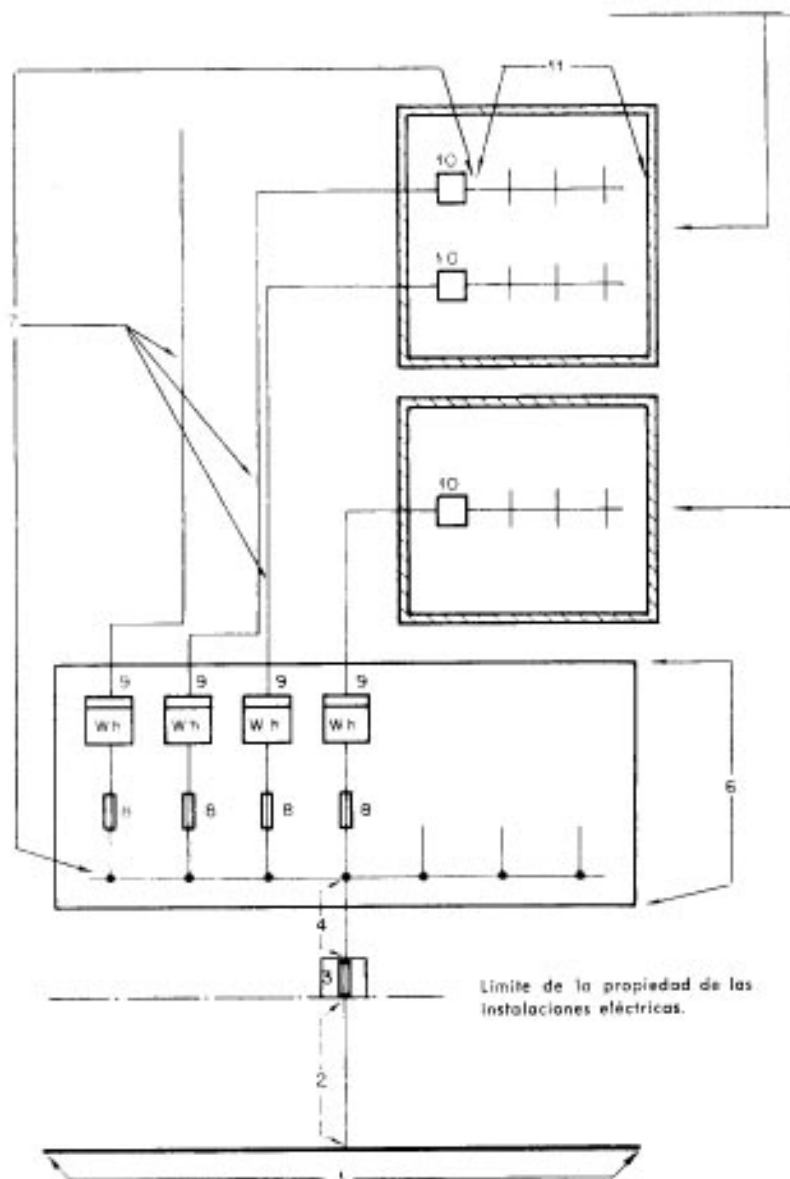
- 1. ESQUEMAS.**
- 2. ACOMETIDAS.**
 - 2.1 Definición.**
 - 2.2 Instalación.**
 - 2.3 Tipos.**
 - 2.4 Características de los conductores.**

1. ESQUEMAS

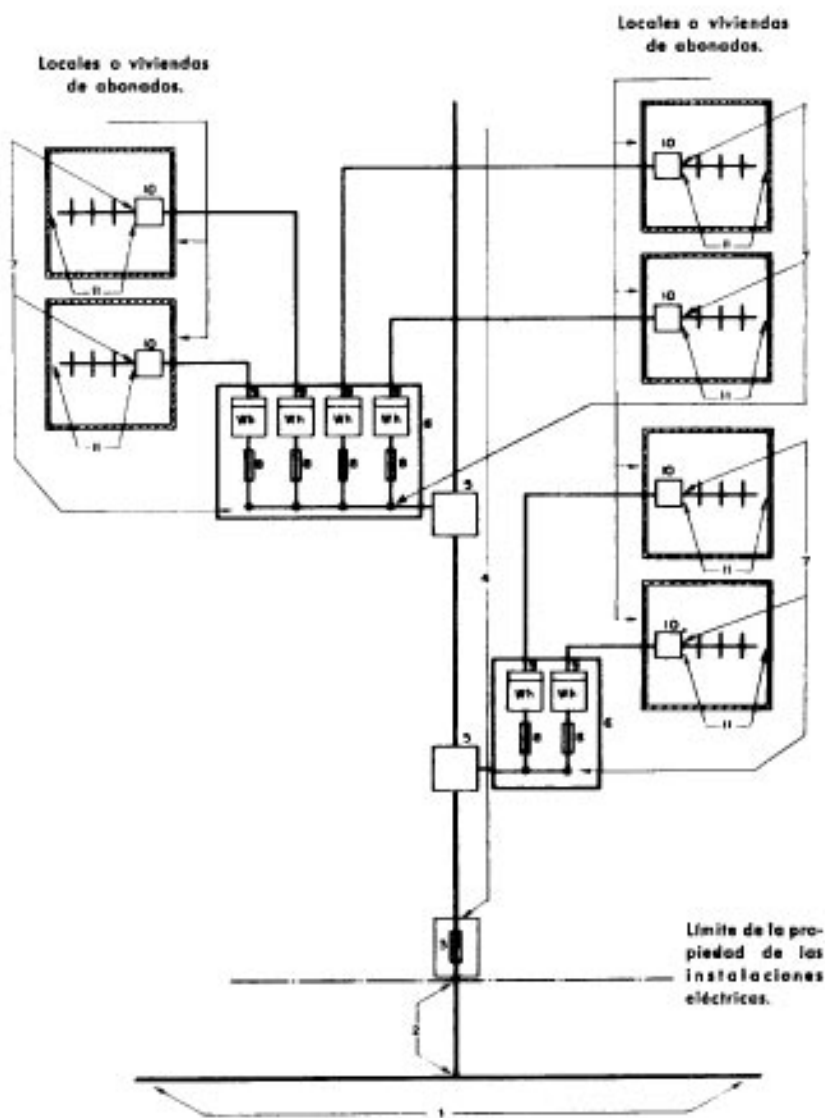
Las instalaciones de enlace entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores, se ajustarán. en principio a los siguientes esquemas según la colocación de los contadores:

COLOCACIÓN DE CONTADORES EN FORMA INDIVIDUAL

Locales o viviendas
de abonados.



CONCENTRACIÓN DE CONTADORES EN FORMA CONCENTRADA POR PLANTAS



1. Red de distribución.
 2. Acometida.
 3. Caja general de protección de la línea repartidora,
 4. Línea repartidora.
 5. Caja de derivación.
 6. Centralización de contadores.
 7. Derivación individual.
 8. Fusible de seguridad (estos fusibles por drán colocarse en las cajas de derivación).
 9. Contador.
 10. Interruptor automático.
 11. Instalación Interior.
- El conjunto de derivación individual e Instalación Interior constituye la Instalación privada

2. ACOMETIDAS

2.1 Definición

Se denomina así a la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja o cajas generales de protección.

2.2 Instalación

En general se dispondrá una sola acometida por edificio; sin embargo, podrán establecerse acometidas independientes para suministros cuyas características especiales así lo aconsejen.

2.3 Tipos

Las acometidas podrán ser aéreas o subterráneas. Los materiales utilizados y su instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en las Instrucciones MI BT para las redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica.

Las acometidas, en todo caso, se realizarán de tal forma que lleguen con conductores aislados a la caja general de protección.

2.4 Características de los conductores

El tipo y naturaleza de los conductores a emplear serán los fijados por las Empresas distribuidoras en sus normas particulares. El número de conductores que forman la acometida será determinado, asimismo, por las citadas empresas en función de las características e importancia del suministro a efectuar.

En lo que se refiere a las secciones de los conductores se calcularán teniendo en cuenta:

- La demanda máxima prevista determinada de acuerdo con la Instrucción MI BT 010.
- La tensión de suministro.
- Las densidades máximas de corriente admisibles para el tipo y condiciones de instalación de los conductores.
- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que la Empresa tenga establecida en su reparto de caídas de tensión en los elementos constitutivos de la red, para que la tensión en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el vigente Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de la Energía.

INSTRUCCIÓN MI BT 012

INSTALACIONES DE ENLACE **Cajas generales de protección**

I N D I C E

1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.

1.1 Colocación.

1.2 Tipos.

1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas repartidoras.

1.1 Colocación

Se fijarán, en cada caso, de acuerdo entre el constructor del edificio, propietario o abonado y la Empresa distribuidora, los puntos de colocación de las cajas generales de protección. Estos puntos serán siempre elegidos en el lugar de tránsito general y de fácil y libre acceso.

Se procurará que la situación elegida sea lo más próxima posible a la red general de distribución y que quede alejada de otras instalaciones, tales como de agua, gas, teléfono, etc., pudiendo colocarse sobre la fachada del inmueble.

1.2 Tipos

Las cajas serán de uno de los tipos establecidos por la Empresa distribuidora en sus normas particulares. Serán precintables y responderán al grado de protección que corresponda, según el lugar de su instalación. Dentro de las cajas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación. Dispondrán también de un borne de conexión para el conductor neutro, que estará aislado o no, según el sistema de protección contra los contactos indirectos aprobado por la Empresa distribuidora y otro borne para la puesta a tierra de la caja en caso de ser ésta metálica.

INSTALACIONES DE ENLACE

Líneas repartidoras

INDICE

1. LÍNEA REPARTIDORA.

1.1 Instalación.

1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales de oficinas o destinados a una concentración de industrias.

1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado.

1.2 Conductores.

1. LÍNEA REPARTIDORA

Cuando esta línea está instalada verticalmente en el interior de un edificio de varias plantas y de la cual se derivan conexiones para los distintos pisos, recibe también el nombre de "columna montante".

1.1 Instalación

1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias

Cuando los contadores se coloquen en forma individual o se prevea su concentración por plantas, la línea repartidora se instalará siguiendo la caja de la escalera, utilizando preferentemente para ello las correspondientes a las escaleras de servicio. En los rellanos de entrada a las viviendas o locales, se dispondrán cajas precintables de derivación, de las cuales partirán las derivaciones individuales que enlazarán con el contador o contadores de cada abonado. En estas cajas de derivación podrán colocarse los fusibles de seguridad.

Cuando los contadores se instalen en forma concentrada en locales o espacios adecuados a este fin, la línea repartidora enlazará la caja general de protección con el lugar de concentración de contadores. La línea repartidora terminará en un embarrado o en unos bornes que quedarán protegidos contra cualquier manipulación indebida. De este embarrado o bornes partirán las conexiones a los fusibles de seguridad de cada derivación individual. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros abonados, no admitiéndose en un mismo tubo ni en cajas de paso o de derivación, circuitos correspondientes a distintos abonados.

En todos los casos, las líneas repartidoras deberán discurrir, siempre que sea posible, por lugares de uso común.

Las líneas repartidoras podrán estar constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos de montaje superficial.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial.

Los tubos que se destinen a contener los conductores de una línea repartidora deberán ser de un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100.

Se recomienda alojar las líneas repartidoras en el interior de una canaladura, preparada exclusivamente con ese fin en la caja de la escalera, que tenga una sección de 30 x 30 centímetros, carezca de cambios de dirección o rotaciones, y esté cerrada convenientemente, pero de forma que sea practicable en todas las plantas desde lugares de uso común.

1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado

En el caso de suministro a un solo abonado, como edificios públicos o destinados a una industria específica, no existen líneas repartidoras; la caja general de protección enlazará directamente con el contador o contadores del abonado. Cada contador enlazará con el correspondiente dispositivo privado de mando y protección.

1.2 Conductores

Las líneas repartidoras destinadas a la conexión de contadores instalados en forma individual o concentrados por plantas y cuando la alimentación a las mismas se realice por su parte inferior, podrán estar constituidas por tramos de diferentes secciones y composición. El número de conductores en cada uno de los tramos será el conveniente a fin de establecer un reparto lo más equilibrado posible de las cargas previsibles sobre los conductores de acometida. Cuando las líneas repartidoras sean alimentadas por su parte superior, deberán tener sección y composición constantes en todo su recorrido.

Los conductores utilizados serán de cobre.

Para el cálculo de la sección de los conductores, se tendrá en cuenta la máxima caída de tensión admisible, que será:

- Para líneas repartidoras destinadas a contadores instalados en forma individual o concentrados por plantas: 1 por 100.
- Para líneas repartidoras destinadas a contadores totalmente concentrados: 0,5 por 100.

Para la sección del conductor neutro se tendrá en cuenta el máximo desequilibrio que pueda preverse y su adecuado comportamiento, en función de las protecciones establecidas, ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse.

La caída de tensión se entiende desde la caja general de protección hasta el arranque de las derivaciones individuales para cada uno de los abonados conectados a la línea repartidora, considerando como carga previsible de cada abonado la correspondiente al grado de electrificación de su vivienda y aplicando los coeficientes de simultaneidad indicados en la Instrucción MI BT 010.

INSTRUCCIÓN MI BT 014

INSTALACIONES DE ENLACE **Derivaciones individuales**

I N D I C E

1. DERIVACIONES INDIVIDUALES.

1.1 Instalación.

1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias.

1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado.

1.2 Conductores.

1. DERIVACIONES INDIVIDUALES

1.1 Instalación

1.1.1 Edificios destinados principalmente a viviendas. Edificios comerciales, de oficinas o destinados a una concentración de industrias

Las derivaciones individuales enlazarán el contador o contadores de cada abonado con los dispositivos privados de mando y protección, no permitiéndose el empleo de un neutro común para distintos abonados.

En todos los casos, las derivaciones individuales deberán discurrir, siempre que sea posible, por lugares de uso común.

Las derivaciones individuales podrán estar constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial.

Los tubos que se destinen a contener los conductores de una derivación individual, deberán ser de un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 por 100. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 23 milímetros en el caso de edificios destinados principalmente a viviendas. En los edificios comerciales destinados a una concentración de industrias, se instalarán dos tubos por abonado, que deberán ser, como mínimo, de 29 milímetros de diámetro.

En cualquier caso es recomendable disponer algún tubo de reserva desde la concentración de contadores hasta las viviendas o locales para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Se recomienda alojar las derivaciones individuales en el interior de una canaladura, preparada exclusivamente con ese fin en la caja de la escalera, que tenga una sección de 30 x 30 centímetros, carezca de cambios de dirección o rotaciones, y esté cerrada convenientemente, pero de forma que sea practicable en todas las plantas desde lugares de uso común.

1.1.2 Edificios destinados a un solo abonado

En el caso de suministro a un solo abonado, como edificios públicos o destinados a una industria específica, no existen derivaciones individuales la caja general de protección enlazará directamente con el contador o contadores del abonado. Cada contador enlazará con el correspondiente dispositivo privado de mando y protección.

1.2 Conductores

El número de conductores vendrá fijado por el de fases necesarias para la utilización de los receptores del abonado, así como por la importancia del suministro. A este respecto se tendrá en cuenta la potencia que en suministro monofásico está obligada a efectuar la Empresa distribuidora si el abonado así lo desea, de acuerdo con la Instrucción MI BT 010.

Los conductores utilizados serán de cobre y, para el cálculo de su sección, se tendrá en cuenta:

- a) La demanda prevista de cada abonado, que será, como mínimo, la fijada por la Instrucción MI BT 010.
- b) La máxima caída de tensión admisible, que será:
 - Para el caso de contadores instalados en forma individual o concentrados por planta: 0,5 por 100.
 - Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1 por 100.

La caída de tensión se entiende desde el punto de arranque de la derivación individual en una línea repartidora hasta el punto de conexión del dispositivo privado de mando y protección.

INSTRUCCIÓN MI BT 015

INSTALACIONES DE ENLACE

Contadores

INDICE

1. CONTADORES.

1.1 Condiciones generales. Fusibles de seguridad.

1.2 Colocación en forma individual.

1.3 Colocación en forma concentrada.

1.4 Elección de la forma de colocación.

1. CONTADORES

1.1 Condiciones generales. Fusibles de seguridad

Con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior del abonado, señaladas en la Instrucción MI BT 016, se colocarán fusibles de seguridad. Estos fusibles se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al contador: tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentarse y estarán precintados por la Empresa distribuidora. Cuando la caja general de protección esté prevista para alimentar a un solo abonado con un solo contador, podrán suprimirse los fusibles de seguridad correspondientes a este contador, ya que su función queda cumplida por los fusibles de la caja general de protección.

Los contadores se instalarán sobre bases constituidas por materiales adecuados y no inflamables, y podrán disponerse en forma individual o en forma concentrada.

1.2 Colocación en forma individual

Dentro o fuera del local del abonado se colocará el contador o contadores correspondientes, en sitio inmediato a su puerta de entrada y a una altura comprendida entre los 1,50 y 1,80 metros, y de forma que sea accesible por todos sus lados.

Dentro del local del abonado, y en instalaciones antiguas, podrá tolerarse la instalación en la cocina, pasillo, etc., pero nunca en cuartos de baño, retretes, dormitorios y demás habitaciones de uso reservado. Fuera del local se colocarán preferentemente en los descansillos de las escaleras, en cajas empotradas o de obra de fábrica, dispuestas de forma que su puerta sea precintable y se pueda leer el contador sin necesidad de abrirla. En el caso de viviendas tipo chalet o apartamentos aislados, los contadores podrán estar empotrados en las obras de fábrica de las vallas o cercas, colocándose en el interior de hornacinas adecuadas a este fin. En electrificaciones rurales, obras, etc., podrán instalarse sobre postes en el interior de cajas estancas.

Los contadores se fijarán sobre la pared, nunca sobre tabique. Sobre sus bases podrán colocarse los fusibles de seguridad. Las dimensiones y forma de dichas bases corresponderán a diseños adoptados por las Empresas distribuidoras en sus normas particulares, y sobre ellas podrán colocarse cajas o cubiertas precintadas que permitan la lectura de las indicaciones de los contadores y den carácter jurídico a la inaccesibilidad del aparato para el abonado.

El abonado será responsable del quebrantamiento de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las Empresas, así como de la rotura de cualquiera de los elementos que queden bajo su custodia, cuando el contador esté instalado dentro de su local o vivienda. En el caso de que el contador se instale fuera, será responsable el propietario del edificio.

1.3 Colocación en forma concentrada

Los contadores podrán concentrarse en uno o varios puntos, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un local o espacio adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación. En este local, y en el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, se colocarán los contadores correspondientes a éstas, a los servicios generales del edificio y a los locales comerciales. En el caso de edificios comerciales o destinados a una concentración de industrias, se colocarán los contadores correspondientes a cada uno de los abonados y a los servicios generales del edificio. La concentración de contadores se hará de acuerdo con las normas particulares de la Empresa distribuidora.

El local utilizado será de fácil y libre acceso, tal como portal, recinto del portero o un departamento o habitación especialmente dedicado a ello, pero nunca en cuartos de calderas de calefacción, de concentración de contadores de agua, de maquinaria de ascensores o de otros servicios. El local no ha de ser húmedo, estará suficientemente ventilado e iluminado y si la cota del suelo es inferior o igual a la de los pasillos y locales colindantes, deberá disponerse sumideros de desagüe para que, en el caso de avería, descuido o rotura de tubería de agua, no puedan producirse inundaciones en el local destinado a centralización de contadores. El local será de dimensiones suficientes para trabajar en él con garantía y comodidad.

Los contadores deberán colocarse de forma que se hallen a una altura mínima del suelo de 0,50 metros y máxima de 1,80 metros. Podrá, sin embargo, admitirse su instalación hasta una altura máxima de 3 metros, debiendo el propietario, en este caso, disponer en el local de elementos de acceso hasta esta altura que permitan la lectura de las indicaciones de los contadores. Entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 metros.

Los contadores estarán protegidos por dispositivos que impidan toda manipulación en ellos y dispuestos en forma que se puedan leer sus indicaciones con facilidad; cada contador y fusible de seguridad tendrá un rótulo indicativo del abonado o derivación individual a que pertenece.

En esta forma de montaje, las conexiones que partiendo de la línea repartidora alimentan a cada una de las derivaciones individuales, estarán protegidas contra toda manipulación.

El propietario del edificio tendrá, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las Empresas distribuidoras y de la rotura violenta de cualquiera de los elementos instalados que queden así bajo su custodia en el local o espacio en que se efectúe la concentración de contadores.

1.4 Elección de la forma de colocación

De las dos formas de colocación de contadores indicadas en los números anteriores, se utilizará la fijada por la Empresa distribuidora en sus normas particulares.

INSTRUCCIÓN MI BT 016

INSTALACIONES DE ENLACE

Dispositivos privados de mando y protección

I N D I C E

1. DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

1.1 Situación y composición.

1.2 Características principales de los dispositivos de protección.

1. DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN

1.1 Situación y composición

Lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado, se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. En este mismo cuadro se instalarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

Cuando en la instalación interior de la vivienda o local del abonado no existan circuitos diferentes bajo tubos o cubiertas de protección comunes a ellos, podrá no instalarse el interruptor general automático, en cuyo caso servirá como dispositivo general de mando el interruptor diferencial, quedando asegurada la protección contra sobreintensidades por los dispositivos que, independientemente entre sí, protegen a cada uno de los circuitos interiores.

Todos estos dispositivos de mando y protección se consideran independientes de cualquier otro que para control de potencia pueda instalar la Empresa suministradora de la energía, de acuerdo con lo previsto en la legislación vigente.

1.2 Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. En otro caso, será preciso la instalación, en el mismo cuadro de distribución, de cortocircuitos fusibles adecuados, cuyas características estarán coordinadas con las del interruptor automático general y con la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación y de no responder a esta condición estarán protegidos por cortocircuitos fusibles de características adecuadas. El nivel de sensibilidad de estos interruptores responderá a lo señalado en la Instrucción MI BT 021.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen.

INSTRUCCIÓN MI BT 017

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS **Prescripciones de carácter general**

INDICE

- 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
- 2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.**
 - 2.1 Conductores activos.**
 - 2.1.1 Naturaleza de los conductores.**
 - 2.1.2 Sección de los conductores. Caída de tensión.**
 - 2.1.3 Intensidades máximas admisibles.**
 - 2.1.4 Factores de corrección.**
 - 2.1.5 Cables flexibles para alimentación de aparatos electrodomésticos o similares.**
 - 2.2 Conductores de protección.**
 - 2.3 Subdivisión de las instalaciones.**
 - 2.4 Reparto de cargas.**
 - 2.5 Posible separación de la alimentación.**
 - 2.6 Posibilidad de conectar y desconectar en carga.**
 - 2.7 Medidas de protección contra contactos directos e indirectos.**
 - 2.8 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.**
 - 2.9 Canalizaciones.**
 - 2.9.1 Disposición.**
 - 2.9.2 Accesibilidad.**
 - 2.9.3 Identificación.**

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las prescripciones contenidas en esta instrucción se refieren a instalaciones definidas por las siguientes tensiones:

- En sistemas unidos directamente a tierra:
Corriente alterna: 250 V entre fase y tierra, y 450 V entre fases.
Corriente continua: 375 V entre conductor polar y tierra, y 650 V entre conductores polares.
 - En sistemas no unidos directamente a tierra y siempre que no sea utilizado el conductor neutro en la distribución de la energía:
Corriente alterna: 450 V entre fases.
Corriente continua: 675 V entre conductores polares.
- Para tensiones superiores a las señaladas, se seguirán las prescripciones particulares indicadas en la Instrucción MI BT 030.
- Las condiciones particulares para instalaciones de conexión de aparatos receptores, se fijan en las Instrucciones MI BT 031 a 038, inclusives.

2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

2.1 Conductores activos

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

2.1.1 Naturaleza de los conductores

Los conductores rígidos que se empleen en las instalaciones, deberán ser de cobre o de aluminio. Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

2.1.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 por 100 de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 por 100 para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones facilitadas por el usuario de la energía, o según una utilización racional de los aparatos.

2.1.3 Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones fijas, y a una temperatura ambiente de 40° C son las señaladas en las Tablas I y II de esta Instrucción, según sea el tipo de aislamiento y sistema de instalación. Estas tablas se refieren a los cables normalmente usados en instalaciones interiores o receptoras, es decir, de tensión nominal de aislamiento de hasta 750 voltios. Para los cables de tensión nominal de aislamiento de 1.000 voltios o para cables desnudos se aplicarán los valores de las Tablas de las Instrucciones MI BT 004 ó 007 según corresponda.

Para canalizaciones móviles, la intensidad máxima admisible en los conductores aislados será la correspondiente a los mismos en canalizaciones fijas, reducida en un 20 por 100.

En cuanto a los sistemas de instalación, en la Instrucción MI BT 018 se enuncian y se definen cada uno de ellos. Estos sistemas de instalación pueden clasificarse en dos grandes grupos a efectos de disipación térmica, que permita calcular la intensidad máxima admisible en los conductores: "Al aire o directamente empotrados", y «Bajo tubo o en conductos».

La expresión "al aire" se aplica a montajes de cables unipolares o multipolares, instalados según los siguientes sistemas de instalación:

- a) Grapeados directamente sobre paredes o muros.
- b) Colocados en huecos, atarjeas o en zanjais abiertas o ventiladas.
- c) Colocados sobre bandejas perforadas.
- d) Suspendidos de un cable fiador o colocados sobre aisladores o poleas.

Se supone que la sección de los huecos, atarjeas o zanjais, es muy grande comparada con la sección total de todos los cables instalados.

La expresión "directamente empotrados" se aplica a la instalación de cables directamente empotrados bajo el enlucido, albañilería o en muros o paredes de hormigón. Sin embargo, no son aplicables los valores dados en las Tablas cuando el cable está directamente empotrado en materiales de características de aislamiento térmico muy elevadas, tales como lana de vidrio, poliestireno u otros aislantes térmicos.

La expresión "bajo tubo" se aplica al montaje de cables bajo tubo de plástico o metálico o bajo molduras, cualquiera que sea el tipo de instalación del tubo: al aire graneado sobre pared o empotrado, o en atarjeas, huecos o zanjais ventiladas, etc. Sin embargo, no son aplicables los valores dados en las tablas cuando el tubo que aloja el cable está empotrado en materiales de características de aislamiento térmico muy elevadas, tales como lana de vidrio, poliestireno u otros aislantes térmicos.

La expresión «en conductos» se aplica al montaje de cables en conductos o canales abiertos o cerrados o en huecos formados en la estructura de los edificios. Se supone que la sección de estos canales, conductos o huecos es tal que la suma de las secciones totales de todos los cables instalados en ellos es la máxima compatible con un tendido fácilmente realizable.

TABLA 1 — INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE, EN AMPERIOS, PARA CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS CON GOMA, O CON POLICLORURO DE VINILO. (Servicio Permanente) - Temperatura ambiente = 40 °C

Sección nominal mm² (S)	AL AIRE O DIRECTAMENTE EMPOTRADOS						BAJO TUBO O CONDUCTO (4)					
	UN SOLO CABLE			VARIOS CABLES			UN SOLO CABLE			VARIOS CABLES		
	1 Unipolar	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	2 Unipolares	3 Unipolares (3)	1 Unipolar (2)	1 Bipolar	1 Tripolar (1)	2 Unipolares	3 Unipolares (3)		
0.5	7.5	5.5	5	6	5.5	7	5	4.5	5.5	5		
0.75	10	8	6.5	8.5	7	9	7	6	7.5	6.5		
1	13	10.5	9.5	12	9	12	8.5	7.5	9.5	8.5		
1.5	17	13	12	15	12	15	12	10	12	11		
2.5	23	18	17	21	17	21	16	14	17	15		
4	31	25	23	28	23	28	22	19	23	20		
6	40	32	29	36	29	34	28	24	29	26		
10	55	44	40	50	40	49	38	34	40	36		
16	74	59	54	67	54	64	51	44	54	48		
25	97	78	71	88	73	85	68	59	71	64		
35	120	97	88	110	87	110	83	72	88	78		
50	145	115	105	130	110	130	98	85	110	95		
70	185	140	120	165	140	160	118	100	135	120		
95	225	166	145	200	180	200	140	120	165	145		
120	260	—	—	235	210	230	—	—	190	170		
150	300	—	—	270	240	265	—	—	220	195		

- (1) Los mismos valores se aplican a los cables de 4 conductores, constituidos por tres fases y neutro, o tres fases y protección, y a los de 5 conductores, constituidos por tres fases, neutro y protección.
- (2) Solo aplicable para corriente continua en cualquier clase de tubo o para corriente alterna en tubos de material no ferromagnético.
- (3) Los mismos valores se aplican al agrupamiento de 4 ó 5 conductores para suministros trifásicos con neutro y/o protección.
- (4) Ver apartado 2.1.4 "Factores de corrección".
- (5) No todas las secciones nominales son de fabricación normal para todas las composiciones de cables en ambos tipos de aislamiento. Véanse las normas UNE 21 027, 1+R, y 21 031.

TABLA 11—INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN AMPERIOS PARA CABLES regidos CON CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS CON GOMA BUTÍLICA, ETILENO-PROPILENO O POLIETILENO RETICULADO.
(Servicio permanente) Temperatura ambiente 40 °C.

Sección nominal mm ²	TIPO DE INSTALACION			
	Al aire o directamente empotrados		Bajo tubo o conducto (3)	
	1 Bipolar 2 Unipolares agrupados	1 Tripolar (1) 3 Unipolares agrupados (2)	1 Bipolar 2 Unipolares agrupados	1 Tripolar (1) 3 Unipolares agrupados (2)
1	17	15	15	13
1,5	22	20	20	18
2,5	30	27	27	23
4	40	36	36	31
6	52	47	47	41
10	72	64	64	57
16	96	86	86	76
25	128	114	114	101
35	157	141	141	124
50	191	171	171	151
70	243	218	218	192
95	294	264	264	232

- (1) Los mismos valores se aplican a los cables de 4 conductores, constituidos por tres fases y neutro o tres fases y protección, y a los de 5 conductores, constituidos por tres fases, neutro y protección.
- (2) Los mismos valores se aplican al agrupamiento de 4 conductores para suministros trifásicos con neutro o 5 conductores para suministros trifásicos con neutro y protección.
- (3) Ver factores de corrección.

2.1.4 Factores de corrección

La intensidad máxima admisible deducida de las Tablas I y II deberá corregirse teniendo en cuenta las características de la instalación de forma que el incremento de temperatura provocado por la corriente eléctrica, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a 60° C, en los cables con aislamiento de policloruro de vinilo o de goma y 35° C en los cables con aislamiento de goma butílica, etileno - propileno o polietileno reticulada.

Cuando por un tubo o conducto tengan que pasar más de 3 conductores normalmente recorridos por la corriente, los valores de la intensidad máxima admisible se reducirán aplicando los factores de reducción siguientes:

de 4 a 7 conductores = 0,90

más de 7 conductores = 0,70

Para el cómputo de estos conductores no se tendrá en cuenta en ningún caso el conductor de protección ni el neutro en un suministro trifásico con neutro.

Para valores de la temperatura ambiente diferente de 40° C se aplicarán los factores de corrección de la Tabla III, según el tipo de aislamiento.

TABLA III—FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Tipo de aislamiento	TEMPERATURA °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
V-G	1,57	1,49	1,40	1,30	1,22	1,13	1,00	0,87	0,71
B-D-R	1,30	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,89

Tipos de aislamiento:

V = Policloruro de vinilo.

G = Goma.

B = Goma butílica (butil).

D = Etileno - propileno.

R = Polietileno reticulado.

2.1.5 Cables flexibles para alimentación de aparatos electrodomésticos o similares

Los cables flexibles aislados con policloruro de vinilo no deben emplearse en aparatos cuyas partes metálicas exteriores puedan alcanzar una temperatura superior a 75° C y puedan entrar en contacto con el cable en servicio normal, a menos que sea un cable especialmente concebido para resistir dicha temperatura sin deterioro.

Los cables flexibles conectados permanentemente a un aparato receptor de Clase 1, tendrán un conductor verde/amarillo, conectado al borne interior de tierra del aparato y en el otro extremo, al contacto de tierra de la clavija de toma de corriente, si existe.

La sección nominal de los conductores de estos cables flexibles, será como mínimo la que se indica en la Tabla IV.

TABLA IV—SECCIONES NOMINALES DE LOS CABLES FLEXIBLES PARA ALIMENTACIÓN DE APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS O SIMILARES

Intensidad nominal del aparato I_n , A	Sección del conductor mm^2
$I_n \leq 10$	0,75
$10 < I_n \leq 13,5$	1
$13,5 < I_n \leq 16$	1,5
$16 < I_n \leq 25$	2,5
$25 < I_n \leq 32$	4
$32 < I_n \leq 40$	6
$40 < I_n \leq 60$	10

2.2 Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada por la Tabla V, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Los valores de esta tabla solo son válidos cuando los conductores de protección están constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares.

TABLA V

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación mm^2	Secciones mínimas de los conductores de protección mm^2
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica; 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 milímetros cuadrados, se puede admitir, para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de la Tabla V pero por lo menos iguales a 16 milímetros cuadrados y siempre que se justifique que el funcionamiento del dispositivo de corte

automático es tal que el paso de la corriente de defecto por el conductor de protección no provoca en éste un calentamiento capaz de perjudicar su conservación o su continuidad. En caso de defecto franco, el dispositivo de corte actuará antes de que los conductores de protección experimenten un incremento de temperatura de:

100 grados centígrados si los conductores son aislados.

150 grados centígrados si los conductores son desnudos.

Si los conductores de protección están constituidos por un metal diferente al de los conductores de fase o polares, sus secciones se determinarán de manera que presenten una resistencia eléctrica equivalente a la que resulte de la aplicación de la Tabla V,

Los conductores de protección conectados a un interruptor con bobina de tensión tendrán unas secciones mínimas, cualquiera que sea la sección de los conductores de la instalación de:

2,5 milímetros cuadrados en cobre, si los conductores de protección tienen protección mecánica.

4 milímetros cuadrados en cobre, si los conductores de protección no tienen protección mecánica.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto.
- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instale independientemente de esta canalización, tiene, no obstante, que seguir el curso de la misma.
- Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techo estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviere partes combustibles del edificio.
- El conductor de protección de una canalización móvil, no será independiente de los demás conductores de esta canalización.
- En el caso de canalizaciones con conductores blindados con aislamiento mineral la cubierta exterior de estos conductores podrá utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada.
- Cuando las canalizaciones están constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético, o de cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos conductores que los conductores activos
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra las deterioraciones mecánicas y químicas, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido o por piezas de conexión de aprieto por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de aprieto, si se usan, estarán provistos de un dispositivo que evite su desaprieto.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar las deterioraciones causadas por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

2.3 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados con los dispositivos generales de protección que le precedan. Además, esta subdivisión se establecerá de forma que permita localizar las averías, así como controlar los aislamientos de la instalación por sectores.

2.4 Reparto de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquélla quede repartida entre sus fases o conductores polares.

2.5 Posibilidad de separación de la alimentación

Se podrán separar de la fuente de alimentación de energía:

- a) Toda instalación cuyo origen esté en una red de distribución.
- b) Toda instalación cuyo origen esté en una línea general de distribución.
- c) Toda instalación con origen en un cuadro de mando o de distribución.

Los dispositivos admitidos para esta separación son:

- los cortacircuitos fusibles
- los seccionadores
- los interruptores
- los bornes de conexión.

Los dispositivos de separación se situarán y actuarán en un mismo punto de la instalación, y cuando esta condición resulte de difícil cumplimiento, se colocarán instrucciones o avisos aclaratorios. Los dispositivos deberán ser accesibles y estarán dispuestos de forma que permitan la fácil identificación de la parte de la instalación que separan.

2.6 Posibilidad de conectar y desconectar en carga

Se instalarán dispositivos apropiados que permitan conectar y desconectar en carga en una sola maniobra, en:

- a) Toda instalación interior o receptora en su origen. Podrán exceptuarse de esta prescripción los circuitos destinados a relojes, a rectificadores para instalaciones telefónicas cuya potencia nominal no exceda de 500 voltamperios y los circuitos de mando o control, siempre que su desconexión impida cumplir alguna función importante para la seguridad de la instalación. Estos circuitos podrán desconectarse mediante dispositivos independientes del general de la instalación.
- b) Cualquier receptor.
- c) Todo circuito auxiliar para mando o control, excepto los destinados a la tarificación de la energía
- d) Toda instalación de aparatos de elevación o transporte, en su conjunto.
- e) Todo circuito de alimentación en Baja Tensión destinado a una instalación de tubos de descarga en Alta Tensión.
- f) Toda instalación de locales que presente riesgo de incendio o de explosión.
- g) Las instalaciones a la intemperie.

- h) Los circuitos con origen en cuadros de distribución.
- i) Las instalaciones de acumuladores.
- j) Los circuitos de salida de generadores.

Los dispositivos admitidos para la conexión en carga, son:

- Los interruptores.
- Los cortacircuitos fusibles accionados por empuñaduras, o cualquier otro sistema aislado que permita esta maniobra.
- Las tomas de corriente de intensidad nominal no superior a 10 amperios. Deberán ser de corte omnipolar los dispositivos siguientes:
- Los situados en el origen de toda instalación interior o receptora.
- Los destinados a circuitos polifásicos en que el conductor neutro o compensador no esté puesto directamente a tierra.
- Los destinados a aparatos de utilización cuya potencia sea superior a 1.000 vatios, salvo que prescripciones particulares admitan corte no omnipolar.
- Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en Alta Tensión.
- Los destinados a circuitos que alimenten lámparas de arco o autotransformadores.

En los demás casos, los dispositivos podrán no ser de corte omnipolar, siempre que el corte interrumpa simultáneamente a todos los conductores de fase o polares. Esta prescripción no es aplicable a las instalaciones interiores de las viviendas alimentadas con dos fases, de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 024.

En principio, el conductor neutro o compensador no podrá ser interrumpido salvo cuando el corte se establezca por interruptores omnipolares. Se exceptuarán los conductores neutros que unan entre sí generadores o transformadores funcionando en paralelo, cuando la interrupción de este conductor pueda ser necesaria para evitar corrientes de circulación importantes.

2.7 Medidas de protección contra contactos directos e indirectos

Las instalaciones eléctricas se establecerán de forma que no supongan riesgo para las personas (y eventualmente para los animales domésticos) tanto en servicio normal como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos, las instalaciones deberán proyectarse y ejecutarse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

Estas medidas de protección son las señaladas en la Instrucción MI BT 021.

2.8 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios. Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en canalizaciones de, aproximadamente, 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar el aislamiento que corresponda.

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1.000 voltios y, como mínimo, 250 voltios con una carga externa de 100.000 ohmios.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual estén unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndolas una vez terminada ésta.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los aparatos de interrupción se pondrán en posición de «cerrado» y los cortacircuitos, instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenido resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto 0,5 mega-ohmios
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de aislamiento entre conductores, se efectúa después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente, para la medida del aislamiento con relación a tierra.

La medida de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2 U + 1.000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores. Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de «cerrado» y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

2.9 Canalizaciones

2.9.1 Disposición

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente,
 - La condensación.
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstos.
 - La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo,
 - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

2.9.2 Accesibilidad

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Son admitidas las canalizaciones establecidas en las viviendas con conductores aislados instalados directamente bajo enlucido, así como los conductores aislados enterrados aún cuando no cumplan la última condición prescrita.

2.9.3 Identificación

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, así como por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales .

INSTRUCCIÓN MI BT 018

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS **Sistemas de instalación**

I N D I C E

- 1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.**
- 2. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES DESNUDOS SOBRE AISLADORES.**
- 3. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES.**
- 4. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.**
 - 4.1 Reunión de conductores bajo una cubierta de protección común.**
- 5. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SIN TUBOS PROTECTORES.**
 - 5.1 Conductores colocados directamente sobre las paredes.**
 - 5.2 Conductores aislados enterrados.**
 - 5.3 Conductores en el interior de huecos de la construcción.**
 - 5.4 Conductores bajo molduras.**
 - 5.5 Conductores aislados colocados directamente bajo enlucido.**
- 6. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN.**

1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Los principales sistemas de instalación de los conductores que puedan formar parte de una canalización fija, son:

- Conductores desnudos colocados sobre aisladores.
- Conductores aislados colocados sobre aisladores.
- Conductores aislados bajo tubos protectores.
- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.
- Conductores aislados enterrados.
- Conductores aislados colocados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados bajo molduras.
- Conductores aislados directamente bajo enlucido.

Las canalizaciones movibles y amovibles pueden estar constituidas por:

- Conductores aislados sin fijación alguna.

- Conductores aislados fijados a elementos de sustentación o apoyos por medio de ataduras aislantes.

2. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES DESNUDOS SOBRE AISLADORES

Siempre que su instalación responda a las prescripciones contra los contactos directos señalados en la Instrucción MI BT 021, se permitirá el empleo de conductores desnudos colocados sobre aisladores en los casos siguientes:

- En fábricas, talleres u otros locales industriales contruidos con materiales incombustibles que no contengan polvos, gases o, en general, materias inflamables o explosivas.
- En los mismos locales, aunque en ellos se produzcan vapores corrosivos, siempre que los conductores estén recubiertos por una sustancia inalterable a los citados vapores.
- Excepcionalmente, en los locales no contruidos totalmente con materias incombustibles cuando los conductores deban servir de líneas de contacto.
- Cuando estén colocados en el interior de canaladuras, envolventes o cajas, totalmente cerradas y reservadas exclusivamente para la instalación de estos conductores.
- En locales en que por sus características no sea posible la conservación del aislamiento de los conductores. Tal ocurre, por ejemplo, en los locales o emplazamientos a elevada temperatura.
- Cuando la tensión no pase de 24 voltios.

Los conductores utilizados pueden estar contruidos por alambres, cables o perfiles de cobre, de aluminio o de sus aleaciones. La temperatura máxima admisible en la superficie de estos conductores es de 80° C y la de sus conexiones con aparatos de utilización no excederá en más de 35 grados centígrados la temperatura ambiente.

Las secciones de los conductores se elegirán en cada caso particular teniendo en cuenta las medidas adoptadas para asegurar su ventilación y de forma que el coeficiente de seguridad, habida cuenta de los esfuerzos mecánicos que soporta, no sea inferior a 3.

Las canaladuras, envolventes, cajas, etc., donde puedan estar instalados estos conductores, permitirán el control de las conexiones y la limpieza periódica de los aisladores.

En su instalación se cuidará que los conductores no puedan aproximarse entre sí ni tampoco a las paredes, muros o techos y, en consecuencia, debe preverse la distancia entre aisladores, la separación entre conductores y la de éstos con las paredes, muros o techos próximos. Se tendrá también en cuenta los esfuerzos electrodinámicos que se presenten en caso de cortocircuito. A los efectos anteriores se cumplirán los requisitos siguientes:

- Para canalizaciones establecidas con alambres o cables, la separación con las paredes, muros o techos o cualquier otro objeto, así como con las canalizaciones destinadas a otros usos, no deberá ser inferior a 10 centímetros. En caso de necesidad, se admitirá una separación menor, siempre que se hayan previsto medidas evitando el riesgo de los contactos bien por aproximación de los aisladores que sustentan los conductores, bien por interposición de materias aislantes, etc. No obstante, esta separación no será nunca inferior a 5 centímetros.

Para la distancia entre conductores se seguirá lo dispuesto en la Instrucción MI BT 003.

Los empalmes y derivaciones se realizarán de acuerdo con las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 003.

- Para canalizaciones establecidas con perfiles, se tendrá en cuenta los esfuerzos que pueden producirse por dilatación y que pudieran originar el contacto entre conductores o entre éstos y las paredes, muros o techos, así como la destrucción de los aisladores, debiendo prever para estos casos adecuadas juntas de dilatación. Se tendrá en cuenta, además, las vibraciones a las que parecen estar sometidos los conductores, para lo cual los aisladores estarán suficientemente dimensionados y próximos entre sí. Las

conexiones entre los conductores o las derivaciones de los mismos se realizarán mediante dispositivos a base de uniones por tornillo adaptados a la naturaleza y sección de los conductores.

Cuando se establezcan conexiones entre conductores desnudos y aislados, será admisible, en un tramo de estos últimos próximo a la conexión, que la temperatura alcanzada por el aislamiento sea superior a la admisible siempre que se considere en dicho tramo a los conductores como si fueran desnudos. Se recomienda suprimir el aislamiento en esta longitud.

Para la identificación del conductor neutro se seguirán las prescripciones establecidas en la Instrucción MI BT 003.

3. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES

Estas canalizaciones se utilizarán únicamente cuando los conductores no estén expuestos a deterioros por riesgo mecánico, debiendo situarse en principio a una distancia del suelo no inferior a 2.5 metros.

Los conductores utilizados serán de tensión nominal no inferior a 250 voltios.

Para su instalación se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los conductores se tensarán de forma que el coeficiente de seguridad no sea inferior a 3, no considerando el aislamiento, a estos efectos, como elemento resistente.
- La distancia entre aisladores consecutivos será tal que los conductores no puedan entrar en contacto entre sí, con las paredes, muros, techos o cualquier otro objeto próximo a ellos.

Estas distancias serán, como máximo, de:

1,20 metros para conductores de cobre de sección inferior o igual a 10 milímetros cuadrados, colocados horizontalmente.

1,50 metros para conductores de cobre de sección superior a 10 milímetros cuadrados colocados horizontalmente y para los instalados verticalmente, cualquiera que sea su sección.

Puede admitirse, en caso necesario, distancias mayores de las indicadas cuando, sin inconveniente alguno, pueda aumentarse la flecha alcanzada por los conductores.

- La distancia entre conductores de polaridades diferentes será, como mínimo, de 1,5 centímetros en locales o emplazamientos secos, y de 3 centímetros en otros locales o emplazamientos.
- La distancia entre conductores y las paredes, muros o cualquier otro objeto próximo, no será inferior a 1 centímetro en locales o emplazamientos secos, y de 5 centímetros cuando se trate de otros locales o emplazamientos.
- Las conexiones entre conductores se realizarán de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 003.
- Las derivaciones se efectuarán en la proximidad inmediata a uno de los soportes de la canalización y no originarán tracción mecánica sobre la misma.
- Las piezas utilizadas para los empalmes y derivaciones deberán aislarse:
 - a) Cuando la distancia entre estas piezas sin aislar y las paredes, techos u objetos próximos a ellos resultara inferior a 3 centímetros.
 - b) Cuando la distancia entre estas piezas sin aislar y los conductores aislados próximos a ellos resultara inferior a 1 centímetro.

El aislamiento de estas piezas se efectuará disponiendo sobre las mismas varias capas de cinta aislante adecuadas al aislamiento de los conductores, y que ofrezcan en conjunto un espesor equivalente al de este aislamiento.

4. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Este tipo de canalización podrá colocarse directamente sobre las paredes o techos, en montaje superficial, o bien empotrada en los mismos.

Los conductores utilizados serán de tensión nominal no inferior a 440 voltios

Los tubos se elegirán en cada caso teniendo en cuenta las acciones a que han de estar sometidos, las condiciones de su puesta en obra y las características del local donde la instalación se efectúe.

4.1 Reunión de conductores bajo una cubierta de protección común

Para la instalación de circuitos bajo tubos o cubiertas de protección común, se tendrá en cuenta:

- a) Un tubo o cubierta protectora sólo contendrá, en general, conductores de un mismo y único circuito.
- b) Un tubo o cubierta protectora podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:
 - Todos los conductores estarán igualmente aislados para la máxima tensión de servicio.
 - Todos los circuitos partirán de un mismo aparato general de mando y de protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente (transformadores, autotransformadores, rectificadores, baterías de acumuladores, etc.).
 - Cada circuito estará protegido por separado contra las sobreintensidades.
- c) Si por los conductores circula una corriente alterna y están colocados bajo tubos o cubiertas de protección de material ferromagnético, todos los conductores de un mismo circuito se colocarán dentro de la misma protección.

Las prescripciones particulares para las instalaciones en locales de pública concurrencia, locales con riesgo de incendio o explosión y las de otros de características especiales, señalan para cada uno de ellos las limitaciones para este tipo de canalizaciones.

5. CANALIZACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SIN TUBOS PROTECTORES

5.1 Conductores colocados directamente sobre las paredes

Estas canalizaciones se establecerán con conductores de tensiones nominales no inferiores a 750 voltios, y podrán estar constituidas por: conductores rígidos bajo cubiertas estancas, conductores blindados con aislamiento mineral, o conductores flexibles.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los conductores se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los conductores no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar y 0,75 metros para conductores armados.
- Los conductores aislados con papel impregnado deberán utilizarse en trayectos sensiblemente horizontales, excepto cuando se trate de conductores aislados con papel impregnado en materias no migrantes.
- Cuando los conductores deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán conductores bajo tubos de plomo armados o con cubiertas de protección a base de policloropreno o

similares. En caso de no utilizar estos conductores, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Cuando los conductores deban estar en contacto con materias usuales de construcción (yeso, cal, cemento, etc.) no se utilizarán conductores con cubierta de plomo que no lleve un revestimiento de protección contra la acción corrosiva de los citados materiales. Se recomienda que los conductores bajo cubierta de plomo sin revestimiento protector no entren en contacto con ciertas maderas, tales como las cupulíferas (encina, castaño, etc.).
- Cuando los conductores puedan estar sometidos a vibraciones importantes, se evitará el empleo de éstos con cubierta de tubo de plomo.
- Se evitará curvar los conductores con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contrario fijada en la Norma UNE correspondiente al conductor utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior de conductores con aislamiento seco y de 15 veces cuando se trate de conductores aislados con papel impregnado.
- Los cruces de los conductores con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior de éstas, dejando una distancia de, como mínimo, 3 centímetros entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los conductores cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

Los puntos de fijación de los conductores estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida. Cuando el cruce de los conductores se efectúe por la parte posterior de la canalización no eléctrica, se seguirá lo dispuesto en el apartado 5.4 de esta Instrucción.

- Los extremos de los conductores serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. Cuando se trate de conductores con aislamiento seco, la estanquidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

Los conductores blindados con aislamiento mineral, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos conductores.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

5.2 Conductores aislados enterrados

Estas canalizaciones se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 006.

5.3 Conductores en el interior de huecos de la construcción

Estas canalizaciones están constituidas por conductores aislados colocados en el interior de huecos de la construcción, bien sobre aisladores fijados directamente a las paredes o bajo tubos protectores. En su instalación cumplirán, según corresponda, lo dispuesto en los Capítulos 3 y 4 de esta Instrucción, en el apartado 5.1 y en la Instrucción MI BT 019.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los conductores o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco conteniendo canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en número elevado o de pequeño radio de curvatura.

Se procurará que la canalización pueda ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los conductores serán accesibles, disponiéndose para ellos los registros necesarios.

Normalmente, como los conductores solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo aplicado en el extremo inferior de un conductor con un recorrido vertical libre no superior a 3 metros, aproximadamente, queda dentro de límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer los puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, para los conductores, cuando se suelten de bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que estén en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

5.4 Conductores bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por conductores alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos.

Los conductores rígidos serán de tensión nominal no inferior a 750 voltios y los flexibles de tensión nominal no inferior a 440 voltios.

Las molduras podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o rodapiés ranurados, siempre que cumplan las condiciones impuestas para las primeras.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir conductores rígidos de sección igual o inferior a 6 milímetros cuadrados serán, como mínimo, de 6 milímetros.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 centímetros por encima del suelo.
- En el caso de utilizar rodapiés ranurados, el conductor más bajo estará, como mínimo, a 5 centímetros por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso, agua, gas, etc., se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce.

La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo:

1 centímetro en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce.

3 centímetros en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión a tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otra materia, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que ésta está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

5.5 Conductores aislados colocados directamente bajo enlucido

Estas canalizaciones sólo se utilizarán para las instalaciones de viviendas a las que corresponda el grado de electrificación mínima, según Instrucción MI BT 022.

Los conductores serán de tipo especialmente construido para este fin, de tensión nominal no inferior a 750 voltios, aislados con policloruro de vinilo o polietileno, bajo una cubierta plana de policloruro de vinilo o de caucho vulcanizado, y estarán formados por dos o tres conductores de cobre dispuestos en paralelo, entre los cuales la cubierta presentará una o varias hendiduras en sentido longitudinal, para permitir la fácil separación de los conductores en las curvas y en los extremos próximos a las conexiones en las cajas de mecanismo, así como la fijación de los conductores sobre las paredes.

Para la ejecución de estas instalaciones se tendrá en cuenta:

- Los conductores se colocarán en los tabiques y muros únicamente en recorridos horizontales y verticales.
Nunca se colocarán sobre los suelos, pero si podrán situarse dentro de las bovedillas o en los espacios huecos del forjado entre el techo y el suelo, siempre que los materiales utilizados sean totalmente incombustibles.
- Los conductores para interruptores o mecanismos situados junto a puertas, se colocarán a 10 centímetros del cerco de éstas, pudiendo, desde las cajas del mecanismo, continuar el conductor en la misma línea vertical; los conductores que se coloquen para unir líneas horizontales situadas en las partes altas y baja de un local o habitación, se situarán en las esquinas a 10 centímetros de éstas.
- Los conductores que hayan de colocarse horizontalmente estarán situados a 30 centímetros debajo de los techos o sobre los suelos, manteniéndose estas distancias en todo su recorrido.
- Los conductores se colocarán a 10 centímetros, al menos, por encima de ventanas, puertas, etc. Asimismo se prohíbe la colocación de conductores a lo largo de los cercos de las ventanas, puertas, etc.
- Para pasar de la colocación vertical a la horizontal o viceversa en un mismo plano, se rasgarán las hendiduras de los conductores en una longitud aproximada de 10 centímetros como mínimo, utilizando para ello cuchillo o herramienta adecuada. Uno de los hilos, el exterior de la curva formará la curva normal y el otro o los otros se curvarán en forma invertida para adaptar el conjunto en forma plana al tabique, muro o techo y de modo que el grueso no sea superior al del conductor.
- Los medios que se empleen para fijar los conductores, no producirán en ellos ninguna deformación o deterioro.

Son admisibles las sujeciones con bandas de escayola o yeso y con grapas aislantes o metálicas provistas de aislamiento protector y adecuadas a la forma y dimensiones de los conductores.

También puede realizarse la fijación por medio de clavos de acero de cabeza redonda, inoxidable y provistos de un ovalillo de cartón aislante o plástico de diámetro mayor que

la cabeza del clavo. La longitud y temple de estos clavos serán los adecuados a la naturaleza de los muros, tabiques y techos.

Para la fijación de los conductores por medio de clavos, éstos se colocarán precisa y únicamente utilizando las hendiduras que los conductores tengan en los espacios planos entre cada dos hilos y sirviendo el ángulo de estas ranuras como guía a la punta del clavo.

- Los conductores se apoyarán firmemente en los tabiques, muros o techos, en toda su extensión, sujetándolos con clavos, grapas o bandas colocadas a distancia de unos 25 a 30 centímetros en tabiques de ladrillo si el conductor se coloca verticalmente, y en todos los ladrillos si la colocación es horizontal o sobre techo.

La fijación con bandas de escayola, podrá realizarse efectuando previamente la sujeción del conductor con clavos en forma provisional, que después serán retirados, pero utilizando siempre para clavar éstos las hendiduras de los conductores.

- Si hubiera necesidad de colocar juntamente varios conductores, se dejará entre ellos una separación de 20 milímetros para que la unión de la masa del enlucido con el tabique y recibido de los conductores se haga debidamente. Se prescindirá del mantenimiento de esta distancia al llegar los conductores a las cajas de registro o de mecanismo, así como a los cuadros.
- Las cajas de registro, así como las de mecanismo, estarán construidas por completo con materiales aislantes; estarán previstas para una tensión de utilización de 750 voltios y dispondrán de aberturas o espesores debilitados en lugares convenientes, para que puedan ser practicadas con facilidad al colocarlas y permitir así el acceso de los conductores planos con sus cubiertas exteriores. En su interior tendrán alojados convenientemente los bornes que permitirán la introducción y fijación de los conductores por tornillos de presión, pudiendo realizarse así las conexiones necesarias.
- En ningún caso se permitirá en esta clase de instalaciones la unión de los conductores por medio de empalmes, ni en las cajas ni fuera de ellas.
- Los conductores serán desprovistos de su envoltura protectora exterior solamente dentro de la caja y los conductores con su aislamiento, se colocarán ordenadamente en su interior hasta los bornes correspondientes.
- Cuando se prevea derivación de líneas o alimentación de otros mecanismos, se utilizarán cajas especiales provistas de bornes que permitan la introducción de los conductores planos con sus cubiertas exteriores; los conductores con su aislamiento se colocarán ordenadamente en el interior de la caja hasta los bornes correspondientes. Los mecanismos se colocarán en las cajas con facilidad y sin presionar ni arrollar en modo alguno los conductores.
- Si las cajas de mecanismo sólo se utilizaran para éstos, no será necesario que posean bornes especiales, pero sí aberturas adecuadas para la introducción de los conductores planos sin obligarlos ni curvarlos fuertemente.
- Durante la ejecución del enlucido, estas cajas estarán debidamente protegidas para impedir la penetración del mismo, y los conductores se introducirán antes en las cajas. Las conexiones se efectuarán después de ejecutar el enlucido.
- Al realizar la instalación no se recibirán u ocultarán los conductores mientras la totalidad de éstos y las cajas de registro y de mecanismos no se hallen colocados en cada habitación o local y de este modo sea posible la revisión,

Para asegurar un buen asiento del enlucido y un buen recubrimiento del conductor, el espesor del enlucido por encima del conductor será por lo menos de 4 milímetros. Esta condición conduce a un espesor del enlucido de aproximadamente 10 milímetros en las proximidades del conductor,

6. PASO A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de conductores.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.
- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los conductores en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 centímetros y si excede se dispondrán tubos blindados. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que este último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica.

No necesitan protección suplementaria:

- Los conductores provistos de una armadura metálica.
 - Los conductores rígidos aislados con polietileno reticulada llevando una envolvente de protección de policloropreno o producto equivalente cuando sean de 1.000 voltios de tensión nominal.
 - Los conductores blindados con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por los materiales de los elementos a atravesar.
-
- Si los conductores son desnudos, los pasos se efectuarán mediante aisladores pasantes o mediante forros de materia aislante hidrófuga; en este último caso se utilizará un forro por conductor y la separación de éstos en el paso será la misma que la adoptada para los conductores fuera del mismo.
 - Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
 - Los conductores aislados colocados bajo molduras no se admiten para pasos, salvo que éstos no excedan de 20 centímetros, en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
 - En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible y aislante, sin que esta obturación deba ser completamente estanca, aunque se opondrá a la caída de objetos y a la propagación del fuego.

INSTRUCCIÓN MI BT 019

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Tubos protectores

INDICE

1. TUBOS PROTECTORES.

1.1 Clase de tubos protectores.

1.2 Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos.

2. COLOCACIÓN DE TUBOS.

1. TUBOS PROTECTORES

1.1 Clases de tubos protectores

Los tubos protectores comprenden las clases siguientes:

- Tubos metálicos rígidos blindados, normalmente de acero, de aleación de aluminio y magnesio, de cinc o de sus aleaciones. Estos tubos son estancos y no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior. Están constituidos por los tubos anteriormente indicados disponiendo en su interior un forro aislante de papel impregnado.
- Tubos metálicos rígidos normales con aislamiento interior constituidos por un forro aislante de papel impregnado y una cubierta generalmente de hierro emplomado (tubo Bergman) formado por una chapa dispuesta alrededor del mismo con los bordes unidos por solapa a lo largo de una generatriz.
- Tubos aislantes rígidos normales curvables en caliente, fabricados con un material aislante, generalmente policloruro de vinilo o polietileno. Estos tubos son estancos y no propagadores de la llama.
- Tubos aislantes flexibles normales, que pueden curvarse con las manos.
- Tubos metálicos flexibles, constituidos por una cubierta metálica con un fileteado especial para poder curvar el tubo con las manos. Pueden ser normales o blindados, y a su vez disponer o no de aislamiento interior, constituido por un forro aislante de papel impregnado.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

1.2 Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos

En las tablas que siguen figuran los diámetros interiores nominales mínimos en milímetros para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según sistema de instalación y clase de los tubos.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

TABLE IV

TUBOS

MONTAJE

Metálicos rígidos blindados

Aislados rígidos normales curvables en caliente ...

Al aire o empotrados

Al aire

Diámetro interior nominal mínimo, en mm., recomendado para los tubos en función del número y sección de los conductores que han de alojar

Sección nominal de los cables (mm ²)	1 conductor		2 conductores		3 conductores		4 conductores		5 conductores	
	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma

I—TRAMOS RECTOS (*)

1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
2,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11
4	9	9	9	9	9	9	9	11	9	9	11
6	9	9	9	11	9	11	11	11	11	11	16
10	9	9	11	13	11	13	13	16	16	16	21
16	9	9	13	16	13	21	16	21	21	21	29
25	11	11	21	21	21	21	21	29	29	29	29
35	11	13	21	29	21	29	29	29	29	29	36
50	13	16	29	29	29	29	29	36	36	36	36
70	16	21	29	36	36	36	36	36	36	36	48
95	21	21	36	36	36	36	36	48	48	48	48
120	21	29	36	36	48	48	48	48	48		
150	29	29	48	48	48	48	48				
185	29		48		48						
240	36										
300	36										

II—TRAMOS CON CAMBIO DE DIRECCION O EMPOTRADOS (**)

1	9	9	9	9	9	9	9	11	9	9	11
1,5	9	9	9	9	9	9	9	11	9	9	11
2,5	9	9	9	9	9	11	9	11	9	9	11
4	9	9	9	11	9	11	11	11	11	11	13
6	9	9	11	11	11	13	11	16	13	21	21
10	9	9	13	16	13	21	16	21	21	21	29
16	9	11	16	21	21	21	21	29	29	29	29
25	11	13	21	29	29	29	29	29	29	29	36
35	13	16	29	29	29	36	29	36	36	36	36
50	16	21	29	36	36	36	36	36	36	36	48
70	21	21	36	36	36	48	48	48	48	48	48
95	29	29	36	48	48	48	48	48	48		
120	29	29	48	48	48	48					
150	29	29	48	48							
185	36										
240	36										
300	48										

(*) Tramos hasta 3 m en recorrido horizontal o hasta 4 m en recorrido vertical, para tubos metálicos rígidos blindados y para tubos aislados rígidos normales curvables en caliente.

(**) Empotrados sólo para tubos metálicos rígidos blindados.

TABLA V

TUBOS							MONTAJE			
Metálicos flexibles blindados con/sin aisl. interior							Al aire o empotrados			
Diámetro interior nominal mínimo, en mm, para tubos en función del número y sección de los conductores que han de alojar										
Sección nominal de los cables (mm²)	1 conductor		2 conductores		3 conductores		4 conductores		5 conductores	
	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma	PVC	Goma
I — TRAMOS RECTOS										
1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11
1,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11
2,5	9	9	9	9	9	9	9	11	9	11
4	9	9	9	11	9	11	9	11	11	13
6	9	9	9	11	11	11	11	16	13	21
10	9	9	11	16	16	21	16	21	21	21
16	9	11	16	21	21	21	21	21	21	29
25	11	13	21	21	21	29	29	29	29	29
35	11	16	21	29	29	29	29	36	36	36
50	16	21	29	36	29	36	36	36	36	36
70	21	21	36	36	36	36	36	48	48	48
95	21	29	36	36	36	48	48	48	48	48
120	29	29	48	48	48	48	48	48		
150	29	29	48	48	48	48				
185	36		48							
240	36									
300	36									
II — TRAMOS CON CAMBIO DE DIRECCION O EMPOTRADOS										
1	9	9	9	9	9	11	9	11	9	13
1,5	9	9	9	9	9	11	9	11	9	13
2,5	9	9	9	11	9	11	9	11	11	16
4	9	9	9	11	11	11	11	16	13	21
6	9	9	11	16	11	16	13	21	16	21
10	9	11	16	21	21	21	21	21	21	29
16	11	11	21	21	21	29	21	29	29	29
25	13	16	21	29	29	29	29	36	36	36
35	16	21	29	36	29	36	36	36	36	48
50	21	21	36	36	36	36	36	48	48	48
70	21	29	36	48	36	48	48	48	48	
95	29	29	48	48	48	48				
120	29	29	48	48	48					
150	36	36								
185	36									
240	48									
300	48									

2. COLOCACIÓN DE TUBOS

Para la ejecución de las canalizaciones, bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo son los indicados en la Tabla VI.

Para curvar tubos metálicos rígidos blindados con o sin aislamiento interior, se emplearán útiles apropiados al diámetro de los tubos. Los tubos metálicos rígidos normales con aislamiento interior de diámetro nominal hasta 29 milímetros se curvarán practicando con tenazas adecuadas el número de pliegues necesarios al diámetro de la curva. Cuando ésta sea de 90 grados, y para el radio mínimo de curvatura señalado en la Tabla VI, el número mínimo de pliegues será el señalado en la Tabla VII.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo recto, situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuando menos al diámetro del tubo mayor más un 50 por 100 del mismo, con un mínimo de 40 milímetros para su profundidad y 80 milímetros para el diámetro o lado interior. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación. Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de aprieto entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6,0 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

- Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización (aterrajado, curvado. etc.), se aplicará a las partes mecanizadas pinturas antioxidantes.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación previendo la evacuación del agua en los puntos más bajos de ella e, incluso, si fuera

necesario estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "T" cuando uno de los brazos no se emplea.

- Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción MI BT 018.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 metros para tubos rígidos y de 0,60 metros para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- La instalación de tubos normales será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Los tubos blindados podrán colocarse antes de terminar la construcción de la pared o techo que los ha de alojar, siendo necesario en este caso fijar los tubos de forma que no puedan desplazarse durante los trabajos posteriores de la construcción.
- En la Tabla VIII se recomiendan las condiciones para la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción. En cualquier caso, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se establecerán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores. Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, en estas condiciones, tubos blindados que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la

superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros, como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

TABLA VI

Diámetro nominal [mm]	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA (mm)					
	(1) (2) (4)	(3)	(5)	(6)	(7)	
9	90	85	54	48	53	
11	110	95	66	58	65	
13	120	105	75	65	71	
16	135	120	86	75	79	
21	170	—	—	—	100	
23	—	165	115	100	—	
29	200	200	140	125	130	
36	250	225	174	150	165	
48	300	235	220	190	210	

(1) Tubos metálicos rígidos blindados.
(2) Tubos metálicos rígidos blindados, con aislamiento interior.
(3) Tubos metálicos rígidos normales, con aislamiento interior.
(4) Tubos aislantes rígidos normales.
(5) Tubos aislantes flexibles normales.
(6) Tubos metálicos flexibles normales, con/sin aislamiento interior.
(7) Tubos metálicos flexibles blindados, con/sin aislamiento interior.

TABLA VII

Diámetro nominal de los tubos (mm)	Número de pliegues
9	20 ± 2
11	20 ± 2
13	20 ± 2
16	25 ± 5
23	30 ± 5
29	30 ± 5

TABLA VIII

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento (*)	Preparación de la roza o alojamiento durante la construcción	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento
Muros de:			
ladrillo macizo	si	X	si
ladrillo hueco, siendo el n.º de huecos en sentido transv.:			
— uno	si	X	si
— dos o tres	si	X	si
— más de tres ...	si	X	si
bloques macizos de hormigón	si	X	X
bloques huecos de hormigón	si	X	no
hormigón en masa	si	si	X
hormigón armado	si	si	X
Forjados:			
placas de hormigón	si	si	no
forjados con nervios	si	si	no
forjados con nervios y elem. de relleno	si	si	no (*)
forjados con viguetas y bovedillas ...	si	si	no (*)
forjados con viguetas y tableros y revoltón	si	si	no (*)
de rasilla	si	si	no (*)

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones

INDICE

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

1.1 Protección contra sobreintensidades.

1.2 Situación de los dispositivos de protección.

1.3 Características de los dispositivos de protección.

1.4 Cuadro de distribución.

1.5 Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.

1.6 Puestas a tierra.

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

Para la protección del conductor neutro o compensador se tendrá en cuenta:

- Cuando el conductor neutro o compensador del circuito tenga una sección inferior a los conductores de fase o polares, y pueda preverse en él sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, se colocará un dispositivo de protección general que disponga de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro o compensador, de forma que haga

actuar el mismo cuando la sobrecarga en este conductor pueda considerarse excesiva.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

- En los demás casos, se admite que la protección del conductor neutro o compensador está convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

1.2 Situación de los dispositivos de protección

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se

instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

1.3 Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo

con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

1.4 Cuadros de distribución

En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará un cuadro de distribución en el que se dispondrán un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecarga de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

1.5 Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Cuando sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquellas.

En las redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase o polares y una toma de tierra unida al conductor neutro.

En las redes con neutro no puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador, y tierra.

En general, las instalaciones en las que sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, se establecerán de forma que quede suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, en relación con las partes o elementos metálicos unidos a tierra.

La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada. La resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

1.6 Puestas a tierra

Las puestas a tierra de la instalación, cuando sean necesarias, se establecerán según se indica en la Instrucción MI BT 039.

INSTRUCCIÓN MI BT 021

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS **Protección contra contactos directos e indirectos**

ÍNDICE

- 1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.**
- 2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.**
 - 2.1 Separación de circuitos.**
 - 2.2 Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.**
 - 2.3 Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.**
 - 2.4 Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.**
 - 2.5 Recubrimiento de masas con aislamientos de protección.**
 - 2.6 Conexiones equipotenciales.**
 - 2.7 Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.**
 - 2.8 Empleo de interruptores diferenciales.**
 - 2.9 Dispositivos de corte por tensión de defecto.**
 - 2.10 Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.

Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona puede estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo. En la figura 1 se señala gráficamente esta zona.

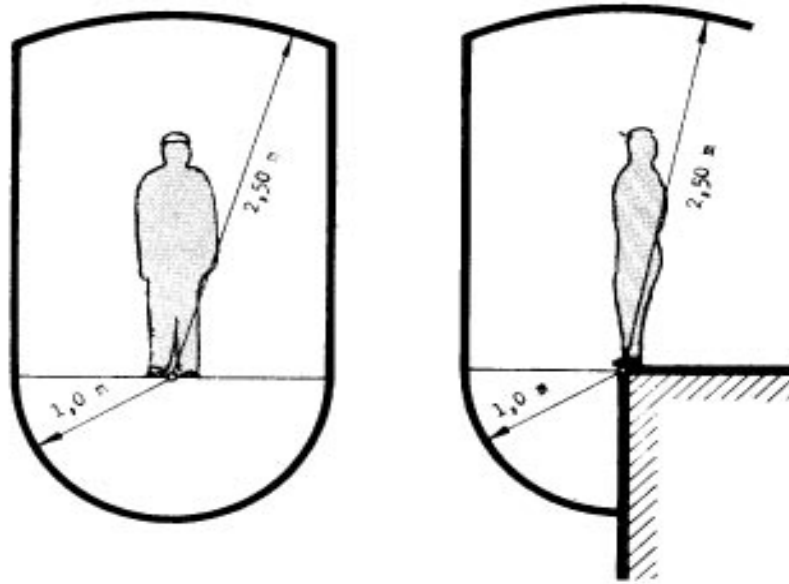


Figura 1

- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 ohmios.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

- a) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra:
 - En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.
 - Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre, en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos, en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor; en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.
- b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de la Clase A, son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la Clase B, son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

2.1 Separación de circuitos

Este sistema de protección consiste en separar los circuitos de utilización de la fuente de energía por medio de transformadores o grupos convertidores, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluso el neutro. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los transformadores o grupos convertidores deberán llevar una toma de corriente fija para el circuito de utilización, desprovista de contacto para conductor de protección. Los transformadores y grupos convertidores podrán ser de la Clase I o II, llevando en ambos casos la  marca y cumplirán, en relación con su aislamiento, lo señalado en la Instrucción MI  BT 035.

Las cubas o carcasas de los transformadores fijos y de los grupos convertidores, deberán estar provistos de un borne destinado a la conexión de conductor de protección. Los transformadores móviles deberán disponer del aislamiento de protección señalado en el apartado 2.3 de esta.

- El circuito de utilización no tendrá ningún punto común con el circuito de alimentación ni con cualquier otro circuito distinto.
- Las masas del circuito de utilización no estarán unidas a tierra ni a las masas de aparatos conectados a otros circuitos. En cambio, las masas de los aparatos pertenecientes al mismo circuito de utilización que puedan ser tocadas simultáneamente, estarán unidas entre sí por un conductor de protección.

- El límite superior de la tensión de utilización y de la potencia en los transformadores de separación monofásicos, será de 250 voltios y 10 kilovoltiamperios, respectivamente. En otros transformadores estos valores límites serán de 440 voltios y 16 kilovoltiamperios.
- En los trabajos a efectuar dentro de recipientes metálicos, tales como calderas, tanques, etc., los transformadores o grupos convertidores se instalarán fuera de estos recipientes.

El sistema de protección por separación de circuitos es aconsejable en las instalaciones a realizar en/o sobre calderas andamiajes metálicos, cascos navales, etc., o sea, en condiciones de trabajo especialmente peligrosas por tratarse de locales o emplazamientos muy conductores. Este sistema de protección dispensa de tomar otros contra los contactos indirectos en el circuito de utilización.

2.2 Empleo de pequeñas tensiones de seguridad

Este sistema de protección consiste en la utilización de pequeñas tensiones de seguridad. Estas tensiones serán de 24 voltios, valor eficaz, para locales o emplazamientos húmedos o mojados, y 50 voltios en locales o emplazamientos secos. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- La tensión de seguridad será suministrada por transformadores, generadores o fuentes autónomas de energía, tales como baterías de pilas o acumuladores, que respondan a las normas UNE correspondientes para esta aplicación de los citados aparatos.
- El circuito de utilización no estará puesto a tierra, ni en unión eléctrica con circuitos de tensión más elevada, bien sea directamente o por intermedio de conductores de protección.
- No se efectuará transformación directa de alta tensión a la tensión de seguridad.
- Las prescripciones para la instalación de los circuitos de utilización que se fijan en la Instrucción MI BT 029.

El empleo de tensiones de seguridad es conveniente cuando se trate de instalaciones o de aparatos cuyas partes activas dispongan de aislamiento funcional y deban ser utilizadas en lugares muy conductores.

Este sistema de protección dispensa de tomar otros contra los contactos indirectos en el circuito de utilización.

2.3 Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección

Este sistema de protección consiste en el empleo de materiales que dispongan de aislamientos de protección o reforzado entre sus partes activas y sus masas accesibles. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los materiales deben satisfacer las prescripciones señaladas para aparatos con aislamiento de la Clase II, según la Instrucción MI BT 031.
- Las partes metálicas accesibles de estos materiales no deben ser puestas a tierra.

La utilización exclusiva de estos materiales y aparatos en una instalación dispensa de tomar otras medidas de protección contra los contactos indirectos.

2.4 Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas

Este sistema de protección consiste en disponer las masas y los elementos conductores de tal manera que no sea posible, en circunstancias habituales, tocar simultánea e involuntariamente una masa y un elemento conductor. Para la aplicación de este sistema se tendrá en cuenta la forma y dimensiones de los objetos conductores que puedan ser manipulados usualmente en el local o emplazamiento de la instalación.

Los medios para conseguir la inaccesibilidad señalada pueden consistir en separar convenientemente las masas de los elementos conductores o bien en la interposición entre ellos de obstáculos aislantes.

La aplicación de este sistema de protección sólo es realizable prácticamente para las masas de equipos fijos o de aparatos amovibles utilizados en situación fija, y, por tanto, en general, habrá de emplearse este sistema simultáneamente con otros.

2.5 Recubrimiento de masas con aislamiento de protección

Este sistema de protección consiste en recubrir las masas con un aislamiento equivalente a un aislamiento de protección.

Al aplicar esta medida se tendrá en cuenta que las pinturas, barnices, lacas y productos similares, no tienen las cualidades requeridas para poder constituir tal aislamiento, a no ser que las normas UNE que se refieren a estos productos, lo señalen específicamente.

El empleo de esta medida de protección dispensa de tomar otras contra los contactos indirectos.

2.6 Conexiones equipotenciales

Este sistema de protección consiste en unir todas las masas de la instalación a proteger, entre sí y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer, en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas, entre ambos.

Esta medida puede comprender también la unión de las conexiones equipotenciales a tierra, evitando así, igualmente, las diferencias de potencial que puedan presentarse entre las masas o elementos conductores y el suelo lo que supondrá una medida de protección completa, pero solamente en el local donde es utilizada, ya que estas conexiones equipotenciales pueden dar lugar a poner bajo tensión elementos metálicos muy separados del lugar donde se haya producido un defecto a masa, alcanzando incluso a lugares desprovistos de instalación eléctrica.

En consecuencia, el empleo de esta medida de protección requiere el análisis previo, en cada caso, de las situaciones que puede crear su aplicación ya que será preciso, generalmente, insertar partes aisladas en los elementos conductores unidos eléctricamente a las masas, en particular, en railes y conducciones metálicas diversas, para evitar la propagación de un defecto a masa, a otros lugares desprovistos de una medida de protección adecuada. Por consiguiente, si la red de tierra no se prolonga por los locales próximos, incluso para aquellos donde no existan instalaciones eléctricas, es necesario asociar a la instalación eléctrica puesta a tierra con conexiones equipotenciales, un sistema de protección de la Clase B.

El empleo de las conexiones equipotenciales entre las masas y los elementos conductores no aislados de tierra, que puedan ser alcanzados simultáneamente, están indicadas para los locales o emplazamientos mojados, debiendo asociarse uno de los sistemas de protección de la Clase B.

2.7 Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto

Este sistema de protección, consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- a) En instalaciones en que el punto neutro esté unido directamente a tierra:
 - La corriente a tierra producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
 - Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:
 - 24 voltios en los locales o emplazamientos conductores.

50 voltios en los demás casos.

— Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

- b) En instalaciones en que el punto neutro esté aislado de tierra o unido a ella por intermedio de una impedancia que limite la corriente de defecto:

Se cumplirán las tres condiciones fijadas en a), si bien puede admitirse, cuando las condiciones de explotación lo exijan, que la primera condición no sea cumplida, siempre que, en cambio, se cumplan las siguientes:

- Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición de un solo defecto de aislamiento en la instalación.
- La segunda condición del apartado a) se cumplirá siempre, incluso en caso de un solo defecto franco de aislamiento.
- En caso de dos defectos de aislamiento simultáneos que afecten a fases distintas o a una fase y neutro, la separación de la instalación donde se presenten estos defectos ha de estar asegurada por un dispositivo de corte automático.

En las instalaciones en que el punto neutro de la red de alimentación esté directamente unido a tierra, pueden utilizarse como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto, los interruptores de máxima y los cortacircuitos fusibles siempre y cuando sus características intensidad" tiempo produzcan la apertura del circuito antes de que puedan excederse las condiciones señaladas en el apartado a).

Esta condición exige que la impedancia de cierre de defecto tenga un valor extraordinariamente bajo y, por otra parte, el valor de la resistencia a tierra de las masas, debe ser tal que no origine para las corrientes de corte de los dispositivos utilizados, tensiones a tierra superiores a los valores señalados en la segunda condición del apartado a). En general, sólo es posible conseguir estas condiciones cuando en la red exista un gran número de tomas de tierra en el neutro y el terreno, por otra parte, sea buen conductor.

Pueden utilizarse igualmente como dispositivos de corte automáticos Censé bies a la corriente de defecto los interruptores diferenciales a los que se refiere el apartado siguiente.

2.8 Empleo de interruptores diferenciales

En las instalaciones en que el valor de la impedancia de cierre de defecto a tierra sea tal que no puedan cumplirse las condiciones de corte señaladas en el apartado anterior, deberán utilizarse como dispositivos asociados de corte automático, los interruptores diferenciales. Estos aparatos provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato, alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual, el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas, debe cumplir la relación:

En locales o emplazamientos secos : $R \leq 50 / I_s$

En locales o emplazamientos húmedos o mojados : $R \leq 24 / I_s$

siendo I_s el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

De forma similar se emplean estos aparatos con el sistema de puesta a neutro de las masas a través de un conductor de protección de acuerdo con lo especificado en el apartado 2.10 de esta Instrucción.

Cuando el interruptor diferencial es de alta sensibilidad, esto es, cuando I es del orden de los 30 mA, puede utilizarse en instalaciones existentes en las que no haya conductores de protección para la puesta a tierra o puesta a neutro de las masas.

Conviene destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento.

2.9 Dispositivos de corte por tensión de defecto

Este sistema de protección consiste en el corte automático de la instalación en un tiempo lo más corto posible, a partir del momento en que aparezca una tensión peligrosa entre la masa y un punto de tierra que está a potencial cero. Este sistema comprende:

- Interruptor de protección con bobina de tensión.
- Conductor de protección.
- Dispositivo de control del sistema de protección.
- Toma de tierra auxiliar del interruptor.
- Conductor de tierra auxiliar.

La aplicación de este sistema de protección, no exige que las masas de una instalación deban estar unidas eléctricamente a tierra, ni que, por el contrario, deban estar aisladas de la misma. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo no superior a 5 segundos, mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada como peligrosa.
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una tierra auxiliar, con objeto de controlar la tensión que puede presentarse entre éstas.
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado, con relación al conductor de protección, de la masa del aparato a proteger, de las partes metálicas del edificio y de cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato, con objeto de que la bobina de tensión no pueda quedar puenteado. En consecuencia, el conductor de puesta a tierra auxiliar debe ser un conductor aislado .
- El conductor de protección no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyos conductores de alimentación quedarán fuera de servicio, al actuar el interruptor en caso de defecto.

En todos los casos, el conductor de protección será un conductor aislado.

- Los conductores, tanto el de protección como el de puesta a tierra auxiliar, estarán protegidos contra posibles daños de tipo mecánico. por medio de un revestimiento protector adecuado.
- Cuando las masas de varios aparatos estén conectadas a un solo interruptor de protección, existiendo entre estos aparatos alguno unido a una buena toma de tierra, equivalente a una tierra de protección, la sección del conductor de protección debe ser, por lo menos, igual a la mitad de la sección correspondiente a los conductores de alimentación del aparato que los tenga de mayor sección.
- La toma de tierra auxiliar será eléctricamente distinta a cualquier otra toma de tierra. Como aun en el caso de no haberse conectado expresamente a tierra las masas a proteger, pueden encontrarse unidas eléctricamente a un elemento de la construcción y ésta a tierra, es necesario, en este caso, establecer la tierra auxiliar a una distancia suficientemente

grande de todo el sistema metálico enterrado en la construcción, que constituye de hecho una puesta a tierra de las masas. Cuando las construcciones son metálicas, o abundan

en ellas los elementos metálicos, las distancias necesarias entre la toma de tierra auxiliar y la construcción puede ser frecuentemente superior a 50 metros, por lo que, para solucionar esta dificultad, deberá recurrirse al aislamiento de las masas con relación a tierra.

- Los interruptores de protección responderán a las dos primeras condiciones del punto a) del apartado 2.7 y, además, su funcionamiento deberá poder ser siempre comprobado por medio de un dispositivo de control que podrá llevar o no incorporado.

Para la aplicación de este sistema de protección, se exige el ensayo satisfactorio de su funcionamiento antes de la puesta en servicio de la instalación. Este ensayo se realizará conectando la masa del aparato a proteger, a un conductor de fase por intermedio de una resistencia regulable apropiada. Con la ayuda de un voltímetro de $R = 2.500$ ohmios, se mide la tensión entre la masa del aparato y una toma de tierra, distante aproximadamente unos 15 metros. Se regula la resistencia de manera que la tensión sea sensiblemente igual a 24 ó 50 voltios, según corresponda. A partir de este momento, una reducción de la resistencia regulable, deberá hacer actuar inmediatamente el interruptor.

2.10 Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto

Este sistema de protección consiste en unir las masas de la instalación al conductor neutro, de tal forma, que los defectos francos de aislamiento, se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento del dispositivo de corte automático, y en consecuencia, la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- La red de alimentación cumplirá los requisitos señalados para la misma en la Instrucción MI BT 008
- Los dispositivos de corte utilizados serán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles.
- La corriente producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas al conductor neutro a través de un conductor de protección. La unión de este conductor con el conductor neutro se realizará en un solo punto situado inmediatamente antes del dispositivo general de protección de la instalación o antes de la caja general de protección (Instrucción MI BT 012). Las figuras 2 y 3 representan esquemas de estas conexiones
- Las secciones del conductor neutro y del conductor de protección, serán iguales entre sí y, como mínimo, las indicadas en la Tabla VI de la Instrucción MI BT 017 para estas últimas.
- El conductor neutro de la instalación deberá estar alojado e instalado en la misma canalización que los conductores de fase.
- El conductor de protección estará aislado, y cuando vaya junto a los conductores activos, su aislamiento y montaje tendrán las mismas características que el conductor neutro.
- El conductor neutro estará unido eficazmente a tierra, en forma tal que la resistencia global resultante de las puestas a tierra sea igual o inferior a 2 ohmios. La puesta a tierra del conductor neutro deberá efectuarse en la instalación, uniéndolo igualmente a las posibles buenas tomas de tierra.

próximas, tales como red metálica de conducción de agua, envoltura de plomo de los cables subterráneos de baja tensión etc. En el caso de que a pesar de las disposiciones adoptadas el potencial del conductor neutro con relación a tierra sea susceptible de exceder de 24 voltios en los locales o emplazamientos húmedos o mojados, y de 50 voltios en los demás casos, deberá asociarse este sistema de protección con el empleo simultáneo de interruptor de protección con bobina de tensión.

Se recomienda asociar el sistema de protección por puesta a neutro de las masas, con el empleo de interruptores diferenciales de alta sensibilidad, estableciendo la conexión del conductor neutro con el de protección detrás del interruptor diferencial.

La aplicación de la medida de protección por puesta a neutro de las instalaciones alimentadas por una red de distribución pública estará subordinada a la autorización de la Empresa distribuidora de la energía eléctrica, ya que la eficacia de esta medida de protección depende esencialmente de las condiciones de funcionamiento de la red de alimentación.

Este sistema de protección se realizará siguiendo los esquemas de principio que figuran a continuación.

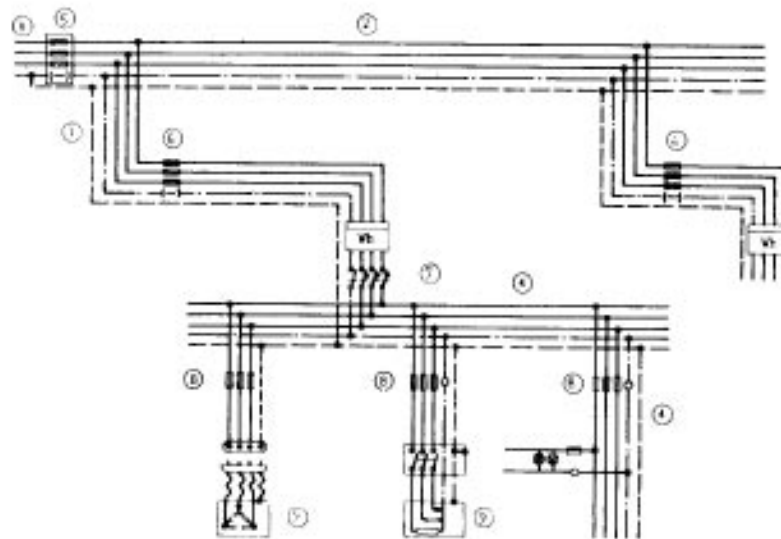


Figura 2

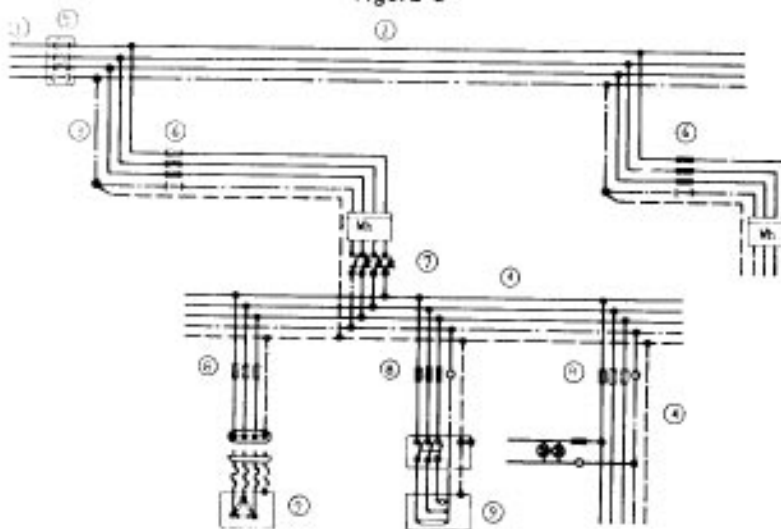


Figura 3

1. Alimentación general.
2. Línea repartidora.
3. Derivación individual.
4. Instalación interior.
5. Caja general de protección.
6. Fusibles de seguridad.
7. Interruptor automático.
8. Cortacircuitos en la instalación interior.
9. Envolvente sometida a protección.

- | | |
|--|---|
| | Conductor de fase. |
| | Conductor neutro. |
| | Conductor de protección. |
| | Seccionador de neutro. |
| | Borne. |
| | Cortacircuitos fusible. |
| | Interruptor. Polo sin proteger. |
| | Interruptor automático. Polo protegido. |

INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS

Grado de electrificación de las viviendas

ÍNDICE

1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN.

1.1 Condiciones para su fijación.

1.2 Número mínimo de circuitos.

1.2.1 Electrificación mínima.

1.2.2 Electrificación media.

1.2.3 Electrificación elevada.

1.3 Puntos de utilización según el grado de electrificación.

1.3.1 Electrificación mínima.

1.3.2 Electrificación media.

1.3.3 Electrificación elevada.

1. GRADO DE Electrificación

1.1 Condiciones para su fijación

Independientemente de la capacidad que, como obligatoria, señalan las Instrucciones MI BT 011, 013 y 014 para las instalaciones de enlace con las redes de distribución, únicamente podrán las viviendas clasificarse como pertenecientes a uno de los grados de electrificación señalados en la Instrucción MI BT 010, cuando, a su vez, las instalaciones interiores respondan, como mínimo, a lo dispuesto en los apartados 1.2 y 1.3 de la presente Instrucción.

No obstante, podrán considerarse comprendidas en los grados de electrificación “Media” y “Elevada”, aquellas viviendas en las cuales, no habiéndose establecido el circuito destinado a cocina, hubiera sido prevista su posible instalación, dejando dispuesto un tubo adecuado para los conductores correspondientes, desde el cuadro general de protección hasta el punto destinado a la posible instalación de una toma de corriente con destino a la utilización de la cocina.

1.2 Número mínimo de circuitos

La instalación interior de las viviendas deberá comprender, a efecto de lo dispuesto en el apartado 1.1, los siguientes circuitos, como mínimo.

1.2.1 Electrificación mínima

- Un circuito destinado a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.
- Un circuito para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

1.2.2 Electrificación media

- Un circuito destinado a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.
- Un circuito destinado a máquinas de lavar, calentador de agua y secador.
- Un circuito destinado a cocina.
- Un circuito para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

1.2.3 Electrificación elevada

- Dos circuitos destinados a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.
- Un circuito destinado a máquina de lavar, calentador de agua y secador.
- Un circuito destinado a cocina.
- Dos circuitos para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

El cálculo para cada circuito se realizara tomando como base los siguientes valores:

Circuito	Potencia	Grado de electrificación de la vivienda
Alumbrado	66 % de la que resulta al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 60 vatios cada uno.	Minima Media Elevada
Tomas de corriente	2.200 vatios en una de las tomas.	Minima
	2.200 vatios en dos de las tomas.	Media
	2.200 vatios en dos de las tomas de cada circuito.	Elevada
Cocina	4.400 vatios en la toma para cocina.	Media Elevada
Máquina de lavar, calentador de agua y secador	3.500 vatios en la toma de la máquina de lavar y de la secadora y 2.200 vatios en la toma del calentador.	Media Elevada

1.3 Puntos de utilización según el grado de electrificación

En las viviendas, y según el grado de electrificación que les corresponda, se deberán establecer, como mínimo, los siguientes puntos de utilización de la energía, que serán alimentados por los respectivos circuitos señalados en el apartado 1.2.

1.3.1 Electrificación mínima

Cuarto de estar

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios por cada 6 metros cuadrados de superficie.

Dormitorios

Un punto de luz y dos tomas de corriente de 10 amperios.

Cocina

Un punto de luz, tres tomas de corriente de 10 amperios. Todas estas tomas dispondrán de contacto de puesta a tierra.

Baño o aseo

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios con contacto de puesta a tierra.

Vestíbulo

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios.

Pasillos

Un punto de luz.

1.3.2 Electrificación media

Cuarto de estar

Un punto de luz, una toma de corriente por cada 6 metros cuadrados de superficie y de las cuales, una, como mínimo, será de 10 amperios.

Dormitorios

Un punto de luz. Tres tomas de corriente de 10 amperios.

Cocina

Uno o dos puntos de luz fijos según la capacidad y disposición de la cocina. Dos tomas de corriente de 10 amperios, provistas de contacto de puesta a tierra, destinadas a frigoríficos y pequeños aparatos. Si está prevista en la cocina la instalación de máquina de lavar o secadora, se establecerá una toma de corriente para cada una de ellas de 16 amperios, provista de contacto de puesta a tierra. Para la alimentación del calentador de agua, cuando su instalación esté prevista en la cocina, se instalará un interruptor de corte bipolar de 10 amperios.

Una toma de corriente tripolar de 25 amperios con contacto de puesta a tierra para cocina eléctrica.

Baños y aseos

Un punto de luz. Una toma de corriente de 10 amperios con contacto de puesta a tierra. En caso de estar prevista la instalación de máquinas de lavar en alguno de estos cuartos, se instalará una toma de corriente de 16 amperios con contacto de puesta a tierra.

Vestíbulo

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 amperios por cada 12 metros cuadrados de superficie.

Pasillos

Un punto de luz por cada 5 metros de longitud.

1.3.3 Electrificación elevada

Se establecerán los puntos de utilización señalados para las viviendas con grado de electrificación «Media», agregando, para cada habitación, las tomas de corriente necesarias con contactos de puesta a tierra, si se prevé la instalación de radiadores de calefacción o de acondicionadores de aire cuya alimentación haya de establecerse a través de tomas de corriente.

INSTRUCCIÓN MI BT 023

INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS **Prescripciones generales**

ÍNDICE

- 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.**
- 2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN.**
- 3. TOMAS DE TIERRA.**
 - 3.1 Instalación.**
 - 3.2 Elementos a conectar a tierra.**
 - 3.3 Puntos de puesta a tierra.**
 - 3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones.**
- 4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.**
 - 4.1 Sistemas de protección.**
 - 4.2 Elección del sistema de protección.**
- 5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.**
- 6. CONDUCTORES.**
 - 6.1 Conductores activos**
 - 6.1.1 Naturaleza. Secciones.**
 - 6.1.2 Caídas de tensión.**
 - 6.2 Conductores de protección.**
 - 6.3 Identificación de los conductores.**

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las presentes prescripciones son aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro destinado a fines análogos.

2. TENSIONES DE UTILIZACIÓN

La tensión nominal de utilización no será superior a 250 voltios con relación a tierra.

Se admite utilizar tensiones superiores únicamente para alimentación de aparatos receptores especiales cuyas características así lo aconsejen.

3. TOMAS DE TIERRA

3.1 Instalación

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección siguiéndose para ello uno de los siguientes sistemas:

- a) Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 milímetros cuadrados, o un cable de acero galvanizado de 95 milímetros cuadrados, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.
- b) Situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga a base de zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto para los puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción MI BT 039.

3.2 Elementos a conectar a tierra

A la toma de tierra establecida se conectará todo el sistema de tuberías metálicas accesibles, destinadas a la conducción, distribución y desagüe de agua o gas del edificio, toda masa metálica importante existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra podrán conectarse, para su puesta a tierra, los depósitos de fuel-oíl, calefacción general, antenas de radio y televisión, y, eventualmente, el conductor neutro.

3.3 Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- a) En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc.
- b) En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- d) En el punto de ubicación de la caja general de protección.

- e) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

3.4 Líneas principales de tierra. Derivaciones

Al punto o puntos de puesta a tierra a) y b) indicados en el apartado anterior, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas podrán instalarse por los patios de luces o por canalizaciones interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edificio su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda.

Las líneas principales y sus derivaciones pueden establecerse en las mismas canalizaciones que las de las líneas repartidoras y derivaciones individuales, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de las Empresas distribuidoras de la energía.

Únicamente es admitida la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en cocinas y cuartos de aseo, cuando, por la fecha de construcción del edificio, no se hubiese previsto la instalación de conductores de protección. En este caso, las masas de los aparatos receptores, cuando sus condiciones de instalación lo exijan, podrán ser conectadas a la derivación de la línea principal de tierra directamente, o bien a través de tomas de corriente que dispongan de contacto de puesta a tierra.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción MI BT 017 y, como mínimo, de 16 milímetros cuadrados. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes, etc.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en la Instrucción MI BT 017 para los conductores de protección.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de aprieto u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos.

4. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

4.1 Sistemas de protección

En toda instalación se dispondrá uno de los siguientes sistemas de protección contra contactos indirectos:

- a) Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Este sistema de protección es admitido exclusivamente cuando la capacidad nominal del interruptor automático, señalado en la Instrucción MI BT 016, sea como máximo de 6 amperios, debiendo cumplirse, además, las siguientes condiciones:

- La impedancia máxima del circuito recorrido por la corriente de defecto será de 6,3 ohmios cuando la tensión de utilización sea de 127 voltios, y 11 ohmios cuando la tensión de utilización sea de 220 voltios.
- La resistencia de tierra medida desde el punto de conexión a tierra en los aparatos receptores será, como máximo, de 3,7 ohmios.

- b) Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Este sistema de protección podrá ser utilizado cualquiera que sea la capacidad nominal del interruptor automático señalado en la Instrucción MI BT 016, debiendo este interruptor, así como la red de alimentación cumplir los requisitos fijados en la Instrucción MI BT 021.

c) **Puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales.**

Cuando no sean de aplicación los sistemas de protección anteriormente citados, deberá instalarse un interruptor diferencial que proteja la instalación en su conjunto y que tendrá, para la corriente de defecto a tierra, una sensibilidad que dependerá del valor máximo de la resistencia obtenido de puesta a tierra, de acuerdo con lo indicado en la Instrucción MI BT 021. Esta resistencia a tierra se procurará no sea superior a 37 ohmios, con objeto de que puedan ser utilizados interruptores diferenciales de 650 miliamperios de sensibilidad.

En los casos en que la instalación no disponga de puesta a tierra, los interruptores diferenciales de alta sensibilidad podrán ser utilizados como dispositivos de protección, aunque esta disposición pueda disminuir el grado de protección conseguido cuando se utiliza conjuntamente con la puesta a tierra de las masas.

Cuando las instalaciones interiores sean de gran extensión, o cuando para conseguir mayor selectividad se desee establecer protección especial para un receptor o grupo de receptores para un determinado sector o sectores de la instalación, no será obligatoria la instalación de un interruptor diferencial que proteja la instalación en su conjunto, debiendo en este caso, utilizarse diferentes interruptores diferenciales situados en los puntos a partir de los cuales se precise establecer esta protección.

d) **Dispositivos de corte por tensión de defecto.**

Este sistema de protección podrá ser utilizado siempre que se cumplan para el mismo los requisitos señalados en la Instrucción MI BT 021.

4.2 Elección del sistema de protección

Para la protección de viviendas no podrá utilizarse, en una misma red de distribución, los sistemas de protección por puesta a neutro y por puesta a tierra, de las masas.

Sin otra limitación que la anteriormente expuesta y la que resulte de las condiciones de aplicación de cada uno de los sistemas admitidos, las empresas distribuidoras de energía eléctrica fijarán en sus normas particulares el sistema o sistemas de protección admisibles en sus redes.

5. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

De acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 020, se colocarán en el cuadro general de distribución los interruptores automáticos así como, en caso necesario, el dispositivo o dispositivos especiales de protección contra contactos indirectos. En este mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

El instalador colocará sobre el cuadro de distribución una placa metálica impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como el grado de electrificación que, de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 022, corresponda a la vivienda.

6. CONDUCTORES

6.1 Conductores activos

6.1.1 Naturaleza. Secciones

Los conductores activos serán de cobre; estarán aislados, como mínimo para la tensión nominal de 750 voltios los rígidos, y 440 voltios los flexibles. Los conductores previstos para su instalación directa bajo enlucidos responderán a las especificaciones señaladas en la Instrucción MI BT 018.

Las secciones utilizadas serán, como mínimo, las siguientes:

- 1 milímetro cuadrado para los circuitos de alimentación a los puntos de utilización para alumbrado.
- 1,5 milímetros cuadrados para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente en viviendas de grado de electrificación mínima.
- 2,5 milímetros cuadrados para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente en las viviendas de grado de electrificación media y elevada.
- 4 milímetros cuadrados para el circuito de alimentación a máquina de lavar y calentador de agua.
- 6 milímetros cuadrados para el circuito de alimentación para cocina, frigorífico y secador.

6.1.2 Caídas de tensión

No obstante lo dicho anteriormente, la sección de los conductores vendrá impuesta por la carga de tensión desde el origen de la instalación interior a los puntos de utilización. Esta caída de tensión será, como máximo, 1,5 por 100, considerando alimentados los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

6.2 Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI BT 017.

6.3 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su paso posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

INSTRUCCIÓN MI BT 024

INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS

Ejecución de las instalaciones

1. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

1.1 Sistemas de instalación.

1.2 Condiciones.

1.3 Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido.

2. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO.

3. CIRCUITOS DERIVADOS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

1. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.1 Sistemas de instalación

Las instalaciones se realizarán mediante alguno de los siguientes sistemas:

- Conductores aislados bajo tubo, empotrado o en montaje superficial.
- Conductores aislados bajo molduras o rodapiés.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido. Este sistema sólo está autorizado en viviendas de grado de electrificación mínima y con sujeción a lo dispuesto en el apartado 1.3 de esta Instrucción.

1.2 Condiciones

En la ejecución de las instalaciones deberá tenerse en cuenta:

- El cuadro general de distribución se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general, y su emplazamiento no podrá, en consecuencia, corresponder a cuartos de baño, retretes, dormitorios, etc. Este cuadro estará realizado con materias no inflamables.
- Las canalizaciones admitirán, como mínimo, dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como conductor neutro y, eventualmente, un conductor de protección cuando sea necesario.
- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase o en caso de circuitos con dos fases, sobre el conductor no identificado como conductor neutro.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.

- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. Cuando resulte impracticable cumplimentar esta disposición, las tomas de corriente que se conecten a la misma fase deben estar agrupadas y se establecerá una separación entre tomas de corriente conectadas a fases distintas, de por lo menos 1.5 metros.
- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- Los aparatos para instalación saliente, deben fijarse a las paredes sobre una base aislante. No obstante, los aparatos que, por construcción, dispongan de una base o dispositivo equivalente, pueden fijarse directamente a las paredes sin interposición de otra base.
- La instalación de aparatos empotrados se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente.
- La instalación de aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico.
- La utilización de aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, no exige la instalación de cajas especiales para su empotramiento, pero el hueco reservado al mismo deberá permitir alojar los conductores con toda holgura.

1.3 Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido

Este sistema de instalación queda limitado de acuerdo con lo indicado en la Instrucción MI BT 018, a las instalaciones para viviendas con grado de electrificación mínima.

2. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

- Volumen de prohibición.—Es el volumen limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la bañera, baño-aseo o ducha, y los horizontales constituidos por el suelo y por un plano situado a 2,25 metros por encima del fondo de aquellos o por encima del suelo, en el caso de que estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.
- Volumen de protección.—Es el comprendido entre los mismos planos horizontales señalados para el volumen de prohibición y otros verticales situados a 1,00 metro de los del citado volumen. La figura 1 señala estos volúmenes.

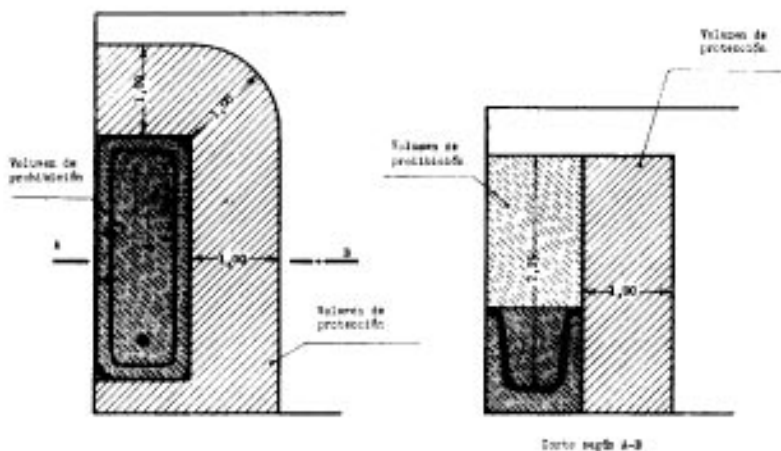


Figura 1

En el volumen de prohibición no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación. Se admiten por encima de este volumen, contactores de mando de sonería accionados por un cordón o cadena de material aislante no higroscópico.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad. Podrán instalarse aparatos de alumbrado de instalación fija, preferentemente de la Clase II de aislamiento, o, en su defecto, no presentarán ninguna parte metálica accesible y en los portalámparas no se podrán establecer contactos fortuitos con partes activas al poner o quitar las lámparas. En estos aparatos de alumbrado no se podrán disponer interruptores ni tomas de corriente, a menos que estas últimas sean de seguridad.

No obstante, se admite en el volumen de protección la instalación de radiadores eléctricos de calefacción con elementos de caldeo protegidos, siempre que su instalación sea fija, estén conectados a tierra y se haya establecido una protección exclusiva para estos radiadores a base de interruptores diferenciales de alta sensibilidad. El interruptor de maniobra de estos radiadores estará situado fuera del volumen de protección.

Tanto en el interior de los volúmenes de prohibición como de protección, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conductores aislados colocados bajo tubos aislantes, admitiéndose para éstos tanto el montaje empotrado como el superficial.

El calentador de agua deberá instalarse, a ser posible, fuera del volumen de prohibición, con objeto de evitar las proyecciones de agua al interior del aparato. Sobre el mismo calentador, o en sus proximidades, deberá colocarse un cartel de advertencia que señale la necesidad de cortar la corriente antes de abrir la caja de conexiones del calentador, así como de no restablecerla hasta que esta caja esté nuevamente cerrada.

Fuera del volumen de protección podrán instalarse interruptores, tomas de corriente y aparatos de alumbrado. Las tomas de corriente estarán provistas de un contacto de puesta a tierra, a menos que sean tomas de seguridad. Los aparatos de alumbrado no podrán ser colocados suspendidos de conductores, ni podrán utilizarse portalámparas ni soportes metálicos para éstos. En el calentador eléctrico de agua deberá colocarse el mismo cartel de advertencia señalado anteriormente.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta conexión debe estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores o, si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado, a base de metales no féreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI BT 017 para los conductores de protección.

3. CIRCUITOS DERIVADOS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Para establecer esta protección se seguirá lo dispuesto en la Instrucción MI BT 020, debiendo tener en cuenta que el interruptor automático o cortacircuito fusible deberá instalarse sobre el conductor de fase, cuando se trate de alimentación entre fase y neutro o sobre el conductor no identificado como neutro, cuando se trate de alimentación entre fases.

Puede exceptuarse la protección contra sobreintensidades para las derivaciones que, aun teniendo su origen en una línea de mayor sección, no alimenten más que a un solo interruptor o toma de corriente con fusibles incorporados. La intensidad nominal de este fusible será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio del conductor derivado, fijado para cada sistema de instalación en la Instrucción MI BT 017.

INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA
Prescripciones particulares

ÍNDICE

- 1. LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA.**
 - 1.1 Locales de espectáculos.**
 - 1.2 Locales de reunión.**
 - 1.3 Establecimientos sanitarios.**
- 2. ALUMBRADOS ESPECIALES.**
 - 2.1 Alumbrado de emergencia.**
 - 2.2 Alumbrado de señalización.**
 - 2.3 Alumbrado de reemplazamiento.**
 - 2.4 Instrucciones complementarias.**
 - 2.5 Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales.**
 - 2.5.1 Con alumbrado de emergencia.**
 - 2.5.2 Con alumbrado de señalización.**
 - 2.5.3 Con alumbrado de reemplazamiento.**
- 3. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.**
- 4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.**
- 5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS.**
- 6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN.**
- 7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS**
 - 7.1 Instalaciones eléctricas en quirófanos.**
 - 7.1.1 Medidas de protección.**
 - 7.1.2 Suministros complementarios.**
 - 7.1.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión.**
 - 7.1.4 Control y mantenimiento.**
 - 7.1.5 Varios.**

1. LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

A efectos de aplicación de la presente Instrucción, los locales de pública concurrencia comprenden:

1.1 Locales de espectáculo

Se incluyen en este grupo toda clase de locales destinados a espectáculos cualquiera que sea su capacidad.

1.2 Locales de reunión

Se incluyen en este grupo los centros de enseñanza con elevado número de alumnos, iglesias, salas de conferencias, salas de baile, hoteles, restaurantes, cafés, bibliotecas, museos, casinos, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos, establecimientos importantes, ya sean comerciales o de servicios y, en general, todos los locales con gran afluencia de público.

1.3 Establecimientos sanitarios

Se incluyen en este grupo los hospitales, sanatorios, ambulatorios y, en general, todo local destinado a fines análogos.

2. ALUMBRADOS ESPECIALES

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales, tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público, o iluminar otros puntos que se señalen (quirófanos, etc.).

Se incluyen dentro de estos alumbrados los de emergencia, señalización y reemplazamiento.

2.1 Alumbrado de emergencia

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia se instalará en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de éstas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. En el caso de que exista un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos estarán provistos de alumbrado de emergencia.

2.2 Alumbrado de señalización

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica de las admitidas en el Capítulo 3 de esta Instrucción. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

El alumbrado de señalización se instalará en los locales o dependencias que en cada caso se indiquen y siempre en las salidas de éstos y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deban iluminarse con este

alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasar automáticamente al segundo suministro.

2.3 Alumbrado de reemplazamiento

Este alumbrado debe permitir la continuación normal del alumbrado total durante un mínimo de dos horas y deberá, obligatoriamente, ser alimentado por fuentes propias de energía pero no por ningún suministro exterior. Si las fuentes propias de energía están constituidas por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, podrá utilizarse un suministro exterior para su carga.

2.4 Instrucciones complementarias

Para las tres clases de alumbrados especiales mencionados en la presente Instrucción, se emplearán lámparas de incandescencia o lámparas de fluorescencia con dispositivo de encendido instantáneo, alimentadas por fuentes propias de energía cuando corresponda según los apartados anteriores.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones de los alumbrados especiales que se mencionan en la presente Instrucción, entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro central situado fuera de la posible intervención del público. No será precisa la instalación de este cuadro cuando los alumbrados especiales se hagan por medio de aparatos autónomos automáticos.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán cuando se instalen sobre paredes, o empotradas en ellas, a 5 centímetros como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

2.5 Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales

2.5.1 Con alumbrado de emergencia

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

2.5.2 Con alumbrado de señalización

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

2.5.3 Con alumbrado de reemplazamiento

Establecimientos sanitarios: únicamente en quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva.

3. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos, o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas, distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 por 100 de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de esta Instrucción.

En los establecimientos sanitarios, grandes hoteles, locales de espectáculos de gran capacidad, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos, aeropuertos y establecimientos comerciales con gran afluencia de público, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar además de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes e indispensables.

4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la Instrucción MI BT 016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 15 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.

- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
 - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
 - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
 - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1.000 V, armados, colocados directamente sobre las paredes.
- 9) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS

Además de las prescripciones generales señaladas en el Capítulo anterior, se cumplirán en estos locales las complementarias siguientes:

- a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
 - Sala de público.
 - Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
 - Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a éstos, almacenes, etc.
 - Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

Cada uno de los dos últimos grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los interruptores, conmutadores, combinadores, etc., que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.
- b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios, así como en los almacenes y talleres anexas a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores de tipo no propagador de la llama, con preferencia empotrados. Los dispositivos de protección contra sobreintensidades estarán constituidos siempre por interruptores automáticos, magnetotérmicos, de sensibilidad adecuada; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores del tipo de aislamiento reforzado, y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la clase II.
- c) Los cuadros secundarios de distribución, deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.
- d) Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:
 - Camerinos.
 - Almacenes.
 - Talleres.
 - Otros locales con peligro de incendio.
 - Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.
- e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos

se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.

- f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de señalización, conforme a las disposiciones del Capítulo 2, el cual funcionará constantemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN

Además de las prescripciones generales señaladas en el Capítulo 4, se cumplirán en estos locales las complementarias siguientes:

- a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
 - Salas de venta o reunión, por planta del edificio.
 - Escaparates.
 - Almacenes.
 - Talleres.
 - Pasillos, escaleras y vestíbulos.

7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS

Además de las prescripciones generales, señaladas en el Capítulo 4, se cumplirán en estos locales las complementarias siguientes:

- Las salas de anestesia y demás dependencias donde puedan utilizarse anestésicos u otros productos inflamables, serán considerados como locales con riesgo de incendio Clase I, División 1, salvo indicación en contrario, y como tales, las instalaciones deben satisfacer las condiciones para ellas establecidas en la Instrucción MI BT 026.
- Las instalaciones de aparatos para usos médicos se realizarán de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI BT 037.

7.1 Instalaciones eléctricas en quirófanos

Se prescribe el cumplimiento de las exigencias de tipo general de este Reglamento que pudieran afectar a las instalaciones eléctricas en este tipo de locales, señaladas entre otras, en la MI BT 037, salvo indicación en contrario.

Igualmente, es necesario que el equipo electromédico empleado en el quirófano, cumpla con las normas técnicas nacionales que le afecten y en caso de no existir éstas, con normas internacionales de reconocida garantía, tales como CEI, ISO, VDE, etc. Todos estos equipos habrán de disponer de una marca de conformidad a Normas concedida por el Ministerio de Industria, conforme se determina en el artículo 7 de este Reglamento, o por cualquier otra Entidad concesionaria de otras marcas de igual significado y que sean reconocidas a estos efectos por el indicado Ministerio.

Además de las condiciones generales anteriores, en estos locales se cumplirán las siguientes medidas complementarias.

7.1.1 Medidas de protección

— Puesta a tierra de protección

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos, deberá disponer de un suministro trifásico con neutro y de conductor de protección. Tanto el neutro como el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

Todas las masas metálicas de los equipos electromédicos deben conectarse a través de un conductor de protección a un embarrado común de puesta a tierra de protección (PT, ver fig. 1) y éste, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano y las conexiones a masa, o a los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

— **Conexión de equipotencialidad**

Todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad (EE, ver fig. 1) mediante conductores de cobre aislados e independientes. La impedancia entre estas partes y el embarrado (EE) no deberá exceder de 0,1 ohmios.

Se deberá emplear la identificación verde-amarillo para los conductores de equipotencialidad y para los de protección.

El embarrado de equipotencialidad (EE) estará unido al de puesta a tierra de protección (PT) por un conductor aislado con la identificación verde-amarillo, y de sección no inferior a 16 mm de cobre.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad no deberá exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

— **Suministro a través de un transformador de aislamiento (de separación de circuitos) para uso médico**

Se prescribe el empleo de un transformador de aislamiento (como mínimo, por quirófano) para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse (ver fig. 1).

Se realizará una adecuada protección contra sobreintensidades del propio transformador y de los circuitos por él alimentados. Se concede importancia muy especial a la coordinación de las protecciones contra sobreintensidades de todos los circuitos y equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento, con objeto de evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del citado transformador.

Para la vigilancia del nivel de aislamiento de estos circuitos, se dispondrá de un monitor de detección de fugas, que encenderá una señalización óptica (color rojo) cuando se detecte una pérdida de aislamiento capaz de originar una corriente de fuga superior a 2 mA en instalaciones a 127 V y a 4 mA en instalaciones a 220 V siempre que se trate de medida por impedancia, o que sea inferior a 50.000 ohmios cuando se trate de medida por resistencia, accionando a la vez una alarma acústica. Deberá disponer, además, de un pulsador de detención de la alarma acústica y de un indicativo óptico (color verde) de correcto funcionamiento.

La tensión secundaria del transformador de aislamiento no sobrepasará los 250 voltios eficaces. La potencia no excederá de 7,5 kVA.

El transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento, cumplirán la norma UNE 20 615.

Se dispondrá un cuadro de mando y protección por quirófano, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones. Este deberá incluir la protección contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y el monitor de fugas. Es muy importante que en el cuadro de mando y panel indicador del estado del aislamiento todos los mandos queden perfectamente identificados, y de fácil acceso. El cuadro de alarma del monitor de fugas deberá estar en el interior del quirófano y fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

— **Protección diferencial**

Se emplearán dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad (≤ 30 mA) para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un

transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad. Se dispondrán las correspondientes protecciones contra sobreintensidades.

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

— **Empleo de pequeñas tensiones de seguridad**

Las pequeñas tensiones de seguridad no deberán exceder de 24 V en c. a. y 50 V en c. c.

El suministro se hará a través de un transformador de seguridad, o de otros sistemas con aislamiento equivalente.

7.1.2 Suministros complementarios

El artículo 14 del vigente Reglamento para Baja Tensión exige disponer de un suministro general de reserva.

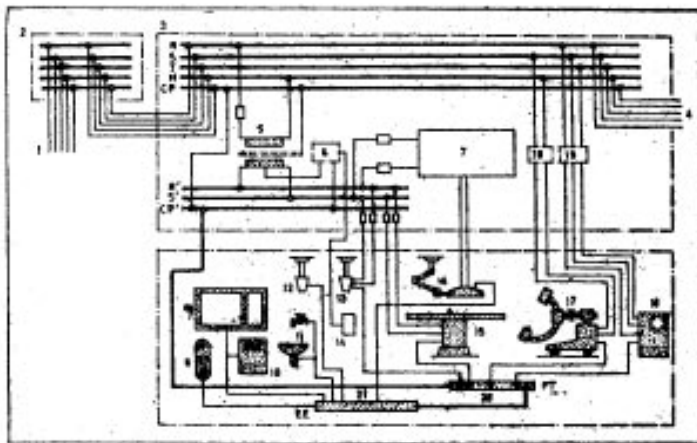


FIGURA 1

Ejemplo de un esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano.

1. Alimentación general o

línea repartidora del edificio.

2. Distribución en la planta o derivación individual.

3. Cuadro de distribución en la sala de operaciones.

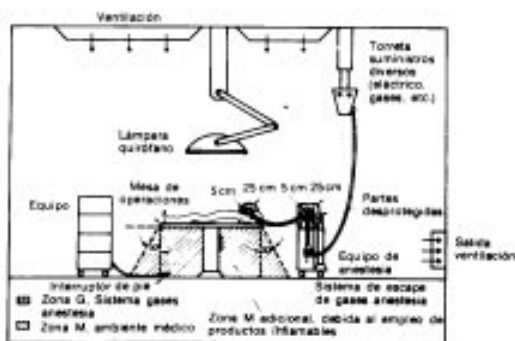
4. Suministro complementario.

5. Transformador de aislamiento tipo-médico.

6. Dispositivo de vigilancia de aislamiento o monitor de detección de fugas.

7. Suministro normal y especial complementario para alumbrado de lámpara de quirófano.

8. Radiadores de calefacción central.



Se prescribe, además, disponer de un suministro especial complementario, a base de, por ejemplo, baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio en menos de 0,5 segundos. La lámpara de quirófano siempre será alimentada a través de un transformador de seguridad (ver fig. 1).

Todo el sistema de protección deberá

9. Marco de protección de ventanas.

10. Zona de riesgo de incendio y explosión en el quirófano,

11. Cuando se emplean mezclas de gases anestésicos y agentes

desinfectantes inflamables.

12. Torreta área de tomas de corriente (con terminales para conexión equipotencial envolvente conectada al embarrado conductor de protección.

14. Cuadro de alarmas del dispositivo de vigilancia de aislamiento.

15. Mesa de operaciones (de mando eléctrico).

16. Lámpara de quirófano.

17. Equipo de rayos X.

18. Esterilizador.

19. Interruptor de protección diferencial.

20. Embarrado de puesta a tierra.

21. Embarrado de equipotencialidad.

funcionar con idéntica fiabilidad tanto si la alimentación es realizada por el suministro normal como por el complementario.

7.1.3 Medidas contra el riesgo de incendio o explosión

La figura 2 muestra las zonas G y M, que deberán ser consideradas como zonas de la Clase I división 1 y Clase I división 2, respectivamente, y tratadas como tales según el vigente Reglamento para Baja Tensión (MI BT 026). La zona M, situada debajo de la mesa de operaciones (ver fig. 2), podrá considerarse como zona sin riesgo de incendio o explosión cuando se asegure una ventilación de 15 renovaciones/hora de aire.

Los suelos de los quirófanos serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de un millón de ohmios, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a 100 M Ω , no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

En general, se prescribe un sistema de ventilación adecuado que evite las concentraciones peligrosas de los gases empleados para la anestesia y desinfección.

7.1.4 Control y mantenimiento

— Antes de la puesta en servicio de la instalación

El instalador deberá proporcionar un informe escrito sobre los resultados de los controles realizados al término de la ejecución de la instalación, y que comprenderá, al menos:

- funcionamiento de las medidas de protección
- continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra
- resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.
- resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito,
- resistencia de puesta a tierra
- resistencia de aislamiento de suelos antielectrostáticos, y
- funcionamiento de todos los suministros complementarios

— Instalaciones ya en servicio

Control, al menos semanal, del correcto estado de funcionamiento del dispositivo de vigilancia de aislamiento y de los dispositivos de protección.

Medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento, de los diversos circuitos en el interior de los quirófanos, (a realizar en plazos máximos de un mes)

El mantenimiento de los diversos equipos deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones de sus fabricantes. La revisión periódica de la instalación, en general, deberá realizarse anualmente (MI BT 042) incluyendo, al menos, lo indicado en el punto primero de este apartado 7.1.4.

7.1.5 Libro de Mantenimiento

Todos los controles realizados serán recogidos en un «libro de Mantenimiento» de cada quirófano, en el que se expresen los resultados obtenidos y las fechas en que se efectuaron, con firma del técnico que los realizó. En el mismo deberán reflejarse, con detalle, las anomalías observadas, para disponer de antecedentes que puedan servir de base en la corrección de deficiencias.

7.1.6 Varios

En los equipos electromédicos se exigirá el empleo de clavijas de toma de corriente del tipo acordado, o clavijas con dispositivo de retención del cable.

Las clavijas de toma de corriente para diferentes tensiones, tendrán separaciones o formas, también distintas entre los vástagos de toma de corriente.

Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2,5 metros, o cuando sus interruptores presenten partes metálicas accesibles, deberá ser protegida mediante un dispositivo diferencial.

Las características de aislamiento, e identificación de los conductores, responderán a lo dispuesto en la Instrucción MI BT 023.

INSTRUCCIÓN MI BT 026

PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES DE LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

ÍNDICE

1. CAMPO DE APLICACIÓN

2. TERMINOLOGÍA.

- 2.1 Emplazamiento peligroso.**
- 2.2 Atmósfera explosiva.**
- 2.3 Modos de protección.**
- 2.4 Material Ex.**
- 2.5 Temperatura de ignición.**
- 2.6 Temperatura superficial máxima.**
- 2.7 Grupos de material eléctrico.**
- 2.8 Grados de protección de las envolventes.**

3. Clasificación DE EMPLAZAMIENTOS.

- 3.1 Emplazamientos de clase I.**
- 3.2 Emplazamientos de clase II.**
- 3.3 Emplazamientos de clase III.**

4. MODOS DE PROTECCIÓN.

- 4.1 Definiciones.**
- 4.2 Certificados.**
- 4.3 Marcas.**

5. CONDICIONES DE INSTALACIÓN PARA TODAS LAS ZONAS PELIGROSAS.

- 5.1 Reglas generales.**
- 5.2 Selección del material.**
- 5.3 Protección contra chispas peligrosas.**
- 5.4 Protección eléctrica.**
- 5.5 Seccionamiento y parada de emergencia.**
- 5.6 Canalizaciones eléctricas.**

6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 0.

- 6.1 Generalidades.**
- 6.2 Material electrico para zona 0.**

7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 1.

- 7.1 Equipos eléctricos como modo de protección Ex p.**
- 7.2 Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca.**
- 7.3 Máquinas eléctricas rotativas.**
- 7.4 Transformadores y condensadores.**
- 7.5 Luminarias.**
- 7.6 Equipos móviles y portátiles.**

8. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 2.

- 8.1 Materiales eléctricos admisibles en zona 2.**

9. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE II.

- 9.1 Empleo de los modos de protección normalizados.**

10. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE III.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

ORDEN de 13 de enero de 1988 por la que se modifica la Instrucción Complementaria MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Instrucción Complementaria MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, referente a las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión, precisa ser actualizada de acuerdo con los nuevos progresos de la técnica y con las actuales exigencias de seguridad. Además la entrada de España en la Comunidad Económica requiere poner nuestra legislación en consonancia con las directrices comunitarias.

Por ello, juntamente con el correspondiente grupo de trabajo y en colaboración con diversos Organismos y sectores interesados, se ha preparado el contenido de la presente disposición.

Se ha establecido una nueva clasificación de los emplazamientos y zonas y se han definido con más rigor los distintos modos de protección que en estos momentos deben exigirse a este tipo de instalaciones.

Igualmente se han tenido en cuenta las directivas 76/117/CEE, 79/196/CEE y 84/47CEE,

En su virtud este Ministerio ha dispuesto:

Primero.—La Instrucción Complementaria MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobada en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 31 de octubre de 1973, queda redactada en la forma que se indica en el anexo 1 a la presente Orden.

Segundo.—Con independencia de lo dispuesto en la mencionada Instrucción Complementaria, en todo el territorio español, no se podrá prohibir por motivos relacionados con su construcción, la venta, la libre circulación, o el uso conforme a la finalidad para la que estuviera destinado, del material eléctrico utilizable en atmósferas explosivas que cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- 1.^a Si el citado material es conforme con las normas armonizadas que figuran en el anexo 2, lo cual es garantizado mediante la expedición del oportuno certificado de conformidad y por la fijación de la correspondiente marca distintiva, ambos establecidos por las siguientes Directivas:

76/117/CEE del Consejo, de 18 de diciembre de 1975, publicada en el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas», L24, de 30 de enero de 1976 (Edición especial en español, 1985, capítulo 13, volumen 04, Política Industrial y Mercado Interior).

79/196/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1979, publicada en dicho «Diario Oficial» L43, de 20 de febrero de 1979 (edición española 1985, capítulo 13, volumen 09, Política Industrial y Mercado Interior).

84/47/CEE de la Comisión, de 16 de enero de 1984, publicada en el mismo «Diario Oficial» L31, de 2 de febrero de 1984 (edición española 1985, capítulo 13, volumen 16, Política Industrial y Mercado Interior).

2.^a Si el mencionado material no se ajusta a las aludidas normas armonizadas pero una inspección especial de su fabricación ha permitido establecer que ofrece una garantía de seguridad al menos equivalente al fijado por dichas normas, siendo ello garantizado por la expedición de un certificado de inspección y la fijación de la marca distintiva que se establece en las citadas normas CEE.

El procedimiento para la expedición y revocación de estos certificados y la colocación de las marcas distintivas, será igualmente el especificado en las mismas Directivas CEE.

Tercero La presente Orden será obligatoria a partir de los seis meses contados desde su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» pero podrá ser aplicada desde la fecha de publicación de la misma en el mismo Boletín».

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos, Madrid, 13 de enero de 1988.

CROISSIER BATISTA

Ilmo. Sr. Subsecretario.

A N E X O 1

1. CAMPO DE APLICACIÓN

A efectos de aplicación de las presentes prescripciones se consideran emplazamientos con riesgo de incendio o explosión todos aquellos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas susceptibles de inflamarse o de hacer explosión.

Las presentes prescripciones son también aplicables a las instalaciones eléctricas de tensión superior a 1.000 V en corriente alterna o a 1.500 V en corriente continua.

En esta instrucción sólo se considera el riesgo de incendio o explosión originado al coincidir una atmósfera explosiva y una fuente de ignición de origen eléctrico (chispas, arcos y temperaturas superficiales del material eléctrico), incluyendo también la electricidad estática.

2. TERMINOLOGÍA

Con el fin de facilitar la comprensión de esta instrucción, se indican a continuación las definiciones siguientes:

2.1 Emplazamiento peligroso

Es un espacio en el que una atmósfera explosiva está, o puede estar presente en tal cuantía, como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y utilización del material eléctrico.

2.2 Atmósfera explosiva

Es una mezcla con el aire de gases, vapores, nieblas, polvos o fibras inflamables, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a través de toda la mezcla no consumida.

2.3 Modos de protección

Medidas aplicadas en el diseño y construcción del material eléctrico para evitar que éste provoque la ignición de la atmósfera circundante.

2.4 Material Ex

Denominación genérica aplicada a todo material eléctrico provisto de algún modo de protección.

2.5 Temperatura de ignición

Es la temperatura más baja a la que se produce la ignición de una sustancia inflamable cuando se aplica el método de ensayo normalizado.

2.6 Temperatura superficial máxima

Es la mayor temperatura alcanzada en servicio y en las condiciones más desfavorables (aunque dentro de las tolerancias) por cualquier pieza o superficie del material eléctrico que pueda producir la ignición de la atmósfera circundante.

Notas:

- 1) Las condiciones más desfavorables comprenden las sobrecargas, así como las situaciones de defecto reconocidas en la norma específica concerniente a los modos de protección.
- 2) El material eléctrico se clasifica en las clases de temperatura T1 a T6, según su temperatura superficial máxima. (Véase el punto 5 de esta instrucción.)

2.7 Grupos de material eléctrico

El material eléctrico para emplazamientos peligrosos a que se refiere esta ITC incluye los grupos IIA, IIB y IIC, de material eléctrico destinado a emplazamientos peligrosos excepto minas grisúosas.

2.8 Grado de protección de las envolventes

Medidas aplicadas a las envolventes del material eléctrico para asegurar:

La protección de las personas contra los contactos con piezas bajo tensión o en movimiento en el interior de la envolvente y la protección del material contra la entrada de cuerpos sólidos extraños.

La protección del material contra la penetración de líquidos.

La protección del material contra los golpes.

Nota: Véanse las normas UNE 20.324~78 y UNE 20.111-73.

3. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos peligrosos, estos se clasifican:

De acuerdo con las sustancias presentes, en clase I (gases, vapores y nieblas); clase II (polvos), y clase III (fibras).

Según la probabilidad de presencia de la atmósfera explosiva, en zona 0, zona 1 y zona 2 (para gases y vapores), zona Z (con posibilidad de formación de nubes de polvo) y zona Y (con posibilidad de formación de capas de polvo).

Para determinar las zonas de clase I, se seguirá la norma UNE 20.322-86.

3.1 Emplazamientos de clase I

Son aquellos lugares en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos que produzcan vapores inflamables.

Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, según el procedimiento de UNE 20.322-86, se encuentran los siguientes:

Aquellos en los que se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro (P. E. estaciones de servicio).

Garajes y talleres de reparación de vehículos.

Los interiores de cabinas de pintura donde se utilicen pistolas de pulverización.

Las zonas próximas a los locales en que se realicen operaciones de pintura por cualquier sistema cuando en los mismos se empleen disolventes inflamables.

Los emplazamientos en los que existan tanques o recipientes abiertos que contengan líquidos inflamables.

Los secaderos o los compartimentos para la evaporación de disolventes inflamables.

Los locales en que existan extractores de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.

Los lugares de las lavanderías y tintorerías en los que se empleen líquidos inflamables.

Las salas de gasógenos.

Las instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.

Las salas de bombas y/o de compresores para gases o líquidos inflamables.

Los interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

Los emplazamientos de esta clase se clasifican a su vez, según UNE 20.322-86, en:

3.1.1 Zona 0

Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma continua, o se prevé que esté presente durante largos períodos de tiempo o cortos períodos pero que se producen frecuentemente.

3.1.2 Zona 1

Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva se prevé pueda estar de forma periódica u ocasional durante el funcionamiento normal.

3.1.3 Zona 2

Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva no se prevé pueda estar presente en funcionamiento normal y si lo está será de forma poco frecuente y de corta duración.

3.2 Emplazamiento de clase II

Son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de polvo combustible, excluyendo los explosivos propiamente dichos. Es de destacar que si bien para los gases la clasificación distingue tres zonas (zona O, 1 y 2), se ha comprobado que una clasificación común para gases y polvos no es adecuada.

A diferencia de lo que sucede para los gases y vapores, no es posible en el caso de polvos distinguir, en el curso del tiempo, las situaciones correspondientes a situaciones normales o anormales. Se hace notar que, contrariamente a lo que ocurre generalmente en emplazamientos clase I, la ventilación puede resultar contraproducente. En cualquier caso para la clase II debe aplicarse sólo extracción.

Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, se encuentran los siguientes:

Las zonas de trabajo de las plantas de manipulación y almacenamiento de cereales.

Las salas que contienen molinos, pulverizadores, limpiadoras, descascarilladoras, transportadores o bocas de descarga, depósitos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o de tolva, empaquetadoras, cúpulas o bases de elevadores, distribuidores, colectores de polvo o de productos (excepto los colectores totalmente metálicos con ventilación al exterior) y otras máquinas o equipos similares productores de polvo en instalaciones de tratamiento de grano, de almidón, de molturación de heno, de fertilizantes, etc.

Las plantas de pulverización de carbón, manipulación y utilización subsiguientes.

Plantas de coquización.

Plantas de producción y manipulación de azufre.

Todas las zonas de trabajo en las que se producen, procesan, manipulan, empaquetan o almacenan polvos metálicos.

Los almacenes y muelles de expedición, donde los materiales productores de polvo se almacenan o manipulan en sacos o contenedores.

Los demás emplazamientos similares en los que pueda estar presente en el aire y en condiciones normales de servicio, polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los polvos inflamables conductores de la electricidad son más peligrosos. Por dicho motivo, cuando se trate de polvos conductores, el aparato eléctrico deberá ser siempre el adecuado para zona Z (ver 3.2.1). Entre los polvos combustibles conductores de la electricidad se encuentran los de carbón y coque. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son extremadamente peligrosos, debiendo adoptarse todo tipo de precauciones en su manipulación.

Entre los polvos combustibles no conductores de la electricidad están los polvos producidos en la manipulación de grano y sus derivados, azúcar y cacao pulverizados, leche y huevo en polvo, especias pulverizadas, harinas de semillas oleaginosas, heno seco y demás materiales orgánicos que pueden formar o desprender polvos combustibles cuando se procesan o manipulan.

Dentro de esta clase hay que distinguir:

3.2.1 Zona Z (con nubes de polvo)

Es aquella en la que hay o puede haber polvo combustible, durante las operaciones normales de funcionamiento, puesta en marcha o limpieza, en cantidad suficiente para producir una atmósfera explosiva.

3.2.2 Zona Y (con capas de polvo)

Es aquella que no está clasificada como zona Z, pero en la cual pueden aparecer acumulaciones de capas de polvo combustible a partir de las cuales pueden producirse atmósferas explosivas.

3.3 Emplazamientos de clase III

Son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de fibras o materias volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o materiales volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente como para producir atmósferas explosivas.

3.3.1 Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, se encuentran los siguientes:

Algunas zonas de las plantas textiles de rayón, algodón, etc.

Las plantas de fabricación y procesamiento de fibras combustibles.

Las plantas desmotadoras de algodón.

Las plantas de procesamiento de lino.

Los talleres de confección.

Las carpinterías, establecimientos e industrias que presenten riesgos análogos.

Aquellos lugares en los que se almacenen o manipulen fibras fácilmente inflamables.

Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamables están el rayón y otras fibras sintéticas, algodón (incluidos borra y desperdicios), sisal, yute, estopa, estopa alquitranada, miraguano y otros materiales de naturaleza similar.

4. MODOS DE PROTECCIÓN

Contra el riesgo de explosión o inflamación que suponen los materiales eléctricos existen los siguientes modos de protección:

a) Respalados por certificados de conformidad (véase el apartado 4.2).

Inmersión en aceite «o»: Norma UNE 20.326-70 y alternativamente EN 50.015, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-6, primera edición de 1968.

Sobrepresión interna «p»: Norma UNE 20.319-78 IR y alternativamente EN 50.016, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-2, tercera edición de 1983.

Relleno pulverulento «q»: Norma UNE 20.321-71 y alternativamente EN 50.017, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-5, primera edición de 1967, con complemento de 1969.

Envoltorio antideflagrante «d»: Norma UNE 20.320-80 y alternativamente EN 50.018, primera edición de marzo de 1977, con enmiendas 1 de julio de 1979 y 2 de diciembre de 1982 o CEI 79-1, segunda edición de 1971, con enmienda 1 de septiembre de 1979.

Seguridad aumentada «e»: Norma UNE 20.328-72 y alternativamente EN 50.019, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 y 2 de septiembre de 1983 o CEI 79-7, primera edición de 1969.

Seguridad intrínseca «d»: Norma EN 50.020, primera edición de marzo de 1977, con enmienda 1 de julio de 1979 o CEI 79-11, segunda edición de 1984.

Encapsulado «m»: Norma EN 50.028, primera edición de febrero de 1987.

Todas las normas UNE y CEI citadas estarán complementadas en las condiciones que en ellas se especifican por CEI 79-0, segunda edición de 1983 y UNE 20318-69.

Todas las normas EN anteriormente citadas estarán complementadas en las condiciones que en ellas se especifican por EN 50.014, primera edición de marzo de 1977, con sus enmiendas 1 de julio de 1979, 2 de junio de 1982, 3 de diciembre de 1982 y 4 de diciembre de 1982. No obstante, hasta el 1 de enero de 2005 se podrán aplicar las normas EN 50.014 a 50.020, en su primera edición de marzo de 1977, con la primera enmienda, siempre y cuando el certificado de conformidad se haya emitido antes del 31 de diciembre de 1987.

b) Respaldados por certificados de control (véase el apartado 4.2).

Otros modos de protección aún no normalizados en España, como, por ejemplo: Aparatos para zona 2, tipo «n», materiales con sellado hermético tipo «h» aparatos eléctricos con modos de protección distintos de los normalizados. Estos productos deben ser objeto de un certificado de control que garantice que disponen de un nivel de seguridad equivalente al que confieren los modos de protección normalizados. La letra código de marcado será «S».

4.1 Definiciones

4.1.1 Inmersión en aceite ««o»»

Se denomina protección por inmersión en aceite aquella en la que la protección del material eléctrico se realiza de forma que no puedan inflamarse los gases o vapores inflamables que se hallen por encima del nivel de aceite y en el exterior de la envolvente.

4.1.2 Sobrepresión interna ««p»»

Se denomina protección por sobrepresión interna aquella en la que las máquinas o materiales eléctricos están provistos de una envolvente o instalados en una sala en la que se impide la entrada de los gases o vapores inflamables, manteniendo en su interior aire u otro gas ininflamable a una presión superior a la de la atmósfera exterior.

4.1.3 Aislante pulverulento «q»

Se denomina protección por relleno de aislante pulverulento aquella en la que las partes bajo tensión del material eléctrico estén completamente sumergidas en una masa de aislante pulverulento que cumple con determinadas condiciones.

4.1.4 Seguridad aumentada «e»

Se denomina protección por seguridad aumentada aquella en la que se toman cierto número de precauciones especiales para evitar, con un coeficiente de seguridad elevado, calentamientos inadmisibles o la aparición de arcos.

4.1.5 Envolvente antideflagrante ««d»»

Se denomina protección por envolvente antideflagrante a la envolvente de un aparato eléctrico capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones a la atmósfera explosiva exterior compuesta por cualquiera de los gases o vapores para los que está prevista.

4.1.6 Seguridad intrínseca «i»

Se denomina protección por seguridad intrínseca de un circuito o una parte de él, aquella en la que cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse, normal o accidentalmente, es incapaz de provocar en las condiciones de ensayo prescritas, la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo.

4.1.7 Encapsulado «m»

Se denomina protección por encapsulado aquella en la que los elementos a proteger están encerrados (envueltos) en una resina, de tal manera que una atmósfera explosiva no pueda ser inflamada ni por chispa ni por contacto con puntos calientes internos del encapsulado.

4.2 Certificados

El material eléctrico a emplear en emplazamientos con atmósfera explosiva, dotado con alguno de los modos de protección citados en 4, a) deberá poseer un certificado de

conformidad extendido por un laboratorio acreditado de acuerdo con una norma UNE, con una norma europea EN o con una recomendación CEI.

Cuando lo anterior no sea posible [véase 4, b)], el material deberá contar con un «certificado de control», expedido por un laboratorio acreditado. En dicho certificado se atestiguará que este material eléctrico presenta un nivel de seguridad al menos equivalente al de los materiales conformes a las normas citadas.

4.3 Marcas

Todo material eléctrico que comporte un modo de protección deberá estar marcado de acuerdo con las normas CEI 79-0 EN 50.014 y UNE 20.323-78 (ambas actualizadas en los términos definidos en el apartado 4) y la norma específica aplicable.

5. CONDICIONES DE INSTALACIÓN PARA TODAS LAS ZONAS PELIGROSAS

5.1 Reglas generales

El diseño de las plantas e instalaciones donde se procesen o almacenen sustancias explosivas o inflamables deberá realizarse, en la medida de lo posible, minimizando el número y extensión de los emplazamientos con riesgo de explosión (véase UNE 20.322-86). Se evitara la instalación de material eléctrico en emplazamientos peligrosos. Cuando esto no sea posible, se situará en emplazamientos con el menor grado de peligrosidad.

La instalación del equipo eléctrico en emplazamiento peligroso cumplirá con las normas y recomendaciones para instalaciones industriales (en particular el proyecto de instalación deberá ser objeto de aprobación según lo prescrito en la Instrucción MIBT 041 y las instalaciones revisadas de acuerdo con la Instrucción MIBT 042) y además con las exigencias que se establecen a continuación.

5.2 Selección del material

5.2.1 Criterios de selección

Para la selección del material eléctrico apropiado para el emplazamiento peligroso se precisa la siguiente información:

- a) Clasificación del emplazamiento (zonas) (ver capítulo 3).
- b) Temperatura de ignición de los gases, vapores, polvos o fibras previstos.
- c) Las características de los gases o vapores referentes a:
 - 1. Para el material antideflagrante Exd, el grupo de explosión (IIA, IIB o IIC) definido a partir del intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS).
 - 2. Para el material e instalaciones de seguridad intrínseca Exi, el grupo de explosión (IIA, IIB o IIC) definido a partir de la relación corriente mínima de ignición (relación CMI)
- d) Las influencias externas y la temperatura ambiente a que se verá sometido el material eléctrico.

Para los materiales con modo de protección de: Seguridad aumentada Exe, sobrepresión interna Exp, inmersión en aceite Exo y aislante pulverulento Exq, sólo son necesarias la clasificación del emplazamiento (zonas) y la temperatura de ignición.

5.2.1.1 Selección del material eléctrico en función de la clasificación del emplazamiento:

- a) Material eléctrico para zona 0.

En zona 0 sólo se admite el empleo de equipos o instalaciones eléctricas dotados del modo de protección Exia. Alternativamente podrán emplearse materiales o instalaciones eléctricas diseñadas para ser utilizadas en zona 0, siempre y cuando presenten al menos un nivel de seguridad equivalente al modo de protección citado, debiendo disponer del correspondiente certificado de control.

- b) Material eléctrico para zona 1.

En zona 1 deberán emplearse materiales eléctricos dotados con alguno de los modos de protección citados en 4a o en 4b.

c) Material eléctrico para zona 2.

En zona 2 puede emplearse el siguiente material:

c.1 Material eléctrico para zona 0 o para zona 1.

c.2 Material eléctrico de sobrepresión interna para zona 2.

c.3 Material eléctrico especialmente disonado para zona 2.

c.4 Otro material eléctrico que en servicio normal no provoque chispas, arcos o calentamientos superficiales capaces de provocar la ignición de la atmósfera explosiva presente. Este material deberá también ir provisto del certificado de control que acredite su nivel de seguridad.

5.2.1.2 Selección del material eléctrico en relación a la temperatura de ignición.

El material eléctrico será seleccionado de tal modo que se asegure que su temperatura máxima superficial no exceda la temperatura de ignición de los gases, vapores, polvos o fibras que puedan estar presentes.

Los símbolos para las clases de temperatura que se marcarán en los aparatos tendrán el significado indicado en la tabla 1.

Tabla I

Relación de la clase de temperatura del material eléctrico o partes de él con su temperatura

Clase de temperatura del material eléctrico	Temperatura superficial máxima del material eléctrico	Temperatura de ignición del gas o vapor
T1	≤ 450 °C	> 450 °C
T2	≤ 300 °C	> 300 °C
T3	≤ 200 °C	> 200 °C
T4	≤ 135 °C	> 135 °C
T5	≤ 100 °C	> 100 °C
T6	≤ 85 °C	> 85 °C

superficial máxima y la temperatura de ignición de los gases y vapores

5.2.1.3 Selección del material eléctrico en función de los grupos BA, IIB, IIC.

La elección del grupo apropiado de la envolvente antideflagrante y del material e instalaciones de seguridad intrínseca se bara teniendo en cuenta el grupo de gas y vapor indicado en las normas que definen estos modos de protección.

5.2.1.4 Influencias externas.

Los materiales eléctricos estarán protegidos contra las influencias externas (por ejemplo, químicas, mecánicas y térmicas). Las exigencias de construcción asegurarán la conservación del modo de protección cuando el material se utilice en las condiciones específicas de servicio.

5.2.1.5 Temperatura ambiente.

El material eléctrico será utilizado en la gama de temperaturas para la que se ha disonado y que deberá incluirse en su marcado. Si no se da ninguna referencia se considera que el margen de utilización está comprendido entre —20 CC y 40'C. Otras temperaturas deberán indicarse expresamente en el certificado del laboratorio.

5.3 Protección contra chispas peligrosas

5.3.1 Protección contra contactos directos

Con objeto de evitar la formación de chispas susceptibles de inflamar la atmósfera gaseosa explosiva, debe evitarse cualquier contacto con partes desnudas en tensión diferentes de las de seguridad intrínseca.

5.3.2 Protección contra contactos indirectos

Para las configuraciones de las redes de baja tensión, objeto de la Instrucción MIBT 008, se observarán las siguientes prescripciones en el ámbito de la presente Instrucción:

- a) Redes con conductor neutro y conductor de protección puestos a tierra en un mismo punto y separados entre sí en el conjunto de la red (redes TN-S).
No deberán conectarse entre sí ambos conductores, excepto en el punto de puesta a tierra de la red, ni combinarse neutro y protección en un solo conductor.
- b) Redes con funciones combinadas de neutro y protección en un solo conductor, en el conjunto de la red (redes TN-C).
Este tipo de red no está permitido en el ámbito de la presente Instrucción.
- c) Redes con neutro conectado directamente a tierra y masas puestas a tierra en puntos diferentes al anterior (redes TT).
Este tipo de red se admite para zona 1 siempre que esté protegido por un dispositivo de corriente diferencial residual, incluso si se trata de un circuito de pequeña tensión de seguridad (tensión inferior a 50 V). Este tipo de red no se permite en zona 0.
- d) Redes con neutro aislado o unido a tierra a través de una impedancia que limita la corriente de defecto (redes IT).
Las instalaciones situadas en zona 0 deberán desconectarse instantáneamente en caso de primer fallo a tierra, bien por el dispositivo de control de aislamiento o bien por un dispositivo de corriente residual.
- e) En las redes de cualquier nivel de tensión instaladas en zona 0 deberá prestarse especial atención en limitar, en amplitud y duración, las corrientes de cortocircuito.

Deberá instalarse una protección instantánea contra defectos a tierra.

5.3.3 Red de unión equipotencial de masas

Con objeto de evitar la formación de chispas peligrosas entre las masas de las estructuras metálicas a distintos potenciales, deberá instalarse una red de unión equipotencial de masas en zonas 0 y 1, siendo recomendable su empleo en zona 2 (véase Instrucción MIBT 021). Todas las partes conductoras externas deberán conectarse a dicha red. A la red equipotencial pueden conectarse los conductores de protección, los tubos, las armaduras, pero en ningún caso el conductor neutro. La sección del conductor de protección será de al menos 10 milímetros cuadrados de cobre o de otro metal con resistencia eléctrica equivalente.

Las envolventes metálicas de los equipos no necesitarán conectarse a la red de unión equipotencial siempre y cuando se encuentren sólidamente fijadas y con buen contacto metálico a otras partes metálicas previamente conectadas a dicha red equipotencial.

Sin embargo, algunos equipos de seguridad intrínseca no están previstos para conectarse a la red equipotencial de masas.

Nota: Las conexiones equipotenciales entre vehículos e instalaciones fijas pueden exigir medidas especiales, es el caso, por ejemplo, cuando se utilizan bridas de materiales aislantes en las tuberías de carga.

5.3.4 Protecciones contra otros riesgos de explosión

5.3.4.1 Electricidad estática.

En la concepción de las instalaciones eléctricas deberá prestarse especial atención a los posibles riesgos derivados de las descargas electrostáticas debiendo realizar un estudio particular para cada caso en zonas secas con corrientes de aire u otros gases y en aquellas

actividades en las que se efectúe movimiento o transporte de sustancias a través de canalizaciones.

5.3.4.2 Protección contra las descargas atmosféricas.

Del mismo modo, deberá prestarse también atención especial a los riesgos derivados de las descargas atmosféricas.

5.3.4.3 Piezas metálicas con protección catódica.

Las piezas metálicas con protección catódica situadas en emplazamientos peligrosos son elementos conductores activos potencialmente peligrosos por su potencial eléctrico negativo bajo (especialmente si están dotados de un sistema de corriente catódica propia).

En emplazamientos situados en zona 0, la protección catódica de piezas metálicas no deberá realizarse, salvo si está especialmente concebida para esta aplicación.

5.3.4.4 Radiación electromagnética.

También deben considerarse los posibles riesgos originados por radiaciones electromagnéticas importantes.

5.4 Protección eléctrica

Los circuitos y aparatos eléctricos en zonas peligrosas, exceptuando los de seguridad intrínseca, deberán ir equipados con dispositivos de protección para asegurar su desconexión automática de la red en el tiempo más corto posible. En los casos de sobrecarga y cortocircuito, el dispositivo de protección desconectará la parte de instalación averiado sin posibilidad de rearme automático. En zona 2, los dispositivos de protección contra sobrecargas podrán ir dotados de rearme automático. En cualquier caso, tras una desconexión y posterior rearme por cualquiera de los fallos citados, deberá asegurarse que el dispositivo de protección no ha quedado averiado.

Deberá preverse también un dispositivo que asegure la protección contra los riesgos provocados por las sobreintensidades en los motores trifásicos, en marcha monofásica.

En las instalaciones en que la desconexión automática de determinados equipos eléctricos suponga un peligro superior al riesgo de inflamación será suficiente una señal de alarma producida por el equipo de protección.

5.5 Seccionamiento y parada de emergencia

Cuando la fuente de alimentación de un circuito situado en zona peligrosa se encuentra instalada en una zona no peligrosa deberá instalarse un dispositivo de seccionamiento en dicha fuente en zona no peligrosa.

En los casos en que el mantenimiento de la alimentación de un circuito eléctrico entrañe riesgos (por ejemplo, extensión de un incendio) se deberá disponer el corte de esa alimentación mediante el accionamiento de un dispositivo de parada de emergencia situado en zona no peligrosa. Como paradas de emergencia pueden emplearse aparatos de corte convencionales. Los equipos que deban ineludiblemente seguir en servicio (aparatos de elevación y similares) y en aras de prevenir un riesgo mayor no tienen que quedar incluidos en el circuito de la parada de emergencia, debiendo alimentarse por medio de un circuito independiente.

5.6 Canalizaciones eléctricas

5.6.1 Generalidades

En el diseño de las canalizaciones eléctricas deberán considerarse las condiciones ambientales del emplazamiento peligroso, incluyendo los factores mecánicos, químicos y térmicos. Las canalizaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones contenidas en las Instrucciones MIBT 006, 017 y 018 y con las que a continuación se indican.

Nota 1: Todas las canalizaciones de las instalaciones eléctricas de seguridad intrínseca se realizarán de acuerdo con el apartado 6.2.2, no teniendo que cumplir necesariamente las prescripciones de 5.6.1.1, 5.6.2.1 y 5.6.3.

5.6.1.1 Los cables aislados sin cubierta exterior no deberán utilizarse como conductores activos, salvo en el conexionado interior de aparatos eléctricos o en canalizaciones bajo tubo.

5.6.1.2 Las cubiertas exteriores de los cables que no estén colocados bajo el suelo o en zanjas rellenas de arena serán no propagadoras de la llama según UNE 20.432-82(1); esto no es aplicable a las canalizaciones de tipo a) o b) de 5.6.2.1.

Si se instalan mazos de cables en zanjas sin relleno o en conductos estrechos, estos cables deberán ser no propagadores del incendio según UNE 20.427-81.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 por 100 respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.

Todas las canalizaciones de longitud superior a 5 metros deberán disponer en su comienzo de una protección contra cortocircuitos y contra sobrecargas si éstas son previsibles, estableciendo estas últimas en base a lo fijado en el párrafo anterior.

5.6.1.3 Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizará de acuerdo con el modo de protección previsto.

5.6.1.4 Los orificios del material eléctrico para entradas de cable o tubos no utilizados deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vaya dotado dicho material.

5.6.1.5 En caso necesario, los cables y tubos estarán sellados para evitar el paso de gases o líquidos.

5.6.1.6 En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables de un emplazamiento a otro. También se evitará la acumulación de gases, vapores o líquidos inflamables en zanjas. Esto puede precisar del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

5.6.2 Cables

5.6.2.1 Canalizaciones fijas.

Las canalizaciones de energía en zonas 1 y 2 podrán realizarse con los condicionantes establecidos mediante:

- a) Cables o conductores aislados bajo tubo metálico rígido o flexible según lo prescrito en 5.6.3.
- b) Cables constituidos de tal modo que dispongan de una protección mecánica; se consideraran como tales:

Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica.

Cables armados con funda de plomo.

Cables armados con cubierta exterior no metálica, estos cables deberán disponer de una cubierta interior de estanqueidad bajo armadura.

Las armaduras serán de acero galvanizado y preferentemente estarán realizadas a base de alambre, si se trata de cables rígidos o cablecillos si son flexibles.

5.6.2.2 Canalizaciones de equipos portátiles o móviles.

Para las canalizaciones de alimentación a equipos móviles o portátiles en zonas 1 ó 2 se utilizarán cables flexibles con o sin armadura flexible y cubierta de policloropreno o similar según las normas UNE 21.027-83 y UNE 21.150-86. Si se utiliza conductor de protección debe aislarse como los otros conductores y situarse bajo la cubierta, salvo si está dispuesto en forma de pantalla. Puede utilizarse como conductor de protección la armadura si tiene la conductividad suficiente. La utilización de los cables flexibles sin armadura se restringirá a lo estrictamente necesario, recomendándose que su longitud sea lo más reducida posible.

La sección mínima de los conductores será de 1,5 milímetros cuadrados. Este tipo de canalizaciones tiene su tensión nominal limitada a 450/750 V.

5.6.3 Canalizaciones bajo tubo

5.6.3.1 Generalidades.

Las canalizaciones bajo tubos no deberán emplearse donde puedan sufrir vibraciones capaces de romperlas o aflojar sus uniones roscadas, donde como consecuencia de su rigidez pueden originarse esfuerzos excesivos o donde pueda producirse una condensación interna de humedad excesiva.

5.6.3.2 Tubos.

Los tubos rígidos para instalaciones con aparatos Exd deberán ser de acero sin soldadura, galvanizados interior y exteriormente y resistir una presión interna de 3 MPa. El roscado de los mismos deberá cumplir con las exigencias dimensionales de la protección antideflagrante. Los tubos serán conformes a UNE 36.582~6.

Los tubos flexibles serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos. Estarán protegidos exteriormente con una malla de acero inoxidable o galvanizado o plastificada. Deberán estar provistos de racores o accesorios que cumplan las condiciones de la construcción antideflagrante.

Para instalaciones con aparatos dotados de otros modos de protección los tubos serán metálicos, debiendo presentar una resistencia mecánica lo suficientemente elevada.

5.6.3.3 Cortafuegos.

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y flamas por el interior de los tubos:

En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas.

En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50 milímetros.

Si en un determinado conjunto, el equipo que puede producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimiento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimiento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, éstos se montarán la más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 milímetros de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900 milímetros o

menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuegos entre ellas a 450 milímetros o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90° C.

El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16 milímetros.

Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.

Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadoras que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.

Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto. Cuando un tubo o conducto contenga tres o más cables, la sección ocupada por los mismos comprendido su aislamiento relleno y cubierta exterior no será superior al 40 por 100 de la del tubo o conducto.

6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 0

6.1 Generalidades

Cuando se utilicen instalaciones eléctricas en zona 0 deberá preverse un alto nivel de seguridad, teniendo en cuenta las condiciones ambientales específicas como las sollicitaciones térmicas, mecánicas, químicas, eléctricas, los fenómenos electrostáticos y los efectos de corrosión.

6.2 Material eléctrico para zona 0

Sólo podrán utilizarse los siguientes materiales eléctricos, instalados según las reglas establecidas en sus certificados de conformidad y marcados en consecuencia:

1. Materiales eléctricos de seguridad intrínseca de categoría «a».
2. Otros materiales eléctricos especialmente concebidos para su utilización en zona 0, que deberán disponer del correspondiente certificado de control.

6.2.2 Canalizaciones eléctricas en zona 0

Los circuitos de seguridad intrínseca deben ser instalados siguiendo las reglas establecidas para zona 1, pudiendo aplicarse, además, otras reglas complementarias específicas para la zona 0.

Las instalaciones eléctricas que no sean de seguridad intrínseca deben responder a las siguientes reglas:

En zona 0 no se utilizarán cables sin protección adicional. Dicha protección puede ser mecánica, eléctrica o contra los efectos ambientales de conformidad con las condiciones de utilización. Deberá prestarse atención especial a los efectos de las descargas atmosféricas y a las diferencias entre los potenciales de tierra.

En zona 0 es aconsejable emplear canalizaciones eléctricas bajo tubo.

7. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA1

7.1 Equipos eléctricos con modo de protección Ex p

En la instalación de equipos eléctricos dotados del modo de protección Ex p deberán observarse las siguientes prescripciones, además de las reglas contenidas en las normas de este modo de protección (ver punto 4):

- a) Antes de la puesta en servicio de los equipos debe verificarse que su instalación cumple con lo exigido en dichas normas.
- b) Las entradas de cable o las conexiones de los tubos de las canalizaciones eléctricas a las envolventes Exp deben ser lo suficientemente estancas como para impedir fugas excesivas del gas de protección y la salida al exterior de chispas o partículas incandescentes producidas por los aparatos eléctricos situados en el interior de la envolvente
- c) El orificio de entrada del gas de protección al (o los) tubo(s) de alimentación deberá(n) situarse en un emplazamiento no peligroso.
- d) Los tubos de alimentación del gas de protección deberán instalarse, en la medida de lo posible, en emplazamientos no peligrosos.
- e) Los tubos de evacuación del gas de protección deberán desembocar en un emplazamiento no peligroso; en caso contrario, deberán instalarse dispositivos que eviten la salida de chispas o partículas incandescentes peligrosas.

7.2 Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca

Además de lo estipulado en las normas citadas en 4 y en EN 50.039 (primera edición, marzo 1980), deberán observarse también las siguientes prescripciones:

7.2.1 Los circuitos de seguridad intrínseca pueden estar:

Aislados de tierra, o

Conectados en un punto a la red de unión equipotencial de masas cuando dicha red exista en todo el tendido de los circuitos de seguridad intrínseca, o

Conectados a tierra en un punto cuando sea necesaria dicha conexión por razones de funcionamiento o de protección.

El método de instalación deberá ser elegido de acuerdo con las características de funcionamiento de los circuitos facilitados por el fabricante.

La puesta a tierra de la instalación en varios puntos se admite siempre y cuando sus circuitos estén separados galvánicamente y cada uno esté conectado a tierra en un solo punto.

Cuando un circuito esté aislado de tierra deberán considerarse los posibles riesgos provenientes de las cargas electrostáticas.

7.2.2 Cuando se empleen barreras de seguridad, la tensión de fallo máxima en el material eléctrico conectado a las bornes de entrada a la barrera no deberá superar el valor de la tensión de fallo asignada a la barrera (por ejemplo, 250 V). Cuando una barrera de seguridad deba ser conectada a tierra, la longitud del conductor de conexión con la borne de tierra de la barrera debe ser tan corta como sea posible. La sección del conductor de conexión deberá determinarse teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito estimada y tendrá, como mínimo, un valor de 1,5 milímetros cuadrados en cobre.

En cualquier caso deberá realizarse un estudio detallado para justificar la necesidad de la puesta a tierra del sistema de alimentación conectado a las bornes de entrada de la barrera.

7.2.3 En las instalaciones eléctricas que posean circuitos de seguridad intrínseca (por ejemplo, en los armarios de medida y control), las bornes deben separarse de forma segura de los circuitos que no sean de seguridad intrínseca (por ejemplo, por pantallas de separación o por un distanciamiento en el aire superior a 50 milímetros). Las bornes de los circuitos de seguridad intrínseca deberán marcarse como tales.

Cuando la separación de bornes se realice mediante distanciamiento en el aire deberán tomarse las debidas precauciones en el cableado para impedir un contacto accidental entre circuitos por la separación de un conductor de su borne de fijación.

7.2.4 Si una envolvente contiene circuitos de seguridad intrínseca y circuitos que no son de seguridad intrínseca, los circuitos de seguridad intrínseca deben estar claramente identificados.

7.2.5 El marcado de los circuitos puede realizarse mediante etiquetas o por el empleo del color azul claro en las envolventes, bornes y cables.

7.2.6 Cuando un circuito de seguridad intrínseca pueda verse sometido a perturbaciones originadas por campos magnéticos o eléctricos deberán adoptarse medidas especiales (por ejemplo, apantallado del circuito) con el fin de asegurar que dichos campos no alteren su modo de protección.

7.2.7 A menos que exista una autorización especial, los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca y los conductores de los circuitos que no son de seguridad intrínseca no deberán incluirse en un mismo cable, mazo de cables o tubos. En las bandejas, zanjas, etc., los cables de seguridad intrínseca deberán estar separados de los cables que no son de un circuito de seguridad intrínseca por medio de una barrera mecánica. Dicha barrera no será necesaria cuando los cables posean una cubierta de protección adicional o un forro exterior que asegure una separación física equivalente, o cuando los cables se fijen sólidamente de manera que se asegure dicha separación.

7.2.8 En la instalación de los circuitos de seguridad intrínseca no deberán sobrepasarse los valores límites característicos de capacidad, inductancia y relación inductancia-resistencia. Dichos valores deben ser extraídos de los certificados o del marcado del material eléctrico o de las instrucciones de instalación.

7.2.9 Cuando varios circuitos de seguridad intrínseca se interconecten para formar un sistema deberá comprobarse bien mediante cálculo o por medida directa que los nuevos valores de inductancia y capacidad no afectan a la seguridad intrínseca del conjunto.

7.3 Máquinas eléctricas rotativas

7.3.1 Reglas generales

- a) Todas las máquinas eléctricas rotativas deberán protegerse contra los calentamientos peligrosos provocados por las sobrecargas. Podrán utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- a.1 Dispositivos de protección de máxima corriente con aparatos de corte tripolar y temporizados; por ejemplo, los aparatos de corte y protección de motores que deben regularse para la intensidad nominal de la máquina I_N , teniendo en cuenta su factor de utilización, y que actúan en menos de dos horas para valores de la intensidad absorbida comprendidos entre 1,05 y 1,2 veces la intensidad nominal. En el caso de motores conectados en estrella a una red IT puede ser suficiente instalar un dispositivo de protección sobre dos fases.
- a.2 Dispositivos de control directo de la temperatura conectados a detectores situados en el interior de la máquina.
- a.3 Otros dispositivos de protección equivalentes.

Los motores que puedan soportar permanentemente sin un calentamiento excesivo su corriente de arranque I_A a la tensión nominal y a la frecuencia nominal o los generadores que puedan soportar permanentemente sin un calentamiento excesivo su corriente de cortocircuito I_K , no necesitan ningún dispositivo de protección contra sobrecargas.

- b) El poder de corte del aparato utilizado para la protección de un motor, deberá ser, como mínimo, igual a su intensidad nominal de arranque I_A .

7.3.2 Prescripciones particulares para los motores de seguridad aumentada Ex e:

- a) Si la envolvente posee un grado de protección inferior a IP 54 el motor sólo podrá instalarse en lugares adecuados y deberá ser utilizado bajo la vigilancia periódica de personal cualificado.
- b) Las características tiempo-corriente de los dispositivos de protección del motor, deberán estar disponibles en el lugar de instalación. Dichas características deben indicar los tiempos de desconexión, partiendo del estado frío para una temperatura ambiente de 20° C y para valores de I/I_N entre 3 y 8. Los valores especificados para los tiempos de desconexión deben estar garantizados con una precisión del ± 20 por 100.

Los dispositivos de protección de los motores de jaula de ardilla deben elegirse de forma tal que el tiempo de desconexión en estado frío tomado de su característica tiempo-corriente para el valor I_A/I_N del motor debe ser inferior al tiempo t_E indicado en su placa de características.

- c) Si un motor va dotado de detectores internos de temperatura para su protección, sólo podrá utilizarse con el elemento de control asociado que deberá contar con el correspondiente certificado.
- d) Los motores conectados en triángulo deberán protegerse mediante dispositivos montados en serie con sus devanados de fase, o en los conductores de línea. La elección y regulación de los dispositivos de protección conectados en serie con los devanados de fase, deberá realizarse teniendo en cuenta el valor de la intensidad nominal de fase (0,58 I_N) Si los dispositivos de protección se montan sobre los conductores de línea, deberán adoptarse medidas adicionales de protección, tales como la protección contra la marcha en monofásico por fallo en una fase.
- e) En general, los motores dotados de protección amperimétrica deben funcionar en servicio continuo, con arranques fáciles y poco frecuentes que no producen un calentamiento importante de la máquina. Los motores previstos para arranques difíciles o que deben arrancar frecuentemente, deberán ir dotados de dispositivos de protección especiales que garanticen la no superación de la temperatura límite.

La temperatura límite nunca debe rebasarse incluso durante el arranque del motor.

- f) Los motores de rotor bobinado con devanados de seguridad aumentada, deberán protegerse mediante cualquiera de los dispositivos de protección contra sobrecargas citados en 7.3.1.a.

Los dispositivos de protección amperimétricos o los relés instantáneos, deberán regularse para un valor de la intensidad ligeramente superior a la intensidad máxima de arranque e inferior a cuatro veces la intensidad nominal del motor.

7.4 Transformadores y condensadores

Los transformadores y condensadores que contengan líquidos inflamables se instalarán en emplazamientos situados en zona no peligrosa.

Los transformadores instalados en zona 1 y previstos para soportar permanentemente sin calentamientos inadmisibles, su corriente nominal de cortocircuito, no necesitan ningún dispositivo de protección contra sobrecargas.

7.5 Luminarias

Las luminarias fijas o portátiles deberán incluir en su marcado la tensión nominal, frecuencia nominal y potencia máxima y tipo de las lámparas con que pueden ser utilizadas.

7.6 Equipos móviles y portátiles

No podrán utilizarse equipos móviles o portátiles dotados del modo de protección por inmersión en aceite Exo.

Los equipos portátiles deberán llevar su interruptor incorporado.

8. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONA 2

8.1 Materiales eléctricos admisibles en zona 2

En zona 2 podrá utilizarse el siguiente material eléctrico:

- a) Material eléctrico para zona 0 o zona 1.
- b) Material eléctrico de respiración restringida para zona 2.
- c) Material eléctrico diseñado especialmente para zona 2 (por ejemplo, con modo de protección "n").
- d) Material eléctrico construido de acuerdo con las reglas establecidas en las normas UNE, CEI o CENELEC específicas de dicho material y que, en servicio normal, no genere arcos, chispas o temperaturas capaces de provocar una inflamación. A menos que se demuestre lo contrario mediante ensayos apropiados, una superficie caliente se considera susceptible de provocar una inflamación, si su temperatura supera la temperatura de inflamación de la atmósfera explosiva considerada.

9. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE II

En los emplazamientos clase II se pueden presentar dos circunstancias de presencia de polvos inflamables:

- a) En forma de nube en suspensión.
- b) En forma de capa depositada sobre los aparatos.

Los equipos admisibles deberán cumplir las condiciones siguientes:

- 1. Protección contra la penetración del polvo:

Grado IP5X. Protegido contra la entrada perjudicial de polvo.

Grado IP6X. Protección total contra la entrada de polvo.

En los emplazamientos con riesgo permanente de explosión de polvo, o con abundancia de polvo inflamable en el ambiente o cuando el polvo inflamable sea además conductor de la electricidad, se deberá adoptar el grado IP6X.

2. Temperatura superficial máxima:

Los polvos inflamables presentan dos temperaturas de inflamación distintas:

TIN: «Temperatura de inflamación en nube» y

TIC: «Temperatura de inflamación en capa».

Según se parta de uno u otro valor, la temperatura superficial máxima del equipo eléctrico deberá ser inferior a:

$$2/3 \text{ de TIN, o } (TIC-75) ^\circ \text{ C}$$

Los valores TIC tabulados se establecen con una capa de 5 milímetros de espesor de polvo. Cuando se prevea una capa de espesor superior, la temperatura superficial máxima del equipo eléctrico se corregirá reduciéndola en 3° C por cada milímetro adicional.

En la práctica, dados los valores usuales de TIN y TIC, la clase de temperatura apropiadas serán T6, T5 y en algún caso T4.

9.1 Empleo de los modos de protección normalizados

En principio no están previstos para su empleo en locales de clase II. Sin embargo, podrá hacerse extensiva su utilización a estos emplazamientos si se adoptan las siguientes disposiciones adicionales:

«i»: Certificación que garantice que el equipo no se altera por la capa de polvo depositado.

«p»: Estandarización al polvo (filtros, etc.).

«e»: Índice de protección IP6X

«d»: Índice de protección IP5X o IP6X.

De modo general se recomienda que el equipo eléctrico tenga unas formas tales que se evite la acumulación de polvo y la formación de capas gruesas de polvo (formas cónicas, esféricas, evitando superficies horizontales planas, etc.).

Finalmente, para que la seguridad no se vea comprometida por el trato normal de los equipos, se establece una resistencia al impacto mínima IPxx5, recomendándose IPxx7 cuando se trate de polvos inflamables y conductores de la electricidad o en emplazamientos muy polvorientos o con formación frecuente de nubes inflamables.

10. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS DE LA CLASE III

En estos emplazamientos se podrá utilizar, en principio, equipos eléctricos convencionales sin modo de protección, dimensionados de forma que las sobrecargas sean poco probables y cuidando que las protecciones contra sobrentensidades estén cuidadosamente diseñadas.

Cuando la manipulación de fibras origine la formación de polvo, se adoptarán las medidas correspondientes a los emplazamientos de la clase II.

ANEXO 2

Normas admitidas para el cumplimiento de las exigencias de esta ITC

UNE número	Denominación	Normas CEI	Normas armonizadas (EN) y documentos de armonización (HD)
20-318-69	Sistemas de protección del material eléctrico utilizado en atmósferas que contengan gases o vapores inflamables. Definiciones.	79-0 (1983).	EN 50014 (1977) enmiendas 1979 y 1982.
20-319-78 1.ª R	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Sobrepresión interna «p».	79-2 (1983).	EN 50016 (1977) enmienda 1979.
20-320-80 1.ª R	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Construcción, verificación y ensayos de las envolventes antideflagrantes de aparatos eléctricos «d».	79-1 (1971) modificación 1979 compl. 79-1A (1975).	EN 50018 (1977) enmiendas 1979 y 1982.
20-321-71	Material eléctrico para atmósferas explosivas con protección por relleno pulverulento «q».	79-5 (1967) compl. 79-5A (1969).	EN 50017 (1977) enmienda 1979.
20-322-86	Clasificación de los emplazamientos con riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores y nieblas inflamables.	—	—
20-323-78	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Marcas.	—	—
20-324-78 1.ª R	Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes.	—	HD 365.82.

UNE número	Denominación	Normas CEI
20-326-70	Material eléctrico sumergido en aceite para su utilización en atmósferas explosivas «o».	79-6 (1968).
20-328-72	Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada. Protección «e».	79-7 (1969).
—	Material eléctrico para atmósferas explosivas: Seguridad intrínseca «i».	79-11 (1984)
—	Material eléctrico para atmósferas explosivas: Sistemas de seguridad intrínseca «i».	—
—	Material eléctrico para atmósferas explosivas: Encapsulado «m».	—
20-111-73	Máquinas eléctricas rotativas. Grado de protección proporcionado por las envolventes.	—
20-427-81	Ensayo de cables sometidos a condiciones propias de un incendio.	—
20-432-82 Parte 1	Ensayos de los cables sometidos al fuego. Ensayo de un conductor aislado o de un cable expuesto a la llama.	—
21-027-83 2.ª R Partes 1 a 4	Cables aislados con goma, de tensiones nominales $U_{0/0}$ inferiores o iguales a 450/750 V.	—
21-150-86	Cables flexibles para servicios móviles aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente, de tensión nominal 0,6/1 kV.	—
36-582-86	Perfiles tubulares de acero, de pared gruesa, galvanizados, para blindaje de conducciones eléctricas (tubo «conduit»).	—

INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

ÍNDICE

- 1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS.**
 - 1.1 Canalizaciones.**
 - 1.2 Conductores desnudos.**
 - 1.3 Conductores aislados.**
 - 1.4 Tubos.**
 - 1.5 Aparamenta.**
 - 1.6 Receptores y aparatos portátiles de alumbrado.**
 - 1.7 Elementos conductores.**
- 2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS.**
 - 2.1 Canalizaciones.**
 - 2.2 Tubos.**
 - 2.3 Aparatos de mando, protección y tomas de corriente.**
 - 2.4 Dispositivos de protección.**
 - 2.5 Aparatos móviles o portátiles.**
 - 2.6 Receptores de alumbrado.**
- 3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN.**
- 4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.**
- 5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA.**
- 6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA.**
- 7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERIAS DE ACUMULADORES.**
- 8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO.**
- 9. INSTALACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO, GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS.**
- 10. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES.**

1. INSTALACIONES EN LOCALES HÚMEDOS

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aun cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico, cuando no se utilicen pequeñas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones:

1.1 Canalizaciones

Las canalizaciones podrán estar constituidas por:

- Conductores flexibles, aislados, de 440 voltios de tensión nominal, como mínimo, colocados sobre aisladores.
- Conductores rígidos aislados, de 750 voltios de tensión nominal, como mínimo, bajo tubos protectores.
- Conductores rígidos aislados armados, de 1.000 voltios de tensión nominal, como mínimo, fijados directamente sobre las paredes o colocados en el interior de huecos de la construcción.

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores, podrán ser rígidos de 750 voltios o flexibles de 440 voltios de tensión nominal como mínimo.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua.

1.2 Conductores desnudos

Solamente en casos excepcionales, y por razones justificadas ante la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, podrán utilizarse canalizaciones constituidas por conductores desnudos sobre aisladores. En este caso, la distancia más próxima de los conductores a la pared será, como mínimo, de 10 centímetros.

1.3 Conductores aislados

Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán a una distancia mínima de 5 centímetros de las paredes y la separación entre conductores será de 3 centímetros, como mínimo.

El material utilizado para la sujeción de los conductores aislados fijados directamente sobre las paredes será hidrófugo, preferentemente aislante o estará protegido contra la corrosión.

1.4 Tubos

Los tubos serán preferentemente aislantes y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Cuando estos últimos se instalen en montaje superficial, se colocarán a una distancia de las paredes de 0,5 centímetros como mínimo.

1.5 Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

1.6 Receptores y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra la caída vertical de agua. Los portalámparas, pantallas y rejillas, deberán ser de material aislante.

Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II, según la Instrucción MI BT 031.

1.7 Elementos conductores

Todo elemento conductor no aislado de tierra y accesible simultáneamente a elementos metálicos de la instalación o a los receptores, se unirá a las masas de éstos mediante una conexión equipotencial, unida a su vez al conductor de protección, cuando exista.

2. INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.

Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los establecimientos de baños, los cuartos de duchas o para uso colectivo, los lavaderos públicos, las cámaras frigoríficas, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además de las condiciones 1.1, 1.2, 1.3 y 1.7, establecidas para los locales húmedos, las siguientes:

2.1 Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua.

2.2 Tubos

Si se emplean tubos para alojamiento de los conductores, éstos serán estancos, preferentemente aislantes, y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Se colocarán en montaje superficial y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo, a 2 centímetros de las paredes .

2.3 Aparatos de mando, protección y tomas de corriente

Se recomienda instalar los aparatos de mando y protección y tomas de corriente, fuera de estos locales. Cuando no se pueda cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen una protección equivalente.

2.4 Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción MI BT 020, se instalará en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

2.5 Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de pequeñas tensiones de seguridad, según la Instrucción MI BT 021.

2.6 Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua. La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen en un lugar fácilmente accesible.

3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existen gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse, además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Queda prohibido el uso de conductores desnudos.
- Todo el material eléctrico utilizado deberá presentar el grado de protección que su emplazamiento exija.
- Los electromotores y otros aparatos que necesiten ventilación lo harán con aire tomado del exterior que esté exento de polvo o bien convenientemente filtrado.

5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 grados centígrados, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 grados centígrados.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los conductores aislados con materias plásticas o elastómeros podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 grados centígrados aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible, señalados en la Instrucción MI BT 017.

Para temperaturas ambientes superiores a 50 grados centígrados se utilizarán conductores especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre aisladores, especialmente en los casos en que sea de temer la no conservación del aislamiento de los conductores.

- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.

6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde puedan presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a —20 grados centígrados.

Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.
- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores. con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión, debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o artificial que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo. Impedirán que los gases penetren en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes bajo tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no será afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.
- Si la tensión de servicio es superior a 250 voltios con relación a tierra. el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 250 voltios, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

8. INSTALACIONES EN LOCALES AFECTOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, sólo tienen acceso a los mismos personas cualificadas para ello.

Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En estos locales se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 1,90 metros y una anchura mínima de 0,65 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre materiales eléctricos instalados enfrente unos de otros, será, como mínimo, de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura libre de 1,90 metros como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.
- Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.

9. INSTALACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO, GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS

Se considerarán como estaciones de servicio, los locales o emplazamientos donde se efectúan trasvases de gasolina, otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables, a vehículos automóviles.

Como garajes se consideran aquellos locales en que puedan estar almacenados más de tres vehículos al mismo tiempo.

Como talleres de reparación de vehículos se consideran los locales utilizados para la reparación y servicio de vehículos automóviles, sean éstos de pasajeros, camiones, tractores, etc., y para los cuales se empleen como combustible líquidos o gases volátiles e inflamables.

a) Para las instalaciones eléctricas de los locales anteriormente citados, se tendrán en cuenta los volúmenes peligrosos que a continuación se señalan:

- En relación con suelos que estén a nivel de la calle o por encima de ésta, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros sobre el mismo.
- En relación con suelos situados por debajo del nivel de la calle, el volumen peligroso será el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 metros por encima de la parte más baja de las puertas exteriores o de otras aberturas para ventilación que den al exterior por encima del suelo. Cuando a juicio de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, la ventilación de estos locales esté suficientemente asegurada podrá considerarse únicamente como volumen peligroso el limitado por un plano situado a 0,60 metros del suelo del local.

Las figuras 1, 2, 3 y 4 señalan los valores peligrosos en diferentes casos.



Fig. 1

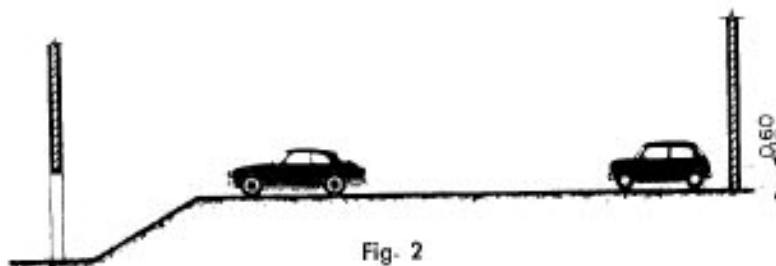


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

- Todo foso o depresión bajo el nivel del suelo se considerará como volumen peligroso.
 - No se considerarán como volúmenes peligrosos los adyacentes a los volúmenes anteriormente citados en los que no sea probable la liberación de los combustibles inflamables y siempre que sus suelos estén sobre los de aquellos a 0,60 metros, como mínimo, o estén separadas de los mismos por tabiques o brocales estancos de altura igual o mayor de 0,60 metros.
- b) Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:
- Los volúmenes peligrosos serán considerados como locales con riesgo de Clase I, División 1 y en consecuencia, las instalaciones y equipos destinados a estos

volúmenes deberán cumplir las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 026 para estos locales.

- No se dispondrá dentro de los volúmenes peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- Las canalizaciones situadas por encima de los volúmenes peligrosos podrán realizarse mediante conductores aislados bajo tubos rígidos blindados en montaje superficial o bien bajo tubos de otras características en montaje empotrado. Igualmente podrán establecerse las canalizaciones con conductores aislados armados, directamente sobre las paredes o no armados, en huecos de la construcción, cuando estos huecos presenten suficiente resistencia mecánica.
- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes definidos como peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el volumen peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviese dicho volumen.
- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 metros sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado y, en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

10. INSTALACIONES EN OTROS LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Cuando en los locales o emplazamientos donde se tenga que establecer instalaciones eléctricas concurren circunstancias especiales no especificadas en estas Instrucciones, y que puedan originar peligro para las personas o cosas, dichas instalaciones reunirán las condiciones de seguridad que estime pertinente la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES

Prescripciones particulares

ÍNDICE

1. **INSTALACIONES PARA MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE.**
2. **INSTALACIONES PARA PISCINAS.**
3. **INSTALACIONES PROVISIONALES.**
4. **INSTALACIONES TEMPORALES. OBRAS.**

1. **INSTALACIONES PARA MAQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE**

Se considerarán como máquinas de elevación y transporte:

- a) Las grúas y puentes rodantes, tornos, cabrestantes, cintas transportadoras, montacargas, etc., destinados exclusivamente al transporte de mercancías, tanto si utilizan o no jaulas para dicho fin.
- b) Los ascensores, escaleras mecánicas y otras máquinas utilizadas para el transporte de personas.

Serán aplicables a estas instalaciones las siguientes prescripciones, además de las fijadas por la Reglamentación Técnica para la Construcción e Instalación de Ascensores y montacargas, y siempre que no se opongan a las mismas:

- La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general accionado a mano, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo local o recinto en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.
Si las máquinas sirven para el transporte de las personas, los circuitos de alumbrado de las cabinas así como los correspondientes a los indicadores de posición, deberán estar conectados a un interruptor independiente del indicado anteriormente.
- Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento, deberán ser dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 por 100.
- Únicamente en el caso de que las máquinas mencionadas en el párrafo a) no dispongan de jaulas para el transporte, se permitirá la instalación de interruptores suspendidos de la extremidad de la canalización móvil.
- Las canalizaciones móviles de mando y señalización se podrán colocar bajo la misma envolvente protectora de las demás líneas móviles, incluso si pertenecen a circuitos diferentes, siempre que cumplan las condiciones establecidas en la Instrucción MI BT 018.
- Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellos y en el hueco, se conectarán a tierra.

- Los equipos montados sobre elementos de la estructura metálica del edificio se considerarán conectados a tierra. La estructura metálica de la caja soportada por los cables elevadores metálicos que pasen por poleas o tambores de la máquina elevadora se considerarán conectados a tierra con la condición de ofrecer toda garantía en las conexiones eléctricas entre ellos y con tierra. Si esto no se cumpliera se instalará un conductor especial de protección.
- Las vías de rodamiento de toda grúa de taller estarán unidas a un conductor de protección.
- Los locales, recintos, etc., en los que esté instalado el equipo eléctrico de accionamiento, sólo deberán ser accesibles a personas cualificadas. Cuando sus dimensiones permitan penetrar en él, deberán adoptarse las disposiciones relativas a las instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico (Instrucción MI BT 027). En estos lugares se colocará un esquema eléctrico de la instalación.

2. INSTALACIONES PARA PISCINAS

Las canalizaciones y equipos eléctricos destinados a las piscinas o adyacentes a ellas, cumplirán las siguientes prescripciones:

- a) Ninguna canalización o aparato eléctrico excepto los de alumbrado señalados en el párrafo d), se encontrarán en el interior de la piscina al alcance de los bañistas.
- b) No se instalarán líneas aéreas por encima de las piscinas ni a menos de 3 metros de su perímetro o de cualquier estructura próxima a ella, como plataformas, trampolines, etc.
- c) Las canalizaciones serán estancas y estarán constituidas por conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 1.000 voltios, bajo tubos metálicos rígidos blindados.
- d) Podrán instalarse aparatos de alumbrado por debajo de la superficie libre del agua, debiendo cumplirse para ello las siguientes condiciones:
 - No se utilizarán aparatos que funcionen a más de 150 voltios.
 - Las luminarias estarán especialmente concebidas para su colocación en huecos practicados en los muros de la piscina y estarán provistas de manguitos o dispositivos equivalentes que hagan estancas las entradas a las mismas de los tubos que contengan los conductores de alimentación. Tendrán un sistema adecuado de bloqueo que impida sacar de su interior la lámpara sin el empleo de un útil especial.
 - Toda parte metálica integrante de las luminarias o de los huecos practicados para su colocación, así como los tubos que contengan los conductores de alimentación, situados por debajo del nivel del terreno, serán de latón o de otro material resistente a la corrosión.
- e) Las luminarias y la canalización destinada a su alimentación, presentarán el grado de protección para material sumergido a la profundidad prevista para su instalación. El resto de canalizaciones cumplirán las condiciones fijadas para locales húmedos o mojados (Instrucción MI BT 027), según las características de los locales donde se encuentren instalados.
- f) Las luminarias serán alimentadas mediante derivaciones establecidas desde un circuito general de distribución.
- g) La alimentación a los circuitos generales de distribución se realizará mediante transformadores especiales de separación de circuitos (Instrucción MI BT 035), que dispondrán de una pantalla metálica, puesta a tierra, entre los circuitos primario y secundario.

Cuando la tensión del circuito de utilización sea superior a 15 voltios, se instalarán dispositivos de corte a tensión de defecto (Instrucción MI BT 021) que desconectarán la instalación cuando aparezcan tensiones de defecto superiores a aquélla.

- h) Las cajas de conexión utilizadas para establecer las derivaciones del circuito general de distribución hasta las luminarias, estarán provistas de manguitos u otros sistemas equivalentes que hagan estanca su unión con los tubos de las canalizaciones. Estas cajas se colocarán, como mínimo, a una altura de 0,20 metros por encima del terreno, del borde superior de la piscina o del nivel máximo que las aguas puedan alcanzar, según sea el que proporcione mayor elevación y a 1,20 metros del perímetro de la piscina. No se colocarán por encima del pasillo que rodea a ésta, excepto cuando se sitúen en estructuras fijas y siempre que se mantengan las distancias anteriormente señaladas.
- i) Los transformadores destinados a la separación de circuitos se colocarán como mínimo a 0,30 metros por encima de los niveles anteriormente señalados para las cajas de conexión y a igual distancia que éstas del perímetro de la piscina.
- j) No se instalarán tomas de corriente a menos de 3 metros de los bordes de la piscina y las situadas a mayor distancia dentro del área de ésta, irán provistas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- k) Todos los conductos metálicos, tuberías, armaduras de las estructuras de la piscina, de alojamiento de luminarias, así como partes metálicas de escaleras, trampolines, etc., estarán unidos mediante una conexión equipotencial (Instrucción MI BT 021) y, a su vez, unidos a una misma toma de tierra.

3. INSTALACIONES PROVISIONALES

Se considerarán como instalaciones provisionales aquellas que deben ser suprimidas o reemplazadas por instalaciones definitivas después de un tiempo relativamente corto.

Estas instalaciones pueden, en una medida relacionada con la brevedad de su empleo, ser establecidas de forma más simple que las instalaciones definitivas, siempre que se haya previsto un sistema de protección adecuado con el emplazamiento de la instalación, para garantizar la seguridad de las personas y de las cosas.

Toda instalación provisional deberá ser desmontada en el momento en que deje de ser necesaria.

4. INSTALACIONES TEMPORALES. OBRAS

En las instalaciones de carácter temporal como son las destinadas a verbenas, pabellones de ferias, carruseles, espectáculos de temporada, etc., así como las destinadas a obras de construcción de edificios o similares, se utilizarán materiales particularmente apropiados a estos montajes y desmontajes repetidos.

Estas instalaciones cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como las particulares siguientes:

- a) Las líneas aéreas con conductores desnudos destinadas a la alimentación de las primeras de las citadas instalaciones, sólo serán permitidas cuando su trazado no transcurra por encima de los locales o emplazamientos temporales y la traza sobre el suelo del conductor más próximo a cualquiera de éstos se encuentre separada de los mismos 1 metro como mínimo.
- b) Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible aislados con elastómeros o plásticos de 440 voltios como mínimo de tensión nominal.
- c) En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 300 miliamperios. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria esté puesta a

tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Instrucción MI BT 039. En caso contrario, los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad. Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.

- d) Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos de interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.
- e) Las tomas de corriente irán provistas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- f) La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES

ÍNDICE

1. INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES.

1.1 Pequeñas tensiones de seguridad.

1.2 Pequeñas tensiones ordinarias.

2. TIMBRES ELÉCTRICOS.

1. INSTALACIONES A PEQUEÑAS TENSIONES

De acuerdo con lo señalado en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las instalaciones a pequeñas tensiones comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 voltios.

Estas instalaciones pueden ser:

- A pequeñas tensiones de seguridad.
- A pequeñas tensiones ordinarias.

1.1 Pequeñas tensiones de seguridad

Las instalaciones a pequeñas tensiones de seguridad son aquellas cuyos circuitos de utilización y fuentes de energía responden a lo señalado en la Instrucción MI BT 021 para el empleo de pequeñas tensiones como sistema de protección.

Cuando la fuente de energía de estas instalaciones no excede, en valores nominales, de 10 kW en corriente continua o de 10 kVA en corriente alterna, son aplicables, para su instalación, las siguientes prescripciones:

- Los conductores aislados utilizados en estas instalaciones podrán ser de 250 voltios de tensión nominal.
- La sección mínima de los conductores de cobre podrá ser igual a 0,10 milímetros cuadrados.
- Se podrá utilizar la madera como soporte de partes activas de la instalación cuando se trata de locales o emplazamientos secos y, únicamente, cuando la tensión nominal no exceda de 24 voltios, y la intensidad máxima que circula por el circuito no sea superior a 2 amperios.
- Las masas de los circuitos secundarios no estarán unidas ni con tierra ni con otras masas. En ciertos casos como por ejemplo, en las instalaciones de telecomunicación, mando, señalización u otras, podrán tener un punto de su circuito unido a un conductor de protección o a tierra si fuese necesario por razones funcionales.
- No es necesario en este tipo de instalaciones seguir las prescripciones fijadas en la Instrucción MI BT 017 para identificación de las canalizaciones.

- No es necesario en este tipo de instalaciones seguir las prescripciones fijadas en la Instrucción MI BT 003 para la distancia de conductores al suelo y la separación mínima entre ellos.
- Los conductores enterrados se encontrarán situados entre dos capas de arena o de tierra fina cribada, de 15 centímetros de espesor.
- Cuando los conductores no presenten una resistencia mecánica suficiente, se colocarán en el interior de conductos de gres, cemento, fundición, etcétera, o protegidos por dispositivos equivalentes contra los deterioros mecánicos.
- Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización, no será superior al 5 por 100.
- Las tomas de corriente y prolongadores utilizados en estas instalaciones no serán intercambiables con otros elementos iguales utilizados en instalaciones a tensiones superiores a 50 voltios.
- Cuando la intensidad de cortocircuito en los bornes del circuito de utilización de la fuente de energía sea inferior a la intensidad admisible en los conductores que forman este circuito, no será necesario instalar en su origen dispositivos de protección contra sobreintensidades.
- No es necesario tomar medidas de protección contra contactos directos, cuando dos partes activas de la instalación, de polaridades diferentes, no son simultáneamente accesibles o cuando la instalación está situada en un local de acceso solamente a personal cualificado. Si una u otra de estas condiciones no se cumplen, la tensión nominal entre las partes activas de polaridades diferentes no protegidas, será como máximo de 24 voltios.
- El empleo de aparatos previstos para ser alimentados a pequeñas tensiones de seguridad, pero que llevan circuitos externos o internos funcionando a una tensión superior a ésta, no se considerarán como de la Clase III [Instrucción MI BT 031] a menos que las disposiciones constructivas aseguren, entre los circuitos a distintas tensiones, un aislamiento equivalente al correspondiente a un transformador de separación (Instrucción MI BT 085).
- Las instalaciones de pequeñas tensiones de seguridad presentarán, en todo momento, una resistencia de aislamiento de 50.000 ohmios, como mínimo.

1.2 Pequeñas tensiones ordinarias

Las instalaciones a pequeñas tensiones ordinarias son aquellas que no responden a las prescripciones señaladas en la Instrucción MI BT 021 para el empleo de pequeñas tensiones como sistema de protección.

Únicamente, en el caso de que estas instalaciones se encuentren en locales o emplazamientos secos y no conductores y estén situadas a más de un metro de distancia de todo elemento conductor, que no conste como aislado de tierra, se considerarán aplicables a su instalación las prescripciones anteriormente fijadas para las instalaciones a pequeñas tensiones de seguridad .

Cuando la pequeña tensión sea suministrada al circuito por un autotransformador, será considerada, en cualquier caso, como si se tratase de una instalación a tensión usual.

2. TIMBRES ELÉCTRICOS

Se recomienda utilizar pequeñas tensiones de seguridad para las instalaciones destinadas a timbres eléctricos. Las tensiones nominales para éstos se escogerán de entre los siguientes valores:

6 - 8 - 12 - 24 voltios.

INSTALACIONES A TENSIONES ESPECIALES

ÍNDICE

1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES.

1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

Estas instalaciones, además de cumplir con las prescripciones establecidas para las instalaciones a tensiones usuales y las complementarias según su emplazamiento, cumplirán las siguientes:

- Se aplicará obligatoriamente uno de los sistemas de protección de la Clase B para contactos indirectos (Instrucción MI BT 021), tanto a las envolventes conductoras de las canalizaciones como a las masas de los aparatos que no posean aislamiento reforzado o doble aislamiento.
- Los conductores empleados serán siempre de tensión nominal no inferior a 1.000 voltios. Cuando estos conductores se instalen sobre soportes aislantes, deberán poseer una envoltura que los proteja contra el deterioro mecánico.
- La presencia de piezas desnudas bajo tensión que no estén completamente protegidas contra los contactos directos (Instrucción MI BT 021), se permitirá únicamente en locales afectos a un servicio eléctrico, siempre que sólo tenga acceso a él personal cualificado.
- Las canalizaciones deberán ser fácilmente identificables sobre todo cuando existan en sus proximidades otras canalizaciones a tensiones usuales o pequeñas tensiones.
- En el caso excepcional de empleo de un autotransformador para la transformación de una tensión usual en una tensión especial, la instalación a tensión usual y a partir de sus aparatos de protección, estará aislada igual que la instalación a tensión especial.

RECEPTORES

Prescripciones generales

ÍNDICE

1. GENERALIDADES.

1.1 Condiciones Generales de instalación.

1.2 Clasificación de los receptores.

1.3 Condiciones de utilización.

1.4 Indicaciones que deben llevar los receptores.

1.5 Tensiones de alimentación.

1.6 Conexión de receptores.

1.7 Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida.

1.8 Mejoramiento del factor de potencia.

1. GENERALIDADES

1.1 Condiciones generales de instalación

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los circuitos que formen parte de los receptores, salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades, siendo de aplicación, para ello, lo dispuesto en la Instrucción MI BT 020. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

1.2 Clasificación de los receptores

Los receptores se clasifican, de acuerdo con su aislamiento, tensión de alimentación, posibilidad y forma de realizar la puesta a tierra de sus masas, en la forma siguiente:

a) Receptores de tensión nominal hasta 440 voltios e intensidad nominal no superior a 63 amperios. Estos aparatos pertenecen a una de las clases siguientes:

- **Clase 0.** No llevan dispositivos que permitan unir las partes metálicas accesibles, a un conductor de protección. Su aislamiento, corresponde a un aislamiento funcional, aunque puede tener alguna parte provista, de un doble aislamiento o de aislamiento reforzado.

- **Clase 1.** Llevan dispositivos que permiten unir las partes metálicas accesibles, a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde, al menos, a un aislamiento funcional.

Cuando la alimentación al aparato se realice por medio de un conductor flexible, éste incluye el conductor de protección, y su clavija para toma de corriente dispone de contacto para este último conductor.

- **Clase 0I.** Llevan bornes para puesta a tierra de sus partes metálicas accesibles, y conductor flexible de alimentación filado permanentemente al aparato. Este conductor no incluye conductor de protección ni la clavija para toma de corriente dispone de contacto para el mismo. Tienen, al menos, aislamiento funcional en todas sus partes.

- **Clase II.** No llevan dispositivos que permitan unir sus partes metálicas accesibles, a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde, en todas sus partes, a un doble aislamiento o a un aislamiento reforzado. Podrán pertenecer a uno de los siguientes tipos:

- II-A. Tienen una envolvente duradera, prácticamente continua, de material aislante, que incluye todas las partes metálicas excepto pequeñas piezas, como placas de características, tornillos o remaches, que estén separadas de las partes activas por un aislamiento equivalente, al menos, al reforzado. El aparato de estas características se denominan de la Clase II con aislamiento envolvente Clase II-A).

- II-B. Tienen una envolvente metálica prácticamente continua y aislada totalmente de las partes activas por un doble aislamiento, excepto en aquellas partes en que se emplee un aislamiento reforzado por no ser realizable el doble aislamiento. El aparato de estas características se denomina de la Clase II con envolvente metálica (Clase II-B).

- II-C. Aparato que combina los tipos A y B anteriores (Clase II-C).

Los receptores de la Clase II llevan el símbolo indicado al margen, situado junto a las indicaciones de sus características.



Existen receptores que sin estar clasificados como de la Clase II, pueden considerarse, desde el punto de vista de la protección contra los contactos indirectos, como equivalentes a esta clase, en razón a los ensayos especificados en las normas que les conciernen. Es el caso, por ejemplo, de receptores electrónicos de uso doméstico.

- **Clase III.** Son los que están previstos para ser alimentados bajo una tensión no superior a 50 voltios. No tienen ningún circuito interno ni externo que funcione bajo una tensión superior a ésta.

Los aparatos de las Clases antes citadas presentarán un aislamiento a masa que resista una prueba bajo tensión del valor que se indica más adelante, excepto aquellos cuya especificación particular dada en la norma UNE correspondiente fije otros valores. En general, la tensión de ensayo será a 50 hertzios y se mantendrá aplicada durante 1 minuto.

- Aparatos de la Clase 0, 0I y I: 1.500 voltios.

- Aparatos de la Clase II, en general: 4.000 voltios, excepto los transformadores de seguridad y de separación de circuitos que será de 4.500 voltios.

— Aparatos de la Clase III: 500 voltios.

- b) Receptores de tensión o intensidad nominales superiores a 440 voltios o 63 amperios, respectivamente. Estos receptores presentarán un aislamiento a masa que resista una prueba bajo tensión de $2U + 1.000$ voltios y, como mínimo, 1.500 voltios, siendo U su tensión nominal.

1.3 Condiciones de utilización

Las condiciones de utilización de los receptores dependerán de su clase y de las características de los locales donde sean instalados. A este respecto se tendrá en cuenta lo dispuesto en las Instrucciones MI BT 017 y 021. Los aparatos de la Clase II o sus equivalentes y los de la Clase III se podrán utilizar sin tomar medida de protección alguna contra los contactos indirectos.

1.4 Indicaciones que deben llevar los receptores

Independientemente de las indicaciones señaladas como obligatorias para todo aparato en el Artículo 7 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, llevarán, además, si fuera necesario para su utilización o instalación, las indicaciones de identificación sobre los dispositivos incorporados al mismo, tales como bornes, indicadores de posición de interruptores (abierto o cerrado), etc., así como las instrucciones referentes a su correcta instalación, funcionamiento y entretenimiento. Estas instrucciones podrán ir en nota o folleto adjunto.

1.5 Tensiones de alimentación

Los aparatos no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión nominal sea superior a la indicada en el mismo. Sobre éstos podrá señalarse una única tensión nominal o una gama nominal de tensiones que señale con sus límites inferior o superior las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato.

Los aparatos de tensión nominal única, podrán funcionar en relación con ésta, dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía. Los aparatos podrán estar previstos para el cambio de su tensión nominal de alimentación, y cuando este cambio se realice por medio de dispositivos conmutadores, estarán dispuestos de manera que no pueda producirse una modificación accidental de los mismos.

1.6 Conexión de receptora

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la Instrucción MI BT 017.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un conductor movable, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en

caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor de alimentación no será de materia termoplástica.

La conexión de los conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

La conexión de conductores móviles a los aparatos destinados a usos domésticos o análogos se realizará utilizando:

- Conductor flexible, con cubierta de protección, fijado permanentemente al aparato.
- Conductor flexible, con cubierta de protección, fijado al aparato por medio de un conector, de manera que las partes activas del mismo no sean accesibles cuando estén bajo tensión.

La tensión nominal de los conductores utilizados será la de la tensión de alimentación y, como mínimo, de 250 voltios. Sus secciones no serán inferiores a 0,5 milímetros cuadrados.

1.7 Utilización de receptores que desequilibran las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida

No se podrán instalar sin consentimiento expreso de la Empresa que suministra la energía, aparatos receptores que produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones polifásicas.

En los motores que accionan máquinas de par resistente muy variable y en otros receptores como hornos, aparatos de soldadura y similares, que puedan producir fuertes oscilaciones de la potencia por ellos absorbida, se tomarán medidas oportunas para que la misma no pueda ser mayor del 200 por 100 de la potencia nominal del receptor.

Las Empresas distribuidoras de la energía, previa autorización de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria, podrán negarse a la conexión de tales receptores o desconectar los ya en servicio cuando se compruebe que no cumplen tal condición o producen perturbaciones en las redes de distribución.

1.8 Mejoramiento del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor, es decir, que funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un + 10 por 100 del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de éstos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquéllos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

Los condensadores utilizados para la mejora del factor de potencia en los motores asíncronos, se instalarán de forma que, cortada la alimentación de energía eléctrica al motor, queden simultáneamente desconectados los indicados condensadores.

RECEPTORES PARA ALUMBRADO

ÍNDICE

1. RECEPTORES PARA ALUMBRADO.

1.1 Prohibición de la utilización conjunta con otros sistemas de iluminación.

1.2 Portalámparas.

1.3 Indicaciones en las lámparas.

1.4 Instalación.

1.5 Empleo de pequeñas tensiones para alumbrado.

1.6 Instalación de lámparas o tubos de descarga.

1. RECEPTORES PARA ALUMBRADO

1.1 Prohibición de la utilización conjunta con otros sistemas de iluminación

No se permitirá la instalación de ningún aparato, candelabro, araña, etc., en que se utilicen conjuntamente la electricidad y otro agente de iluminación.

1.2 Portalámparas

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia responderán a las siguientes prescripciones:

- Deberán resistir la corriente prevista para la potencia de las lámparas a las que son destinados. En consecuencia, serán resistentes al calor desprendido por éstas, debiendo preverse, a tal efecto, la mayor temperatura que puedan alcanzar cuando su instalación se realice con el casquillo dirigido hacia arriba o esté la lámpara dentro de una luminaria cerrada.
- Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y al contacto correspondiente a la parte exterior el conductor neutro o identificado como tal.
- Cuando en una misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas por circuitos a distintas tensiones, se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí en relación con el circuito a que han de ser conectados.
- Los portalámparas que presenten partes activas accesibles al dedo de prueba o que permitan el contacto de éste con los casquillos de las lámparas, no se instalarán más que en aparatos fuera del alcance de la mano del utilizador o en el interior de aparatos cerrados que no puedan ser abiertos sin la ayuda de un útil.
- Los portalámparas con interruptores de llave o pulsadores no son admitidos, salvo que lleven una envolvente aislante.

- Los portalámparas instalados sobre soportes o aparatos, estarán fijados a los mismos de forma que se evite su rotación o separación de estos cuando se proceda a la sustitución de la lámpara. Para la retirada de los portalámparas será necesario el empleo de un útil.
- Los portalámparas llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido previstos.

1.3 Indicaciones en las lámparas

Las lámparas llevarán estampadas en forma visible e indeleble las marcas e indicaciones señaladas en el vigente Pliego de Condiciones Constructivas y de Rendimiento de las Lámparas Eléctricas de Incandescencia.

1.4 Instalación

Para la instalación de lámparas se tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas, utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Por excepción se permitirá que los conductores soporten exclusivamente

el peso del receptor, cuando éste no sea superior a 0,5 kilogramos, que las características de los conductores estén de acuerdo con este peso y siempre que no presenten empalmes en el trozo sometido a tracción.

- Para los conductores instalados en el interior de candelabros, arañas, etc, se utilizarán cables flexibles de tensión nominal no inferior a 250 voltios. Su sección será, en general, igual o superior a 0,75 milímetros cuadrados, autorizándose una sección mínima de 0,5 milímetros cuadrados cuando por ser muy reducido el diámetro de los conductos en los que deben alojarse los conductores, no pueda disponerse en éstos otros de mayor sección.
- Para la instalación de lámparas suspendidas sobre vías públicas, se seguirá lo dispuesto a este efecto en la Instrucción MI BT 009.

1.5 Empleo de pequeñas tensiones para alumbrado

En las caldererías, grandes depósitos metálicos, cascos navales, etc., y, en general, en lugares análogos, los aparatos de iluminación portátiles serán alimentados bajo una tensión de seguridad no superior a 24 voltios, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación.

1.6 Instalación de lámparas o tubos de descarga

Queda prohibido en el interior de las viviendas el uso de lámparas de gases con descarga de alta tensión. En general, cuando se instalen en terrazas, fachadas o en el interior de edificios comerciales o industriales, se dispondrán en forma que tanto ellas como sus conexiones queden fuera del alcance de la mano. Las lámparas o tubos de descarga, se instalarán de acuerdo con las siguientes prescripciones:

a) Condiciones comunes a todas las instalaciones bajo una tensión cualquiera:

- Cualquier receptor o conjunto de receptores consistentes en lámparas o tubos de descarga será accionado por un interruptor, previsto para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores. Si el interruptor accionara a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envolturas aislantes o metálicas puestas a tierra. Se exceptuarán de esta exigencia los elementos situados en lugar sólo accesible a personas autorizadas.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,85 y no se admitirá compensación del conjunto de un grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable.

b) Condiciones de las instalaciones de lámparas de descarga que funcionen bajo una tensión usual, pero necesiten para su cebado una tensión especial

- La protección contra los contactos indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la Instrucción MI BT 021. La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de canalización bajo tensión usual.
- Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de la instalación comprendida entre las lámparas y su aparato de estabilización.
- Los portalámparas empleados estarán protegidos debidamente contra los contactos directos, tanto esté la lámpara puesta como quitada. Se podrá exceptuar de este requisito si la lámpara está en lugar inaccesible en su uso normal.
- Los aparatos de estabilización empleados en estos circuitos no llevarán partes accesibles sometidas a más de 440 voltios. Estos aparatos llevarán, de manera perfectamente visible en la cara del aparato que lleve los bornes de su alimentación, la indicación de la tensión secundaria en vacío.
- Las canalizaciones sometidas a tensión superior a 440 voltios llevarán conductores previstos, como mínimo, para una tensión nominal de 1.000 voltios. Estos conductores serán inaccesibles, bien por formar parte del conjunto inaccesible de portalámparas y estabilizadores, bien por estar provistos de un revestimiento metálico.
- Se podrán emplear autotransformadores para estas instalaciones si forman parte integrante del aparato estabilizador, de manera que los diferentes elementos del conjunto no puedan separarse eléctrica o mecánicamente y sólo en uno de los casos siguientes:
 - Si un portalámparas de cada lámpara de descarga provoca el corte omnipolar del circuito de alimentación del autotransformador cuando se retira la lámpara.
 - Si las lámparas, el estabilizador y el circuito que los une son inaccesibles en utilización normal, y bajo la condición de ser muy visible una indicación puesta en el aparato manifestando la obligación de proceder a un corte omnipolar del circuito de alimentación del autotransformador antes de toda intervención, incluida la puesta o retirada de una lámpara.

c) Condiciones de las instalaciones de lámparas o tubos de descarga que funcionen continuamente bajo una tensión especial o superior, o que funcionando continuamente bajo una tensión usual, necesiten para su cebado una alta tensión

Se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualquiera que sean las tensiones de funcionamientos de éstos, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión en baja tensión y

dispongan de sistemas de bloqueo adecuados que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo.

Las instalaciones sometidas a tensiones superiores a las usuales necesarias para el funcionamiento continuo de las lámparas, satisfarán los requisitos exigidos en el párrafo anterior y, además, los siguientes:

—Se unirán por medio de una conexión equipotencial:

- la envoltura metálica del transformador empleado para estas instalaciones,
- el circuito magnético de dicho transformador,
- el revestimiento metálico de las canalizaciones sometidas a tensiones superiores a 440 voltios,
- las piezas metálicas que sirvan de soporte o protejan las lámparas de descarga.

— El conductor de conexión será de cobre aislado, de 2,5 milímetros cuadrados de sección mínima, o de Cobre desnudo de 6 milímetros cuadrados de sección mínima, y se unirá a un punto cualquiera del arrollamiento secundario del transformador, si la tensión entre conductores no sobrepasa 7.000 voltios, y al punto medio de aquel arrollamiento, si la tensión sobrepasa este valor.

También se unirá el conductor de conexión al conductor de protección de la instalación que alimente el transformador. Podrá exceptuarse de este requisito si se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes: 4

— el conjunto de la instalación de la lámpara se encuentra situado en local o emplazamiento seco y no conductor y a más de un metro de distancia de todo elemento conductor del que no se tenga certeza que esté aislado de tierra.

— la tensión entre conductores de la instalación de la lámpara no sobrepasa 7.000 voltios.

— La protección contra los contactos directos, por lo que a las lámparas se refiere, se realizará encerrándolas en adecuadas envolventes aislantes o metálicas. Si la lámpara estuviera situada en el exterior de los edificios, a más de 3 metros sobre el suelo, o en su interior a más de 2 metros del suelo, se podrán sustituir dichas protecciones por tubos aislantes de conveniente calidad dieléctrica y resistencia al calor que recubran las partes bajo tensión, o por otros sistemas aislantes adecuados.

— Las lámparas cuya tensión exceda de 5.000 voltios con relación a tierra, se fijarán sobre apoyos aislantes de tensión nominal correspondiente a la existente entre conductores.

— Los transformadores tendrán sus arrollamientos primario y secundario eléctricamente distintos. Se prohíbe el empleo de autotransformadores.

En los circuitos primarios se instalarán dispositivos que actúen en caso de cortocircuito o de corriente a tierra que exceda de un 20 por 100 de la corriente prevista como normal para el circuito de alimentación.

— Los transformadores se situarán fuera del alcance de personas no autorizadas; si no fuera así, estarán encerrados en una caja o armario incombustible o instalados en local cerrado o protegidos por un enrejado metálico. Tales protecciones se instalarán de manera que la apertura de la caja o armario, el acceso al local o la retirada del enrejado provoque automáticamente el corte de la corriente de alimentación en todos los conductores de alimentación.

Si el transformador llevara partes accesibles, la distancia entre el transformador y el enrejado metálico antes indicado, será como mínimo de 0,30 metros.

Las cajas o armarios, los enrejados de protección o las puertas, llevarán una señal de peligro eléctrico, situada en lugar visible, y una inscripción que indique el peligro.

— Cuando se utilicen transformadores elevadores cuya tensión con respecto a tierra sea superior a 5.000 V, medida en circuito abierto, los conductores del circuito secundario

llevarán revestimiento metálico o estarán alojados en tubos metálicos blindados destinados exclusivamente para ello. En cualquier caso quedará asegurada la continuidad eléctrica del revestimiento. No obstante lo dicho anteriormente podrán efectuarse las conexiones entre lámparas o tubos de descarga por medio de conductores de cobre desnudo, de una resistencia mecánica adecuada, alojados en el interior de tubos de vidrio de relativamente gran espesor, pero siempre que la longitud de cada conductor sea tal que en caso de rotura accidental, los trozos rotos no puedan quedar accesibles o tocar partes metálicas no puestas a tierra. Igualmente serán admitidos otros conductores debidamente homologados para estas conexiones.

- Cualquier instalación deberá poder ser puesta fuera de tensión por medio de interruptor de corte omnipolar que actúe sobre el circuito que alimenta a su transformador. Este interruptor llevará una inscripción indicando que forma parte de la instalación de lámparas o tubos de descarga y estará situado en un lugar fácilmente accesible en todo momento.

En caso de anuncios o signos luminosos situados sobre fachada, estos interruptores estarán colocados en sitios accesibles en cualquier momento desde el exterior. Si el interruptor se sitúa sobre la fachada, estará a una altura tal que no sea accesible a los transeúntes, pero que pueda ser alcanzado en caso de necesidad sin dificultad, es decir, a 3 metros aproximadamente del suelo.

La instalación del interruptor será obligatoria además de cualquier otro interruptor que hubiera para otro fin.

Con el fin de que el personal pueda efectuar trabajos sobre o en las proximidades de la instalación a más de 440 voltios, el interruptor antes mencionado será de corte visible y con posibilidad de enclavamiento en su posición de abierto, o se dispondrán, en caso contrario, en un lugar conveniente, en el circuito de alimentación al transformador, unos puentes amovibles para seccionamiento de todos los conductores.

- Queda prohibido intercalar en el circuito bajo tensión mayor de 440 voltios, ningún dispositivo que interrumpa sólo este circuito si el circuito de alimentación, bajo tensión usual, no ha sido cortado. Sin embargo, se admitirán interruptores o conmutadores de mando automático si están fuera del alcance de personas no cualificadas.
- Cuando una línea aérea de telecomunicación o una antena receptora de radiodifusión o televisión esté a menos de 0,30 metros de una instalación luminosa, se colocará entre la línea y la instalación luminosa un enrejado metálico unido a la conexión equipotencial indicada anteriormente.

RECEPTORES

Aparatos de caldeo

ÍNDICE

1. APARATOS DE CALDEO.

1.1 Condiciones generales de instalación.

1.2 Aparatos productores de agua caliente y vapor en los que el circuito eléctrico.

1.3 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico.

1.4 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos, sumergidos en agua.

1.5 Aparatos de caldeo por aire caliente.

1.6 Conductores de caldeo.

1.7 Cocinas y hornillos.

1.8 Aparatos para soldadura eléctrica por arco.

1. APARATOS DE CALDEO

1.1 Condiciones generales de instalación

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en el caso de empleo negligente o defectos previsibles en el aparato.

Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un imitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa .

1.2 Aparatos productores de agua caliente y vapor en los que el circuito eléctrico está aislado del agua

Todo aparato productor de agua caliente o vapor estará provisto de un termostato que regule la temperatura en el fluido: los que sean de acumulación dispondrán, además de un limitador de temperatura cuyo funcionamiento, independiente del termostato, interrumpa la corriente en el circuito eléctrico cuando la temperatura en el agua o en el recipiente que la contiene, alcance un valor sensiblemente superior a la del funcionamiento del termostato.

1.3 Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico

Los calentadores de agua, en los que ésta forma parte del circuito eléctrico, no serán utilizados en instalaciones para uso doméstico y, en general, cuando hayan de ser utilizados por personal no especializado.

Para la instalación de estos aparatos, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Estos aparatos se alimentarán solamente con corriente alterna a frecuencias iguales o superiores a 50 hertzios.
- b) La alimentación estará controlada por medio de un interruptor automático construido e instalado de acuerdo con las siguientes condiciones:
 - Será de corte omnipolar simultáneo.
 - Estará provisto de dispositivos de protección contra sobrecargas en cada conductor que conecte con un electrodo.
 - Estará colocado de manera que pueda ser accionado fácilmente desde el mismo emplazamiento donde se instale, bien directamente o bien por medio de un dispositivo de mando a distancia. En este caso se instalarán lámparas de señalización que indiquen la posición de abierto o cerrado del interruptor.
- c) La cuba o caldera metálica será puesta a tierra y, a la vez, será conectada a la cubierta y armadura metálica, si existen, del cable de alimentación. La capacidad nominal del conductor de puesta a tierra de la cuba, no será inferior a la del conductor mayor de alimentación, con una sección mínima de 4 milímetros cuadrados.
- d) Según el tipo de aparato se satisfarán, además, los requisitos siguientes:
 - Si los electrodos están conectados directamente a una instalación a más de 440 voltios, debe ser instalado un interruptor diferencial que desconecte la alimentación a los electrodos cuando se produzca una corriente de fuga a tierra superior al 10 por 100 de la intensidad nominal de la caldera en condiciones normales de funcionamiento. Podrá admitirse hasta un 15 por 100 en dicho valor si en algún caso fuera necesario para asegurar la estabilidad del funcionamiento de la misma. El dispositivo mencionado debe actuar con retardo para evitar su funcionamiento innecesario en el caso de un desequilibrio de corta duración.
 - Si los electrodos están conectados a una alimentación con tensiones de 50 a 440 voltios, la cuba de la caldera estará conectada al neutro de la alimentación y a tierra. La capacidad nominal del conductor neutro no debe ser inferior a la del mayor conductor de alimentación.

1.4 Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en el agua

Queda prohibido el empleo para usos domésticos de aparatos provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua. Se admiten en instalaciones industriales siempre que no pueda existir una diferencia de potencial superior a 24 voltios entre el agua caliente de salida o partes metálicas accesibles en contacto con ella y los elementos conductores situados en su proximidad, que no conste que estén aislados de tierra.

1.5 Aparatos de caldeo por aire caliente

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán contruidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquél cuando el ventilador deje de actuar. Los aparatos fijos llevarán, además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

1.6 Conductores de caldeo

Para la instalación de cables de caldeo se tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- La tensión de servicio no sobrepasará 250 voltios con relación a tierra.
- La instalación estará protegida de tal manera que en caso de avería todos los conductores de fase o polares queden desconectados simultáneamente.
- Los cables de caldeo solamente podrán estar alojados, en su caso, en tubos protectores incombustibles y a razón de un solo cable por tubo.
- Las partes termógenas de los conductores de caldeo, así como sus eventuales tubos protectores y cajas de conexión, distarán, como mínimo, 4 centímetros de las partes combustibles de edificios, excepto que éstos estén revestidos de material incombustible y calorífugo.
- En el caso de partes combustibles de edificios, los conductores estarán alojados en tubos protectores incombustibles de un diámetro interior suficiente para evitar toda acumulación peligrosa de calor.
- Los conductores enterrados en el suelo estarán protegidos contra la corrosión y contra todo deterioro mecánico, en particular contra los que puedan provenir de útiles agrícolas.
- Las envolturas conductoras de los cables, cuando existan, estarán unidas eficazmente, en sus extremos, al conductor de protección de la instalación.

1.7 Cocinas y hornillos

Las cocinas y hornillos serán conectados a su fuente de alimentación por medio de interruptores de corte omnipolar, tomas de corriente u otro dispositivo de igual característica destinados únicamente a los mismos.

Cada elemento individual de caldeo que forme parte de una misma cocina u hornillo, será controlado por un interruptor omnipolar que indicará las diferentes posiciones del mismo respecto al calor proporcionado por el elemento. Este interruptor será distinto del dispositivo de conexión indicado en el párrafo anterior.

1.8 Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Los aparatos destinados a la soldadura eléctrica cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

- a) Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra.
Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldeo a estas masas, cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa. En caso contrario, el circuito de soldeo estará puesto a tierra únicamente en el lugar de trabajo.
- b) Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán cuidadosamente aislados.
- c) Cuando existan en los aparatos ranuras de ventilación estarán dispuestas de forma que no se pueda alcanzar partes bajo tensión interiores.
- d) Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200 por 100 de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.
- e) Las superficies exteriores de los portaelectrodos a mano, y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas.
Estos portaelectrodos estarán provistos de discos o pantallas que protejan la mano de los operarios contra el calor proporcionado por los arcos.
- f) Las personas que utilicen estos aparatos recibirán las consignas apropiadas para:

- Hacer inaccesibles las partes bajo tensión de los portaelectrodos cuando no sean utilizados.
- Evitar que los portaelectrodos entren en contacto con objetos metálicos.
- Unir al conductor de retorno del circuito de soldeo las piezas metálicas que se encuentren en su proximidad inmediata.

Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores, se recomienda la utilización de pequeñas tensiones. En otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar, no será superior a 90 voltios, valor eficaz para corriente alterna, y 150 voltios en corriente continua.

RECEPTORES

Motores, generadores y convertidores

ÍNDICE

1. RECEPTORES A MOTOR.

1.1 Condiciones generales de instalación.

1.2 Conductores de conexión.

1.2.1 Motores solos.

1.2.2 Varios motores.

1.2.3 Carga combinada.

1.3 Protección contra sobreintensidades.

1.4 Protección contra falta de tensión.

1.5 Potencia de arranque.

1.6 Instalación de reostatos y resistencias.

1.7 Herramientas portátiles.

2. GENERADORES Y CONVERTIDORES.

2.1 Instalación.

2.2 Utilización simultánea de grupos generadores y de energía de una red de distribución pública.

1. RECEPTORES A MOTOR

1.1 Condiciones generales de instalación

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no estarán en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la combustión de cualquiera de estos combustibles. En general, la distancia mínima entre un motor y materias combustibles será:

—0,5 metros si la potencia nominal del motor es inferior o igual a 1 kilovatio.

—1,0 metros si la potencia nominal del motor es superior a 1 kilovatio

En particular, si se trata de un motor con carcasa completamente cerrada o encerrado en un armario de materia incombustible, las distancias antes indicadas podrán ser menores. El

armario no perjudicará la refrigeración del motor y si es de materia buena conductora del calor, se situará a 1 centímetro como mínimo de partes combustibles.

1.2 Conductores de conexión

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, serán las siguientes:

1.2.1 Motores solos

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor en cuestión. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque —conductores secundarios—deberán dimensionarse, asimismo, para el 125 por 100 de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 por 100 de la intensidad a plena carga en el rotor.

1.2.2 Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.2.3 Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores deberán ser previstos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

1.3 Protección contra sobreintensidades

Los motores de potencia nominal superior a 0,75 kilovatios y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo, esta última protección, ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para la conexión de estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores portátiles, cuando la situación del dispositivo de protección sobre los mismos o en sus proximidades moleste excesivamente su manejo, y siempre que su potencia sea inferior a 1 kilovatio, podrán no estar protegidos contra sobrecargas.

1.4 Protección contra la falta de tensión

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, puede provocar accidentes, oponerse a dicho restablecimiento o perjudicar el motor.

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque y puede proteger más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- Los motores a proteger están instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kilovatios.
- Los motores a proteger están instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión por el sistema de corte de la alimentación, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arranque, será obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

1.5 Potencia de arranque

Los motores tendrán limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando en caso contrario se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otro receptor.

Cuando los motores estén alimentados por una red de distribución pública, se necesitará la conformidad de la Empresa distribuidora respecto a la utilización de los mismos cuando se trate de:

- Motores de gran inercia.
- Motores de arranque lento en carga.
- Motores con arranque o aumentos de carga repetida o frecuente.
- Motores para frenado.
- Motores con inversión de marcha.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios estarán provistos de reostatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De más de 5,0 kW	1,5	De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
		De más de 15,0 kW	1,5

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, a los efectos de las constantes señaladas en los cuadros anteriores, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el periodo de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.

No obstante lo expuesto, y en casos particulares, podrán las empresas prescindir de las limitaciones impuestas, cuando las corrientes de arranque no perturben el funcionamiento de sus redes de distribución.

1.6 Instalación de reóstatos y resistencias

Los reóstatos de arranque y regulación de velocidad, las resistencias adicionales, etc., de los motores, se colocarán de modo que estén separados de los muros cinco centímetros por lo menos.

Estarán dispuestos de manera que no puedan causar deterioros como consecuencia de la radiación térmica o por acumulación del polvo, ni en servicio normal ni en caso de avería. Especialmente se montarán de manera que no puedan quemar las partes combustibles del edificio y otros objetos combustibles. Cuando esto no fuera posible de realizar, llevarán los elementos combustibles un revestimiento ignífugo.

Los reóstatos y las resistencias deberán poder ser separadas de la instalación por dispositivos de corte omnipolar, que podrán ser los interruptores generales del receptor correspondiente.

1.7 Herramientas portátiles

La tensión nominal de alimentación de las herramientas portátiles no excederá de:

- a) Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250 V.
- b) Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra.

Las herramientas portátiles con motor podrán ser de la Clase I, II o III. Los aparatos de esta última clase se alimentarán siempre con pequeñas tensiones de seguridad.

Las herramientas portátiles utilizadas en obras de construcción de edificios canteras y, en general, en el exterior, serán de la Clase II o de la Clase III. Las herramientas de Clase I podrán ser utilizadas en los emplazamientos citados, debiendo, en este caso, ser alimentadas por intermedio de un transformador de separación de circuitos.

Cuando estas herramientas se utilicen en obras o emplazamientos muy conductores, tales como: en trabajos de hormigonado, en el interior de calderas o de tuberías metálicas u otros análogos, las herramientas portátiles a mano serán de la Clase III.

Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor, debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un resorte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento inaccesibles. Para las herramientas de Clase I el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, de contacto para este conductor.

Cuando la herramienta esté prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

Las herramientas destinadas a servicio intermitente, deben llevar indicada la duración prevista para las paradas y funcionamiento.

Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos, llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración.

2. GENERADORES Y CONVERTIDORES

2.1 Instalación

Los generadores y convertidores se ajustarán, por analogía, a las disposiciones sobre motores.

Se instalarán en locales especialmente destinados al servicio eléctrico o estarán separados de los lugares donde tengan acceso personas no especializadas por medio de tabiques adecuados.

Si la instalación tuviera el neutro puesto directamente a tierra y fuera alimentada por un alternador, la puesta a tierra se hará también en el borne correspondiente del alternador.

La instalación generadora estará provista de aparatos de medida que permitan controlar la tensión e intensidad durante su funcionamiento.

Se tomarán las precauciones para evitar los efectos de embalamiento de los generadores y de las posibles sobreintensidades.

2.2 Utilización simultánea de grupos generadores y de energía de una red de distribución pública

En aquellas instalaciones en que se disponga de grupos generadores de energía, éstos no podrán ser conectados en paralelo con una red de distribución pública, salvo consentimiento expreso de la Empresa suministradora. Sin especial autorización de ésta, la energía deberá utilizarse únicamente en circuitos y receptores totalmente independientes o bien disponiendo un sistema adecuado de conmutación que conecte los circuitos o receptores a una u otra fuente de energía.

RECEPTORES

Transformadores y autotransformadores

Reactancias y Rectificadores

Condensadores

ÍNDICE

1. TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES.

1.1 Condiciones generales de instalación.

1.2 Protección contra sobrecargas.

1.3 Utilización de transformadores.

1.4 Transformadores de separación de circuitos.

1.5 Autotransformadores.

2. REACTANCIAS Y RECTIFICADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.

3. CONDENSADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.

1. TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES

1.1 Condiciones generales de instalación

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas, estarán contruidos o situados de manera que sus arrollamientos y elementos bajo tensión, si ésta es superior a 50 voltios, sean inaccesibles.

Los transformadores en instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio, y cuando sea necesario instalarlos próximos a los mismos, se emplearán pantallas incombustibles como elemento de separación.

La separación entre los transformadores y estas pantallas será de un centímetro cuando la potencia del transformador sea inferior o igual a 3.000 voltamperios. Esta distancia se aumentará proporcionalmente cuando su potencia sea mayor. Los transformadores en instalación fija, cuando su potencia no exceda de 3.000 voltamperios, provistos de un limitador de temperatura apropiado, podrán montarse directamente sobre partes combustibles.

1.2 Protección contra sobrecargas

Todo transformador estará protegido contra las sobrecargas por un dispositivo de corte a sobreintensidad u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador, y se situará antes del arrollamiento primario o después del arrollamiento secundario.

1.3 Utilización de transformadores

Se deberán utilizar transformadores con arrollamientos separados en los siguientes casos:

- Transformadores con fines de protección por separación de circuitos.
- Transformadores de baja tensión a pequeña tensión de seguridad.
- Transformación de tensión usual a una tensión especial. Las transformaciones pasajeras, a efectos de regulación, de una tensión usual o especial, podrán realizarse por medio de autotransformadores.
- Transformación de baja tensión a alta tensión.

Los transformadores para juguetes sólo serán admisibles cuando respondan a especificaciones especialmente previstas para este uso.

1.4 Transformadores de separación de circuitos

Los transformadores de separación de circuitos responderán a las siguientes especificaciones:

El aislamiento entre los arrollamientos primario y secundario podrá soportar durante un minuto las tensiones de ensayo indicadas a continuación:

- Transformadores de la Clase I y II, hasta 440 voltios de tensión nominal 4.000 V y 50 Hz
- Transformadores de 440 voltios a 750 voltios de tensión nominal 5.000 V y 50 Hz
- Transformadores de 750 voltios a 1.000 voltios de tensión nominal 6.000 V y 50 Hz

1.5 Autotransformadores

El empleo de autotransformadores no será admitido si los dos circuitos conectados a ellos no están previstos para la tensión mayor.

En la conexión de un autotransformador a una fuente de alimentación con conductor neutro, el borne del extremo del arrollamiento común al primario y al secundario, se unirá al conductor neutro.

2. REACTÁNCIAS Y RECTIFICADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

La instalación de reactancias y rectificadores responderán a los mismos requisitos generales que los señalados para los transformadores.

En relación con los rectificadores, se tendrá en cuenta, además:

- Cuando los rectificadores no se opongan, de por sí, al paso accidental de la corriente alterna al circuito que alimentan en corriente continua o al retorno de ésta al circuito de corriente alterna, se instalarán asociados a un dispositivo adecuado que impida esta eventualidad.
- Las canalizaciones correspondientes a las corrientes de diferente naturaleza, serán distintas y estarán convenientemente señalizadas o separadas entre sí.
- Los circuitos correspondientes a la corriente continua se instalarán siguiendo las prescripciones que correspondan a su tensión.

3. CONDENSADORES. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

Los condensadores que no lleven alguna indicación de otra temperatura admisible no se podrán utilizar en lugares donde la temperatura ambiente sea 50 grados centígrados o mayor.

Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro. Los condensadores con dieléctrico líquido combustible cumplirán los mismos requisitos que los reóstatos y reactancias.

RECEPTORES

Juguetes eléctricos

ÍNDICE

1. JUGUETES ELÉCTRICOS. TENSIONES DE ALIMENTACIÓN.

1. JUGUETES ELÉCTRICOS. TENSIONES DE ALIMENTACIÓN

Los juguetes eléctricos irán provistos de aislamiento de la Clase II (Instrucción MI BT 031) o se alimentarán con tensiones de seguridad (Instrucción MI BT 021) de hasta 24 voltios o con circuitos separados (Instrucción MI BT 021), con excepción de las planchas, cocinas u otros juguetes con elementos de caldeo, que podrán ser alimentados con tensiones de hasta 250 voltios.

Estos últimos estarán contruidos de forma que las partes activas no puedan ser accesibles a los niños ni desmontados por éstos, aunque utilicen útiles o herramientas usuales. Salvo que la instalación donde sean utilizados esté protegida por un interruptor diferencial de alta sensibilidad, se recomienda su utilización en locales o emplazamientos secos y no conductores, y esta recomendación deberá figurar como información adjunta al juguete.

RECEPTORES

Aparatos médicos. Aparatos de Rayos X

ÍNDICE

1. **APARATOS MÉDICOS. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN.**
2. **APARATOS DE RAYOS X. CONDICIONES DE INSTALACIÓN.**

1. **APARATOS MÉDICOS. CONDICIONES GENERALES DE Instalación**

Los aparatos médicos con partes bajo tensión no aisladas, superiores a 50 voltios, estarán dispuestos de manera que dichas partes sólo sean accesibles desde un lugar aislado. Los aparatos sólo serán manipulados por personal especializado.

2. **APARATOS DE RAYOS X. CONDICIONES DE INSTALACIÓN**

Los aparatos para rayos X, tanto para uso médico o para cualquier otro fin, se instalarán de acuerdo con los siguientes requisitos:

En las partes de la instalación a tensión hasta 440 voltios serán admisibles autotransformadores solamente con fines de regulación y siempre que tensiones tanto primarias como secundarias no sobrepasen los 440 voltios

Cada aparato que genere tensiones superiores a 440 voltios será accionado por un interruptor exclusivo para él, de corte omnipolar simultáneo. El mando del interruptor estará situado dentro del local de utilización en un lugar fácilmente accesible y señalizado aun en la oscuridad. Las posiciones de cerrado y abierto del interruptor estarán igualmente señalizadas, tanto si se trata de interruptores de mando directo como de dispositivos de mando a distancia.

Cuando la instalación comprenda varios aparatos alimentados con un mismo generador de alta tensión, por intermedio de conmutador-seccionador, estará prevista una señalización que indique, automáticamente y antes de poner bajo tensión la instalación, cuál es el aparato que va a ser puesto en servicio tanto estén éstos situados en un mismo local o en locales diferentes.

Los aparatos de rayos X de hasta 250 kilovoltios valor de cresta, estarán protegidos, por propia construcción, contra la accesibilidad de las canalizaciones de alta tensión. Para tensiones superiores, estas canalizaciones podrán estar constituidas por conductores desnudos, pero su instalación se efectuará de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones se encontrarán a una altura mínima del suelo de 3 metros si la tensión con relación a éste es inferior a 200 kilovoltios cresta, o 3,5 metros para valores superiores. Será admisible la separación de aquellas canalizaciones de los sitios con acceso a personas, por medio de protecciones constituidas por paredes, muros, paneles, etc, situados como mínimo a 2 metros de altura.

La separación entre las citadas protecciones y las canalizaciones será al menos igual a 4 x U milímetros, siendo U el valor en kilovoltios de la tensión de cresta con relación a tierra. Estas distancias se respetarán también respecto a la persona explorada.

- Las protecciones se fijarán de manera que no puedan maniobrarse sin herramientas. Si presentaran ventanas o puertas, no podrán ser abiertas sin antes haber suprimido la alta

tensión. Se tomarán, además, las medidas pertinentes para evitar falsas maniobras y para la puesta a tierra de las canalizaciones una vez puestas fuera de tensión.

- Los conductores se dispondrán de manera que se evite el riesgo de descarga disruptiva entre ellos o, con las masas metálicas próximas.

En todos los casos será obligatoria la instalación, en el circuito de alimentación del generador, de un interruptor automático previsto para funcionar rápidamente en caso de puesta a tierra accidental de un punto cualquiera del circuito de alta tensión, incluso en el caso de puesta a tierra por intermedio del cuerpo humano.

Las masas metálicas accesibles de los aparatos se pondrán a tierra y cuando se trate de aparatos amovibles llevarán, a este fin, un conductor incorporado al cable de alimentación.

RECEPTORES

Cercas eléctricas para ganado

ÍNDICE

1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES.

1. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

Para la instalación de cercas eléctricas para ganado se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Los conductores que constituyen la cerca sólo estarán sometidos periódicamente a impulsos de tensión que proporcionen una cantidad limitada de electricidad durante un tiempo muy corto, en relación con el tiempo transcurrido entre impulsos sucesivos.
- b) Los impulsos se generarán únicamente por aparatos previstos especialmente para esta aplicación, interpuestos entre la fuente de energía eléctrica y los conductores que constituyen la cerca.

La fuente de energía eléctrica puede estar constituida por pilas, baterías de acumuladores o una red de distribución de energía. La tensión de alimentación de los aparatos previstos para ser conectados a una red de distribución de energía, no será superior a 250 voltios.

- c) En servicio normal, los aparatos proporcionarán impulsos separados entre sí por intervalos de tiempo no inferiores a 0,75 segundos y sin sobrepasar los límites siguientes:

- Tensión de cresta: 5.000 voltios
- Cantidad de electricidad por impulso: 2,5 miliculombios
- Valor instantáneo de la corriente si su duración sobrepasa 0,3 milisegundos: 300 miliamperios
- Duración del impulso: 0,1 segundo

- d) Los aparatos se colocarán en lugares donde no puedan quedar cubiertos por paja, heno, etc., y próximo a la cerca que alimentan.
- e) Los conductores de la cerca estarán separados de cualquier objeto metálico no perteneciente a la misma, de manera que no haya riesgo de contacto entre ellos.
- f) Los conductores de la cerca y los de conexión de esta a su aparato al, montador no se sujetarán en apoyos correspondientes a otra canalización, sea de alta o baja tensión, de telecomunicación, etc.
- g) Los elementos de maniobra de las puertas de la cerca estarán aislados convenientemente de los conductores de la misma y su maniobra tendrá por efecto la puesta fuera de tensión de los conductores comprendidos entre los soportes laterales de la puerta.
- h) Entre cercas que no estén alimentadas por un mismo aparato, se tomarán medidas convenientes para evitar que una persona o animal pueda tocarlas simultáneamente. Normalmente se considera suficiente una separación de dos metros, entre los conductores de unas y otras cercas.

- i) Se colocarán carteles de aviso cuando las cercas puedan estar al alcance de personas no prevenidas de su presencia y, en todo caso, cuando estén junto a una vía pública.

El mínimo de carteles será de uno por cada alineación recta de la cerca y, en todo caso, a distancias máximas de 50 metros.

Los carteles se colocarán en lugares bien visibles y preferentemente sujetos al conductor superior de la cerca si la altura de éste sobre el suelo asegura esa visibilidad; en caso contrario, se colocarán sobre los apoyos de los conductores, de manera que sean visibles tanto desde el exterior como desde el interior del cercado.

Los carteles llevarán la indicación «CERCA ELÉCTRICA» escrito sobre un triángulo equilátero de base horizontal con letras negras sobre fondo amarillo. El cartel tendrá unas dimensiones mínimas de 105 x 210 milímetros y las letras 25 milímetros de altura.

- j) La toma de tierra del aparato generador de impulsos, correspondiente al circuito de la cerca, tendrá las características de «tierra separada» de cualquier otra, incluso de la tierra de masa del mismo aparato.
- k) Cuando una cerca eléctrica esté situada en una zona particularmente expuesta a los efectos de descargas atmosféricas, el aparato que la alimente estará situado en el exterior de los edificios o en el local destinado expresamente a él y se tomarán las medidas de protección apropiadas.

RECEPTORES
Puestas a tierra

ÍNDICE

- 1. OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA.**
- 2. PUESTAS A TIERRA. DEFINICIÓN.**
- 3. PARTES QUE COMPRENDEN LAS PUESTAS A TIERRA.**
 - 3.1 Tomas de tierra.**
 - 3.2 Líneas principales de tierra.**
 - 3.3 Derivaciones de las líneas principales de tierra.**
 - 3.4 Conductores de protección**
- 4. PROHIBICIÓN DE INCLUIR EN SERIE LAS MASAS Y LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN LOS CIRCUITOS DE TIERRA.**
- 5. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.**
- 6. ELECTRODOS. NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIONES.**
 - 6.1 Naturaleza de los electrodos.**
 - 6.2 Constitución de los electrodos artificiales.**
 - 6.2.1 Placas enterradas.**
 - 6.2.2 Picas verticales.**
 - 6.2.3 Conductores enterrados horizontalmente.**
 - 6.3 Constitución de los electrodos naturales.**
- 7. RESISTENCIA DE TIERRA.**
- 8. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES.**
 - 8.1 Naturaleza y secciones mínimas.**
 - 8.2 Tendido de los conductores de la línea de enlace con la tierra.**
 - 8.3 Tendido de los conductores de la línea principal de tierra de sus derivaciones y de los conductores de protección.**
 - 8.4 Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masa y con los electrodos.**

8.5 Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra.

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

10. REVISIÓN DE TOMAS DE TIERRA.

1. OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Las puestas a tierra, a las que se refiere la presente Instrucción, se aplicarán a todo elemento o parte de la instalación que otras Instrucciones prescriban como obligatoria su puesta a tierra.

2. PUESTAS A TIERRA. DEFINICIÓN

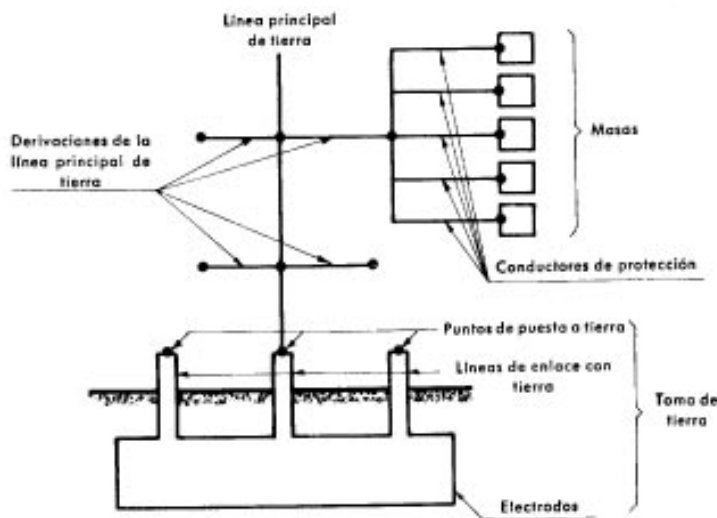
La denominación «puesta a tierra» comprende toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico.

3. PARTES QUE COMPREDEN LAS PUESTAS A TIERRA

Todo sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

El conjunto de conductores, así como sus derivaciones y empalmes, que forman las diferentes partes de las puestas a tierra, constituyen el circuito de puesta a tierra.



Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra

3.1 Tomas de tierra

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo. Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- Línea de enlace con tierra. Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de

puesta a tierra.

- Punto de puesta a tierra. Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen, dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

3.2 Líneas principales de tierra

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

3.3 Derivaciones de las líneas principales de tierra

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

3.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red,
- a otras masas
- a elementos metálicos distintos de las masas,
- a un relé de protección.

4. PROHIBICIÓN DE INCLUIR EN SERIE LAS MASAS Y LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN EL CIRCUITO DE TIERRA

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, se efectuará por derivaciones desde éste.

5. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

6. ELECTRODOS. NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

6.1 Naturaleza de los electrodos

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno, pueden utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de éstos cuando su instalación presente serias dificultades y cuando los electrodos naturales cumplan los requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

6.2 Constitución de los electrodos artificiales

Los electrodos podrán estar constituidos por:

- Electrodos simples constituidos por barras, tubos, placas, cables, pletinas u otros perfiles.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por elementos indicados anteriormente o por combinaciones de ellos.

Los electrodos serán de metales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno, tal como el cobre, el hierro galvanizado, hierro sin galvanizar con protección catódica o fundición de hierro. Para este último tipo de electrodos, las secciones mínimas serán el doble de las secciones mínimas que se indican para los electrodos de hierro galvanizados.

Sólo se admiten los metales ligeros, cuando sus resistencias a la corrosión son netamente superiores a la que presentan, en el terreno que se considere, el cobre o el hierro galvanizado.

- La sección de un electrodo no debe ser inferior a 1/4 de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

6.2.1 Placas enterradas

Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 2 mm y las de hierro galvanizado de 2,5 mm. En ningún caso la superficie útil de la placa será inferior a 0,5 m². Se colocarán en el terreno en posición vertical y en el caso en que sea necesaria la colocación de varias placas, se separarán unos 3 metros unas de otras.

6.2.2 Picas verticales

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo,
- perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado, como mínimo,
- barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

6.2.3 Conductores enterrados horizontalmente

Estos conductores pueden ser:

- conductores o cables de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección, como mínimo,
- pletinas de cobre de, como mínimo, 35 mm^2 de sección y 2 mm de espesor,
- pletinas de acero dulce galvanizado de, como mínimo, 100 mm^2 de sección y 3 mm de espesor,
- cables de acero galvanizado de 95 mm^2 de sección, como mínimo. El empleo de cables formados por alambres menores de 2,5 mm de diámetro está prohibido,
- alambres de acero de, como mínimo, 20 mm^2 de sección, cubiertos con una capa de cobre de 6 mm^2 como mínimo.

Los electrodos deberán estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm. No obstante, si la capa superficial del terreno tiene una resistividad pequeña y las capas más profundas son de elevada resistividad, la profundidad de los electrodos puede reducirse a 30 cm.

El terreno será tan húmedo como sea posible y preferentemente tierra vegetal, prohibiéndose constituir los electrodos por piezas metálicas simplemente sumergidas en agua. Se tenderán a suficiente distancia de los depósitos o infiltraciones que puedan atacarlos, y si es posible, fuera de los pasos de personas y vehículos.

Para la puesta a tierra de apoyos de líneas aéreas y columnas de alumbrado público, cuando lo necesiten, será suficiente electrodos que tengan en conjunto una superficie de contacto con el terreno de $0,25 \text{ m}^2$.

Como superficie de contacto con el terreno, para las placas se consideran las dos caras, mientras que para los tubos sólo cuenta la superficie externa de los mismos.

6.3 Constitución de los electrodos naturales

Los electrodos naturales pueden estar constituidos por:

- a) Una red extensa de conducciones metálicas enterradas, siempre que la continuidad en estas conducciones quede perfectamente asegurada y en el caso de que las conducciones pertenezcan a una distribución pública o privada, haya acuerdo con los distribuidores correspondientes. Se prohíbe utilizar como electrodos las canalizaciones de gas, de calefacción central y las conducciones de desagüe, humos o basuras.
- b) La cubierta de plomo de los cables de una red eléctrica de baja tensión enterrada, con la condición de que la continuidad de la cubierta de plomo esté perfectamente asegurada

y, en el caso de que la red pertenezca a una distribución pública, haya acuerdo con el distribuidor.

- c) Los pilares metálicos de los edificios, si están interconectados, mediante una estructura metálica, y enterrados a cierta profundidad.

El revestimiento eventual de hormigón no se opone a la utilización de los pilares metálicos como tomas de tierra y no modifica sensiblemente el valor de su resistencia de tierra.

7. RESISTENCIA DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor

50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados de la corriente de servicio.

NOTA. ---La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varia frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varia también con la profundidad.

La Tabla I da, a titulo de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con el fin de obtener una primera aproximación de la resistencia de tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla II.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo. La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla III estimar el valor medio local de la resistividad del terreno, el conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en unas condiciones análogas.

TABLA I

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm · m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

TABLA II

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

TABLA III

Electrodo	Resistencia de tierra, en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \frac{\rho}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
ρ, resistividad del terreno (Ohm · m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

8. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA, DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DE SUS DERIVACIONES

8.1 Naturaleza y secciones mínimas

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma, los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² ó 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la Instrucción MI BT 017 para los conductores de protección.

8.2 Tendido de los conductores de la línea de enlace con tierra

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideran que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

8.3 Tendido de los conductores de la línea principal de tierra, y sus derivaciones y de los conductores de protección

El recorrido de estos conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además, los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la Instrucción MI BT 017.

8.4 Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán éstos en forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

En caso de utilizar como electrodo la conducción de agua, la conexión del conductor de enlace con tierra a dicha conducción se efectuará inmediatamente después de la entrada de ésta en el edificio y antes del contador general de agua. Su conexión se efectuará por medio de un conductor que estará necesariamente protegido especialmente contra los ataques químicos.

Si no se pudiera respetar la condición anterior, por tropezar con grandes dificultades prácticas, el punto de conexión podrá encontrarse después del contador y de los accesorios que se encuentren en la conducción principal de agua. En este caso, el contador y los demás accesorios de la conducción de agua serán puenteados por medio de un conductor de cobre de 16 mm² de sección como mínimo, u otro conductor de resistencia eléctrica equivalente, y dispuesto de forma que el contador de agua pueda ser montado o desmontado sin que sea necesario quitar el puente.

8.5 Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

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

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y la de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 ohmios metro cuadrado/metro). Cuando el terreno sea muy mal conductor, esta distancia será aumentada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

10. REVISIÓN DE TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal, técnicamente competente, efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

INSTALADORES AUTORIZADOS

ÍNDICE

1. OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INSTALADOR AUTORIZADO.

2. INSTALACIONES QUE PUEDEN DIRIGIR LOS INSTALADORES AUTORIZADOS SIN TÍTULO FACULTATIVO.

1. OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INSTALADOR AUTORIZADO

Para la obtención del título de Instalador Autorizado concedido por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria, se deberán reunir los siguientes requisitos:

- a) Estar en posesión, como mínimo, de un título o certificado de estudios de Oficialía Industrial o equivalente en la especialidad de instalador-montador-electricista.
- b) Superar un examen sobre aplicación del presente Reglamento ante la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.
- c) Acreditar ante la citada Delegación el disponer de medios técnicos suficientes para realizar las instalaciones.

Los titulados con atribuciones específicas concedidas por el Estado, podrán obtener el título de Instalador Autorizado sin tener que cumplir el requisito b) anteriormente señalado.

Los actuales instaladores autorizados seguirán siéndolo después de la entrada en vigor del presente Reglamento, siempre que no se les retirara la autorización por sanción u otras causas.

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria podrán conceder el título de Instalador Autorizado a los instaladores que actualmente ejerzan esta profesión sin el hasta ahora vigente carnet de Instalador Autorizado y sin cumplir el requisito señalado en el apartado a), siempre que cumplan los requisitos señalados en los apartados b) y c). Esta especial condición tendrá vigencia hasta un año después de la fecha de publicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en el «B. O. E».

Para la concesión a Entidades del título de Instaladores autorizados, deberán éstas contar como mínimo con una persona en posesión del título de Instalador autorizado o estar dirigidas, en su aspecto técnico, por personas cuyo título oficial les habilite para la realización de las actividades a que se refiere el punto 2 de la presente instrucción.

Los instaladores autorizados, tanto por lo que se refiere a personas como a Entidades, estarán inscritos en un libro registro que llevará la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, que les expedirá el correspondiente título y que les autoriza a dirigir y realizar las instalaciones que el presente Reglamento determina. Este título tendrá un año de validez y deberá renovarse antes de la fecha de su caducidad en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria donde ejerza su actividad el Instalador Autorizado.

Si un Instalador Autorizado por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria precisa realizar algún montaje en el ámbito jurisdiccional de otra Delegación, deberá previamente registrar su título en esta última.

2. INSTALACIONES QUE PUEDEN DIRIGIR LOS INSTALADORES AUTORIZADOS SIN TITULO FACULTATIVO

Pueden ser realizadas, bajo la dirección de un Instalador Autorizado, las siguientes instalaciones:

- a) Las pequeñas ampliaciones o modificaciones de una instalación en servicio que no afecten sustancialmente a su disposición general, así como las reparaciones de las mismas por envejecimiento del material o averías.
- b) Las de viviendas, cualquiera que sea su grado de electrificación.
- c) Las de edificios destinados principalmente a viviendas, a locales comerciales o de oficinas, cuando la potencia prevista para estos edificios no sea superior a 50 kilovatios.

Número UNE	Fecha de aprobación por el IRANOR	DENOMINACION	Fecha inicial de obligado cumplimiento de la Norma
20 106-III-74	Abril 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Potencias nominales normalizadas.	17-10-81
20 116-74	Julio 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Determinación de las pérdidas y rendimientos a partir de los ensayos.	17-10-81
20 112-II-74	Agosto 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Símbolos de formas de construcción y montaje. Código completo.	17-10-81
21 118-74	Agosto 1974	Cables de energía para distribución, aislados con goma etileno-propilénica, para tensiones hasta 1.000 V.	17-10-81
21 119-74	Agosto 1974	Cables de energía para distribución, aislados con polietileno reticulado, para tensiones hasta 1.000 V.	17-10-81
20 125-74	Octubre 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Métodos de refrigeración.	17-10-81
20 130-75	Marzo 1975	Máquinas eléctricas rotativas. Denominación de las salidas de bobinado y señalización del sentido de rotación.	17-10-81
20 383-75	Septiembre 1975	Interruptores automáticos diferenciales por intensidad de defecto a tierra para usos domésticos y usos generales análogos.	17-10-81
20 615-78	Febrero 1978	Sistemas de transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.	17-10-81
20 315-79	Abril 1979	Bases de tomas de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos.	17-10-81

Número UNE	Fecha de aprobación	Denominación
20 525 h.1	30-10-1971	Pilas secas para aplicación en aparatos eléctricos. Generalidades.
20 525 h.2	6-4-1972	Pilas secas para aplicación en aparatos electrónicos. Elementos de pila y terminales.
20 525 h.3	2-9-1971	Pilas secas para aplicación en aparatos electrónicos, radio, aparatos a transistores y aplicaciones análogas.
20 525 h.4	2-9-1971	Pilas secas para aplicación en aparatos electrónicos. Pilas para corrección auditiva.
20 318	Diciembre 1969	Sistemas de protección del material eléctrico utilizado en atmósferas que contengan gases o vapores inflamables. Definiciones.

Número UNE	Fecha de aprobación	Denominación
20-319-78	Enero 1978	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Envolventes con sobreposición interna.
20-320-80	Diciembre 1980	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Construcción, verificación y ensayos de las envolventes antideflagrantes de aparatos eléctricos.
20 321	Marzo 1971	Material eléctrico para atmósferas explosivas con protección por relleno con aislante pulverulento.
20-323-78	Abril 1978	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Marcas.
20-325-77	Enero 1977	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Método de ensayo para la determinación de la temperatura de inflamación.
20 326	Noviembre 1970	Material eléctrico sumergido en aceite para su utilización en atmósferas explosivas.
20-327-77	Marzo 1977	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Clasificación de las temperaturas superficiales máximas.
20 328	Febrero 1972	Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada. Protección e.
20-329-75	Julio 1975	Material eléctrico para atmósferas explosivas. Explosor para circuitos de seguridad intrínseca.
20-062-73	Marzo 1983	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.
20-392-75	Noviembre 1975	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia.
21-031-83	—	Cables aislados con policloruro de vinilo, de tensiones nominales Uo/U, inferiores o iguales a 450/750 V.
	Mayo 1983	Parte 1. Prescripciones generales.
	"	Parte 2. Métodos de ensayo.
	"	Parte 3. Cables sin cubierta para instalaciones fijas.
	"	Parte 4. Cables con cubierta para instalaciones fijas.
	"	Parte 5. Cables flexibles.
21-027-83	—	Cables aislados con goma, de tensiones nominales Uo/U, inferiores o iguales a 450/750 V.
	Julio 1983	Parte 1. Prescripciones generales.
	Junio 1983	Parte 2. Métodos de ensayo.
	Mayo 1983	Parte 3. Cables aislados con silicona resistente al calor.
	Junio 1983	Parte 4. Cables flexibles.

- d) Las de fábricas y talleres que no precisen autorización administrativa previa, cuando la potencia no sea superior a 20 kW.
- e) Las destinadas a locales de reunión, cuando la potencia instalada en éstos no sea superior a 10 kW.
- f) Las de locales húmedos, mofados, polvorientos o con riesgo de corrosión, cuando la potencia instalada no sea superior a 10 kW.
- g) Las de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos, hasta una potencia instalada de 10 kW o de 50 kW cuando se trate de instalaciones para obras.
- h) Las redes de distribución privadas, alimentadas desde Centros de Transformación o Centrales Generadoras, con potencias no superiores a 50 kW.
- i) Las redes de alumbrado público con potencia inferior a 20 kW.

Las tensiones con relación a tierra no tendrán en las instalaciones indicadas anteriormente, valores superiores a 250 voltios.

AUTORIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

- 1. INSTALACIONES QUE PRECISAN PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO.**
 - 1.1 Nuevas instalaciones.**
 - 1.2 Ampliaciones.**
 - 1.3 Solicitud de aprobación previa.**
 - 2. INSTALACIONES QUE NO PRECISAN, PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO.**
 - 3. BOLETÍN DE INSTALACIÓN.**
 - 4. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.**
 - 4.1 Nuevas instalaciones cuyo proyecto precisó de la aprobación previa de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.**
 - 4.2 Nuevas instalaciones que no han necesitado aprobación previa de proyecto**
 - 4.3 Ampliaciones de instalaciones en servicio.**
 - 4.4 Cumplimiento de las normas particulares de las empresas suministradoras de la energía.**
 - 4.5 Verificación de las instalaciones antes de su puesta en servicio.**
-
- 1. INSTALACIONES QUE PRECISAN PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO**
 - 1.1 Nuevas instalaciones**

Necesitan aprobación previa del proyecto, por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, las siguientes instalaciones:

 - a) Las que pertenezcan a nuevas industrias o establecimientos que, por las disposiciones vigentes, requieran como tales la previa autorización o inscripción en el registro industrial.
 - b) Las correspondientes a:
 - Locales de pública concurrencia, excepto las de establecimientos comerciales con potencias instaladas inferiores a 50 kW.
 - Locales con riesgo de incendio o explosión.
 - Locales mojados.
 - Las instalaciones de líneas BT con apoyos comunes con líneas de AT.
 - Máquinas de elevación y transporte.
 - Las que utilicen tensiones especiales.

- Las destinadas a lámparas de descarga que funcionen bajo una tensión superior a 250 voltios con relación a tierra.
 - Calentadores de agua en los que ésta forma parte del circuito eléctrico.
 - Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos sumergidos en agua.
 - Conductores de caldeo.
 - Generadores y convertidores, de potencia superior a 10 kW.
 - Cercas eléctricas y aparatos para su alimentación.
- c) Las redes de distribución pública de propiedad particular o colectiva y las instalaciones de alumbrado público en núcleos urbanos, parques, jardines y lugares transitados.
- d) Las redes de distribución privada.
- e) Las de edificios, destinados principalmente a viviendas, cuando se prevea para estos edificios una carga igual o superior a 100 kW, calculada de acuerdo con lo señalado en la Instrucción MI BT 010.
- f) Todas aquellas que no estando comprendidas en los apartados anteriores, determine el Ministerio de Industria.

1.2 Ampliaciones

Las ampliaciones y modificaciones de importancia, entendiéndose así cuando signifiquen un aumento de la potencia instalada superior al 50 por 100 de la primitiva, se considerarán a todos los efectos como si se tratase de nuevas instalaciones.

Requerirán aprobación previa de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria las ampliaciones de las instalaciones señaladas en el párrafo b) del apartado 1.1 de esta Instrucción, cualquiera que sea su potencia.

1.3 Solicitud de aprobación previa

En la solicitud se hará constar, además de las particularidades correspondientes al solicitante, el emplazamiento de la instalación prevista, las principales características de aquélla y el servicio a que se destine. A esta solicitud se acompañará proyecto de la instalación, redactado por técnico competente, en cuya memoria se justificará el tipo y secciones de los conductores a emplear, aparatos de protección, maniobra y receptores que se prevean instalar, así como los dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles se estimen pertinentes de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada.

Los planos serán los suficientes en número y detalle para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones.

Las Delegaciones Provinciales correspondientes del Ministerio de Industria, recabarán del solicitante las aclaraciones de cuantos detalles justificativos del proyecto estimen necesarios y dictarán resolución sobre el proyecto presentado en un plazo máximo de 15 días hábiles contados a partir de la fecha de su presentación o de la de recepción de la última aclaración requerida al solicitante.

2. INSTALACIONES QUE NO PRECISAN, PARA SU EJECUCIÓN, APROBACIÓN PREVIA DE PROYECTO

Las instalaciones no incluidas en el Capítulo 1 de la presente Instrucción pueden ser realizadas sin aprobación previa de proyecto por parte de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, pero siempre que sean dirigidas por entidades o instaladores autorizados y, cuando corresponda, por instaladores autorizados con título facultativo.

3. BOLETÍN DE INSTALACIÓN

Para las instalaciones que no precisan aprobación previa de proyecto, los instaladores autorizados extenderán para cada una de ellas, una vez realizada ésta, un boletín cuyo modelo será establecido por la Dirección General de la Energía y facilitado por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

En dicho boletín se fijarán los datos referentes a las principales características de la instalación, la potencia instalada, la máxima admisible, así como la declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con los preceptos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las normas particulares de la Empresa suministradora de la energía.

Estos boletines formarán un libro foliado y sellado por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, con tres ejemplares por cada boletín, constituyendo la segunda copia la matriz del mismo. La Delegación Provincial sellará los tres ejemplares a su presentación. El original quedará en poder de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria y la primera copia se entregará a la Empresa suministradora al solicitar el suministro.

4. PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

El propietario de una instalación o persona que lo represente, al solicitar un suministro de energía a una Empresa suministradora, deberá acompañar su solicitud con la copia del Boletín de Instalación señalado en el Capítulo anterior o con la autorización de la puesta en servicio de la instalación, según corresponda. A este efecto, se tendrá en cuenta lo señalado en los apartados que siguen:

4.1 Nuevas instalaciones cuyo proyecto precisó de la aprobación previa de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria

Para instalaciones de este tipo, el solicitante del suministro deberá presentar la autorización de la puesta en servicio de la instalación, expedida por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

4.2 Nuevas instalaciones que no han necesitado aprobación previa del proyecto

En estas instalaciones, para que la Empresa suministradora pueda proceder a su enganche, será suficiente que el solicitante presente el correspondiente Boletín de Instalación con un sello de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria que justifique su previa presentación a la misma.

4.3 Ampliaciones de instalaciones en servicio

La conexión de estas ampliaciones a las redes distribuidoras se condicionará al cumplimiento de lo indicado en los apartados anteriores, según el carácter de la instalación.

4.4 Cumplimiento de las normas particulares de las Empresas suministradoras de la energía

Las Empresas suministradoras de la energía podrán exigir, para la conexión de las instalaciones a sus redes de distribución, que aquellas hayan sido realizadas de acuerdo con las Normas Particulares a las que hace referencia el Artículo 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

4.5 Verificación de las instalaciones antes de su puesta en servicio

Independientemente de la tramitación administrativa señalada en los anteriores apartados, referente a la puesta en servicio de las instalaciones, las Empresas suministradoras de la energía procederán, antes de la conexión de sus instalaciones a sus redes de distribución, a verificar las mismas en relación con el aislamiento que presentan con relación a tierra y entre conductores, así como respecto a las corrientes de fuga que se produzcan con los receptores de uso simultáneo conectados a la misma, en el momento de realizar la prueba.

Los valores obtenidos no serán inferiores a 250.000 ohmios, por lo que se refiere a la resistencia de aislamiento, determinada según se señala en la Instrucción MI BT 017.

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

Cuando los valores obtenidos en la indicada verificación sean inferiores o superiores, a los señalados respectivamente para el aislamiento y corrientes de fuga, las Empresas suministradoras no podrán conectar a sus redes las instalaciones receptoras, debiendo en cada caso poner el hecho en conocimiento de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria en el plazo más breve posible.

En todo caso por los servicios técnicos de la Empresa suministradora se extenderá un Boletín en el que conste el resultado de la comprobación que deberá ser firmado igualmente por el abonado, dándose por enterado.

INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

1. INSPECCIÓN.
2. REVISIÓN PERIÓDICA.
3. OTRAS REVISIONES.
4. BOLETÍN DE RECONOCIMIENTO.
5. REVISIÓN DE LAS INSTALACIONES ANTERIORES AL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

1. INSPECCIÓN

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria ejercerán un control efectivo y continuo de la labor de las Empresas eléctricas e instaladores autorizados mediante las técnicas de control estadístico de la calidad de las obras ejecutadas por los mismos, o bien por cualquier otro procedimiento que procure un resultado análogo.

En el caso de que se comprobase que cualquiera de dichas entidades no cumpliera con las obligaciones que determina el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las Delegaciones Provinciales aplicarán o propondrán las sanciones previstas en el mismo.

En las inspecciones que realice el personal técnico de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria, se analizarán los posibles defectos que presenten las instalaciones de acuerdo con los criterios fijados en la Instrucción MI BT 043.

Como resultado de estas inspecciones, redactarán un dictamen detallado señalando la calificación que ha merecido la instalación, de acuerdo, igualmente, con la citada Instrucción MI BT 043. Este dictamen lo confrontará la Delegación con el Boletín de Instalación correspondiente, o con el proyecto si lo hubiere, anotando las calificaciones resultantes a efecto de las posibles sanciones administrativas señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Cuando la calificación no sea favorable, la Delegación lo hará saber así al propietario o usuario de la instalación y al Instalador autorizado que la realizó, señalando las modificaciones que procedan, así como el plazo máximo para la ejecución de las mismas.

2. REVISIÓN PERIÓDICA

Las instalaciones en locales de pública concurrencia, las que presenten riesgo de incendio o explosión y las correspondientes a locales de características especiales deberán ser revisadas anualmente por instaladores autorizados o cuando corresponda, por instaladores autorizados con título facultativo, libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación entre los inscritos en la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, que extenderán un Boletín de reconocimiento de la indicada revisión señalando en el mismo la

conformidad de las instalaciones a los preceptos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y de sus Instrucciones complementarias o las modificaciones que hubieran de realizarse cuando, a su juicio, no ofrezcan las debidas garantías de seguridad.

Los boletines de reconocimiento, extendidos como resultado de la revisión efectuada, serán entregadas al propietario, arrendatario, etc., del local, debiendo remitir el Instalador autorizado que efectuó la revisión, copia del mismo a la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, cuando el resultado de la revisión no fuese favorable y recabando de la citada Delegación duplicado debidamente sellado para constancia de su presentación.

Las Empresas eléctricas, por medio de su personal técnico revisarán igualmente, y con la periodicidad necesaria que garantice su correcta conservación, las redes de distribución de energía eléctrica.

3. OTRAS REVISIONES

Las instalaciones en servicio serán revisadas por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria, siempre que por causa justificada y en evitación de posibles peligros, las citadas Delegaciones por sí, por disposición gubernativa o por denuncia de terceros, juzguen oportuna o necesaria esta revisión.

Los propietarios y usuarios de las instalaciones, así como las Empresas distribuidoras de energía eléctrica, podrán solicitar, en todo momento, que sus instalaciones sean reconocidas por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, y que del resultado de esta inspección se les expidan el oportuno dictamen.

En el cambio de usuario de una instalación, las Empresas distribuidoras, cuando lo juzguen oportuno por la antigüedad de aquélla, incidencias habidas en la misma u otras causas que así lo aconsejen, podrán exigir la presentación de un dictamen de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria autorizando la nueva conexión.

4. BOLETÍN DE RECONOCIMIENTO

Los Boletines de Reconocimiento citados en el Capítulo 2, cuyos modelos serán establecidos por la Dirección General de la Energía y facilitados por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, contendrán los mismos datos que los Boletines de Instalación, pero la declaración del Instalador autorizado, se limitará a señalar si la instalación revisada sigue reuniendo las condiciones reglamentarias, o bien dará cuenta de las pequeñas modificaciones que se hubiesen introducido, en su caso.

5. REVISIÓN DE LAS INSTALACIONES ANTERIORES AL REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN

Para todas las instalaciones existentes a la entrada en vigor del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Cuando el estado de conservación de dichas instalaciones, a juicio de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria, suponga un peligro para la seguridad pública, ordenará su inmediata reparación como condición indispensable para permitir la continuación del suministro corriendo siempre los gastos de dicha reparación a cargo del propietario del inmueble. En los casos en que se halle definida, clara y terminantemente, la propiedad del inquilino sobre la derivación correspondiente a su suministro y sea en ella donde debe verificarse la citada reparación, será de su cargo el gasto de las reparaciones necesarias.
- b) Cuando por la Empresa distribuidora se observe que la instalación que ha de conservar el propietario del inmueble, o el abonado, no reúna las condiciones mínimas de seguridad, protección, o aislamiento fijadas en este Reglamento, o suponga peligro para la seguridad personal del usuario, lo pondrá en conocimiento de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria para que ésta dictamine la procedencia o no de que

se efectúen las reparaciones propuestas por la Empresa. La Delegación comunicará su dictamen al interesado y a la Empresa, con señalamiento de plazo para proceder a las reparaciones.

La Empresa podrá suspender el suministro de energía cuando, transcurrido aquel plazo, no se haya llevado a cabo la reparación, comunicándolo previamente a la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

- c) Cuando a juicio de dicha Delegación, el estado de las instalaciones denunciadas por la Empresa suministradora no justifiquen el que se realicen las reparaciones propuestas por ésta pero interese a la misma el efectuar reparación o perfeccionamiento, podrá la empresa efectuarlas por su cuenta, previa autorización de la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria.

CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMO RESULTADO DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS

ÍNDICE

- 1. DEFECTOS Y SU CLASIFICACIÓN.**
 - 1.1 Defecto Crítico.**
 - 1.2 Defecto Mayor.**
 - 1.3 Defecto Menor.**
- 2. CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**
 - 2.1 Calificación.**
 - 2.1.1 Dictamen favorable.**
 - 2.1.2 Dictamen condicionado.**
 - 2.1.3 Dictamen negativo.**

1. DEFECTOS Y SU CLASIFICACIÓN

Al realizar la inspección de las instalaciones eléctricas de baja tensión, se considerará como defecto, de las mismas, todo aquello que por una u otra circunstancia no cumple los preceptos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión o es una desviación de los límites y condiciones que para cada caso se fijan en las Instrucciones MI BT que específicamente le correspondan.

A efectos de calificar una instalación eléctrica como resultado de la inspección realizada, los defectos se clasifican en: Críticos, Mayores y Menores.

1.1 Defecto Crítico

Es todo defecto que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de las cosas.

Dentro de este Grupo se consideran:

- 1.—Incumplimiento de las medidas de seguridad contra contactos directos (Instrucción MI BT 021).
- 2.—Incumplimiento de las prescripciones de seguridad por lo que se refiere a locales de:
 - De pública concurrencia (Instrucción MI BT 025).
 - Con riesgo de incendio o explosión (Instrucción MI BT 026).
 - De características especiales (Instrucción MI BT 027).
 - Instalaciones con fines especiales (Instrucción MI BT 028).

1.2 Defecto Mayor

Es el que a diferencia del Crítico no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de las cosas, pero si puede serlo al originarse un fallo en la instalación. Se incluye también dentro de esta clasificación, aquel defecto que pueda reducir la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo se consideran los siguientes defectos:

- Falta de conexiones equipotenciales cuando éstas fuesen preceptivas.
- Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Falta de aislamiento en la instalación, de acuerdo con lo dispuesto a estos efectos en la Instrucción MI BT 017.
- Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación.
- Falta de continuidad en los conductores de protección.
- Valores elevados de resistencia de tierra en relación con la medida de seguridad adoptada.
- Defectos en la conexión de las masas a los conductores de protección, cuando estas conexiones fuesen preceptivas.
- Sección insuficiente en los conductores de protección.
- Existencia de partes o puntos de la instalación, cuya defectuosa ejecución pueda ser origen de averías o daños.
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados.
- Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas.
- Falta de identificación de los conductores «neutro» y «de protección».
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones de las normas UNE que les corresponda, señaladas como de obligado cumplimiento en la Instrucción MI BT 044.

1.3 Defecto Menor

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o las cosas; no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación observada no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación eléctrica de baja tensión.

2. CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.1 Calificación

Como resultado de las inspecciones realizadas por el personal facultativo de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria, se emitirá un dictamen en el que la instalación eléctrica para baja tensión será calificada:

2.1.1 Dictamen favorable

- Favorablemente.
- Condicionadamente.
- Negativamente.

Esta calificación se concederá cuando el resultado de la inspección no determine la existencia de ningún defecto crítico o mayor.

La Delegación Provincial del Ministerio de Industria tomará nota de los defectos menores observados, al objeto de calificar a los instaladores que han dirigido las instalaciones.

2.1.2 Dictamen condicionado

La observación de un defecto mayor dará lugar a esta calificación.

Las instalaciones eléctricas nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser conectadas a la red de distribución en tanto no se hayan corregido los defectos y puedan obtener calificación favorable.

A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección una vez transcurrido el plazo indicado sin haberse corregido los defectos, se suspenderá el suministro eléctrico.

2.1.3 Dictamen negativo

La observación de un defecto critico señala la obligatoriedad de emitir dictamen negativo.

Las instalaciones eléctricas nuevas calificadas con dictamen negativo no podrán ser conectadas a la red de distribución. A las instalaciones ya en servicio se les suspenderá el suministro eléctrico inmediatamente.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		NORMAS «UNE» DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO PUBLICADAS POR EL INSTITUTO DE RACIONALIZACION Y NORMALIZACION (IRANOR)	INSTRUCCION MIE BT 044
Número UNE	Fecha de aprobación por el IRANOR	DENOMINACION	Fecha inicial de obligado cumplimiento de la Norma:
20 308	7-2-67	Dispositivos eléctricos de seguridad para termos eléctricos.	1-7-74
20 312	3-6-67	Reglas de seguridad para el equipo eléctrico de los armarios frigoríficos destinados a usos domésticos.	1-7-74
20 152	5-8-67	Reactancias para lámparas fluorescentes con cebador. Características.	1-7-74
20 049 1°R	24-7-68	Transformadores de seguridad para timbres eléctricos. Condiciones particulares.	1-7-74
20 319	9-10-68	Material eléctrico a utilizar en atmósferas que contengan gases o vapores inflamables.	1-4-74
20 056	2-4-69	Lámparas de filamento de tungsteno para iluminación general.	1-7-74
20 314	2-4-69	Aparatos eléctricos para baja tensión. Reglas de seguridad. Protección contra los choques eléctricos.	1-7-74
21 023 1°R	2-4-69	Cables aislados con papel impregnado para baja tensión.	1-1-75
20 324	3-12-69	Grado de protección de las envolventes del material eléctrico de baja tensión.	1-7-74
21 032	30-12-69	Cables aislados con policloruro de vinilo para conexiones hasta 250 V.	1-7-74
20 321	7-1-70	Material eléctrico para atmósferas explosivas con protección por relleno pulverulento.	1-4-74
20 328	31-5-71	Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada.	1-4-74
21 026 1°R	15-7-71	Cables de energía para distribución aislados con goma butílica para tensiones hasta 1.000 V.	1-7-74
21 029	15-7-71	Cables de energía para distribución con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo, para tensiones hasta 1.000 V.	1-7-74
21 027h2 1°R	18-1-72	Cables rígidos normalizados con conductores de cobre, aislados con goma, para instalaciones interiores hasta 750 V.	1-7-74

Numero UNE	Fecha de aprobación por el IRANOR	DENOMINACION	Fecha inicial de obligado cumplimiento de la Norma
20 055	24-4-72	Dispositivos de alimentación de cercas eléctricas proyectadas para utilizar energía de una red de distribución.	1-4-74
20 339 I-R	30-6-72	Transformadores de seguridad. Reglas generales.	1-4-74
20 347	17-9-72	Pequeños interruptores automáticos para usos domésticos y análogos.	1-7-74
20 018	9-10-72	Transformadores para juguetes eléctricos.	1-4-74
21 030-73	Junio 1973	Cables aislados, reunidos en haz, para redes aéreas de distribución hasta 1.000 V.	17-10-81
20 111-73	Julio 1973	Máquinas eléctricas rotativas. Grado de protección proporcionado por los envoltorios.	17-10-81
20 108-III-73	Octubre 1973	Motores asíncronos trifásicos protegidos con refrigeración interior y rotor de jaula, fijados por medio de bridas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 107-III-73	Noviembre 1973	Motores asíncronos trifásicos cerrados, con refrigeración exterior y rotor de jaula, fijados por medio de bridas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 108-IV-73	Noviembre 1973	Motores asíncronos trifásicos protegidos, con refrigeración interior y rotor de jaula, fijados por medio de patas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 113-73	Diciembre 1973	Máquinas eléctricas rotativas. Valores nominales y características de funcionamiento.	17-10-81
20 112-I-74	Enero 1974	Máquinas eléctricas rotativas. Símbolos de formas de construcción y montaje. Código simple.	17-10-81
20 107-IV-74	Enero 1974	Motores asíncronos trifásicos cerrados, con refrigeración exterior y rotor de jaula, fijados por medio de patas. Dimensiones de montaje y coordinación de potencias.	17-10-81
20 106-I-74	Abril 1974	Máquinas eléctricas rotativas fijadas por medio de patas. Dimensiones normales de las máquinas con altura de eje comprendida entre 58 y 315 mm.	17-10-81
20 106-II-74	Abril 1974	Máquinas eléctricas rotativas fijadas por medio de bridas. Dimensiones normales para exteriores de los agujeros de fijación comprendidos entre 55 y 1.080 mm.	17-10-81