

Capítulo 5

**Montaje de instalaciones
eléctricas de interior en
edificios comerciales,
oficinas, industrias y con
fines especiales**

Contenido

1. Introducción
2. Emplazamiento y montaje de los sistemas de instalación empotrada, en superficie, al aire en los tipos de edificios comerciales, oficinas e industrias
3. Sistema de instalación de las canalizaciones: elección y situación
4. Tubos metálicos y no metálicos
5. Canales protectores
6. Bandejas y soportes entre otros
7. Tomas de tierra
8. Líneas y derivaciones
9. Cuadros de distribución
10. Preparación, mecanizado y ejecución de cuadros o envolventes, canalizaciones, cables, terminales, empalmes y conexionados
11. Medios y equipos
12. Resumen

1. Introducción

Para realizar una correcta instalación eléctrica interior se deben tener en cuenta diferentes parámetros como el sistema de instalación.

El sistema de instalación variará en función del tipo de conductor y del lugar por el que transcurra el montaje.

Los modos de instalación habituales serán los **superficiales**, montados en la superficie del local, **enterrados**, que transcurrirán por debajo del suelo, los **empotrados**, que están hechos por el interior de los elementos de obra del local y los aéreos, que irán suspendidos, apoyados en aisladores o fijadores.

Cada tipo de instalación tendrá, aparte de las prescripciones generales, una serie de prescripciones particulares de obligado uso para garantizar el correcto funcionamiento de la misma.

2. Emplazamiento y montaje de los sistemas de instalación empotrada, en superficie, al aire en los tipos de edificios comerciales, oficinas e industrias

La selección del emplazamiento y del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará en función a lo descrito en la norma **UNE 20.460-5-52**.

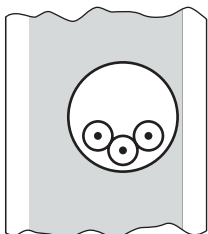
2.1. Tipos de montaje

Los tipos de montaje variarán según el lugar por donde transcurra la instalación y el tipo de cableado.

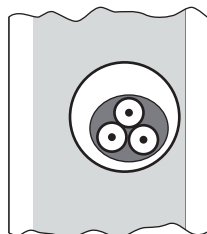
Empotrados

Las canalizaciones discurrirán por el interior de paredes, techos y demás elementos constructivos.

Instalación eléctrica empotrada en pared



Conductores aislados, en tubos empotrados en pared.

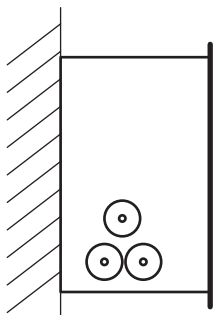


Cables multiconductores, en tubos empotrados en pared.

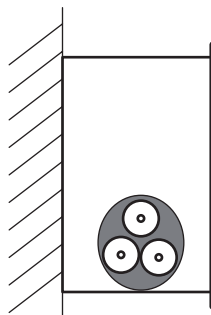
En montaje superficial

La instalación eléctrica irá por el interior del sistema de instalación, este se situará por las distintas superficies del local fijado directamente en tubos, canales o molduras, en conducciones no circulares, bandejas, soportes o sobre aisladores.

Instalación eléctrica de montaje superficial



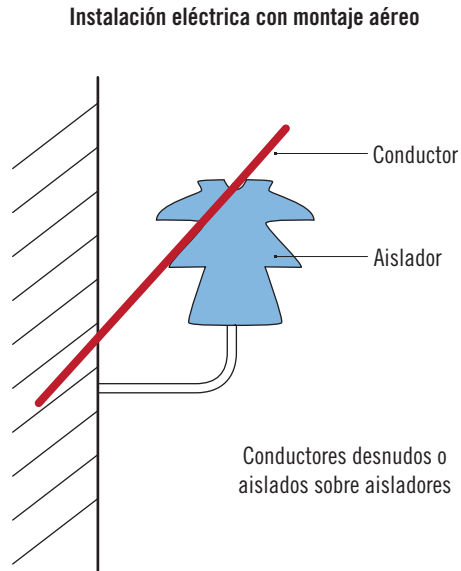
Conductores aislados en conductos de sección no circular sobre pared.



Cables uni o multiconductores en conductos de sección no circular sobre pared.

Aéreas

Este tipo de instalación no se encuentra directamente apoyada sobre la superficie del local sino que se encuentra suspendida, mediante fijadores, aisladores, etc.



2.2. Separación de circuitos

Para realizar una correcta instalación se debe de tener en cuenta la presencia de otras instalaciones, y la naturaleza de las mismas para que no afecten una a otras en su funcionamiento. A estos efectos se tendrá en cuenta:

- Varios circuitos eléctricos de distinta potencia se pueden alojar en una misma canalización, siempre y cuando todos los circuitos que transcurran por dicha canalización estén aislados para la tensión asignada más elevada.
- Generalmente no es adecuado incluir en la misma canalización circuitos de potencia con circuitos de muy baja tensión (MBTS y MBTP), no obstante sería posible siempre que cumpla uno de estos dos requisitos:

- Que cada conductor que compone un cable esté aislado para la tensión más elevada.
 - Que se dispongan en la misma canalización en un compartimento separado que proporcione un nivel de aislamiento igual al de la tensión más elevada.
- Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas se situarán de manera que la distancia mínima entre ellas sea de 3 cm. Esta distancia mínima se incrementará en caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, por lo que se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas. Las canalizaciones eléctricas no transcurrirán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, a menos que se tomen medidas de protección adecuadas para evitarlas.



Recuerde

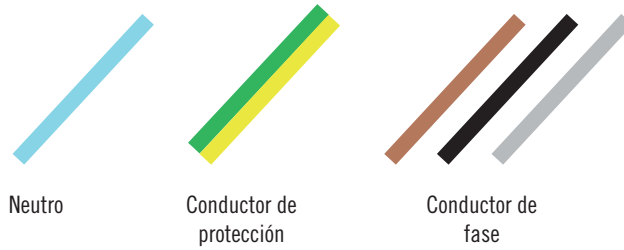
En una misma canalización podrán ir varios circuitos, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión asignada más elevada.

2.3. Identificación

Las canalizaciones se deberán diferenciar unas de otras por el tipo de conductores que transcurren por ellas o por su trazado. Esta identificación es esencial a la hora del mantenimiento y reparación de la instalación.

Dentro de las canalizaciones los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente el neutro y el de protección. La identificación de los mismos se realizará mediante los diferentes colores de los aislamientos de los conductores:

Código de colores para la identificación de los conductores



Importante

Cuando sea difícil la identificación se deberá proporcionar un plano de la instalación que permita su correcta identificación, mediante etiquetas indelebles y legibles.

3. Sistema de instalación de las canalizaciones: elección y situación

Para la elección de las canalizaciones se tendrá en cuenta el tipo de conductor que se va a instalar: si son desnudos, aislados, etc., y por donde va a transcurrir la instalación eléctrica: aérea, canal de obra, etc.

3.1. Elección de las canalizaciones

La elección del sistema de canalización dependerá del tipo de conductor que vaya a ser instalado. En el siguiente cuadro resumen se recoge el tipo o los tipos de sistemas que se pueden instalar, en función del tipo de conductor:



Ejemplo

Si la instalación estuviera constituida por conductores aislados, los posibles sistemas de instalación serían, tubos, conductos de sección no circular, sobre aisladores ó canales y molduras si el cierre de estos últimos sólo se puede abrir mediante útil y la canal tiene un grado de protección IPX4 ó IPXDD.

Elección de las canalizaciones

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandeja de escalera bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fijador
Conductores desnudos		■	■	■	■	■	■	■	■
Conductores aislados		■	■	■	■	■	■	■	■
Cables con cubierta	Multipolares	■	■	■	■	■	■	■	■
	Unipolares	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Admitido

■ Se admiten sólo si la tapa puede abrirse con un útil y el canal es IPX4 ó IPXDD

■ No aplicable o no utilizado en la práctica

■ No admitido

3.2. Situación de las canalizaciones

La elección del sistema de canalización adecuado para una instalación correcta de los conductores depende en último término del lugar por el que transcurre la instalación eléctrica. En la siguiente tabla se relacionan los distintos sistemas de canalizaciones en función de donde vayan situadas:

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandeja de escaleras bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fijador
Huecos de la construcción	Accesibles	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	No admitido	No aplicable
	No accesibles	Admitido	No aplicable	Admitido	No aplicable	Admitido	No aplicable	No admitido	No admitido
Canal de obra		Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	No admitido	No admitido
Enterrados		Admitido	No aplicable	Admitido	No admitido	Admitido	No aplicable	No admitido	No admitido
Empotrados en estructuras		Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	No aplicable	No admitido	No admitido
En montaje superficial		No admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	No admitido
Aéreo		No admitido	No admitido	No se usan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de elementos de poca movilidad	Admitido	No admitido	Admitido	Admitido	Admitido

 Admitido

 No se usan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de elementos de poca movilidad

 No aplicable o no utilizado en la práctica

 No admitido



Aplicación práctica

Tiene que realizar una instalación eléctrica enterrada con conductores aislados. ¿Qué sistema o sistemas de instalación serían aplicables?

SOLUCIÓN

Para llegar a la correcta solución se deben de tener en cuenta dos factores, primero el tipo de cableado que se usará y en segundo lugar la zona por la que transcurrirá la instalación.

Del cuadro de elección de las canalizaciones se obtiene que al estar compuesta la instalación por conductores aislados, los posibles sistemas de instalación serían tubos, conductos de sección no circular, sobre aisladores ó canales y molduras si el cierre de estos últimos sólo se puede abrir mediante útil y la canal tiene un grado de protección IPX4 o IPXDD.

La instalación será enterrada por lo que atendiendo al cuadro sobre la situación de las canalizaciones se tiene que para este tipo de instalación se admiten los sistemas sin fijación, tubos y conductos de sección no circular.

Se toman los tipos de sistemas de instalación válidos para los dos requisitos: tubos y conductos de sección no circular.



Aplicación práctica

Se quiere realizar una instalación empotrada con tubos. ¿Qué tipo de conductores se pueden utilizar?

SOLUCIÓN

Como ya se sabe el tipo de instalación y el tipo de canalización, solo se tiene que mirar en la tabla de elección de las canalizaciones el tipo de conductores que admite la instalación son tubos, siendo estos conductores aislados o cables con cubierta.



Nota

Con estos cuadros se llega a los tipos de sistemas de instalaciones normativamente correctos, la decantación final por uno de los sistemas u otros de los admitidos dependen de la situación particular de cada instalación. Es decir, dependerá de factores circunstanciales como por ejemplo si es más fácil o más económico un tipo u otro de sistema de instalación.

4. Tubos metálicos y no metálicos

Los tubos protectores de las canalizaciones y sus accesorios podrán ser metálicos o no metálicos o una combinación de ambos.

Las siguientes imágenes muestran a modo de ejemplo, como son estos tipos de tubos.



Nota

Los tubos rígidos metálicos más utilizados son los conocidos comúnmente como “Conduit”.

Los tubos se clasificarán según lo dispuesto en la norma **UNE-EN 50.086**, en:

- Tubos rígidos.
- Tubos curvables.
- Tubos flexibles.
- Tubos enterrados.

Los tubos deberán cumplir las siguientes características generales:

- Se deben asegurar las características de protección que proporciona el tubo tanto en sus uniones como en los accesorios necesarios en el montaje.
- El interior de los tubos debe de estar libre de aristas, asperezas o fisuras de modo que los conductores que transcurran por su interior no se vean dañados.
- Para los tubos no enterrados y sus uniones roscadas se cumplirá lo establecido en la norma **UNE-EN 60.423**.
- Los tubos enterrados cumplirán lo establecido en la norma **UNE-EN 50.086-2-4**.

4.1. Condiciones generales para la instalación y colocación de los tubos

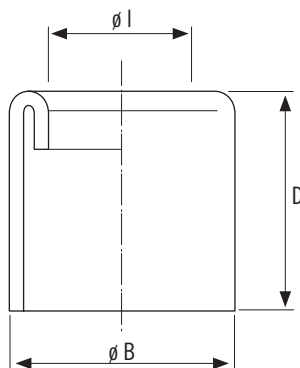
Para realizar la correcta instalación y colocación de los tubos se tendrá en cuenta lo especificado a continuación, basado en la norma **UNE 20.460-5-523**.

- El trazado de las canalizaciones bajo tubo será vertical u horizontal, paralelo a las paredes y techo del local.
- La unión de los tubos se efectuará de modo que se garantice en ellas el grado de protección que proporcionan los tubos.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán unirse entre sí, recubriendo el empalme con una cola especial que asegure la estanqueidad de la unión.

- Las curvas en los tubos deberán ser continuas y sin reducciones de sección.
- Una vez fijados los tubos, la accesibilidad a los conductores se asegurará mediante la disposición de registros a lo largo de este, con una distancia máxima entre registros de 15 m. El número de curvaturas entre registros será como máximo de 3.
- Los conductores serán introducidos una vez realizado el montaje de los tubos.
- Los conductores se introducirán en los tubos por los registros.
- Los registros podrán servir también como cajas de derivación o empalmes.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en cajas de material aislante. La profundidad de las cajas será como mínimo 1,5 veces el diámetro del tubo mayor instalado, con un mínimo de 40 mm. El lado interior mínimo será de 60 mm. Para asegurar la estanqueidad de la unión tubo-cajas se emplearán prensaestopas.
- Para evitar un posible daño en el aislante del conductor durante su instalación se protegerá el extremo del tubo que penetra en la caja de conexión mediante el uso de boquillas o dispositivos equivalentes si el borde no es redondeado.
- Si se instalan tubos metálicos sin aislamiento interior se evitarán las posibles condensaciones en su interior, con el trazado y ventilación apropiados.
- Para la correcta colocación de los conductores en los tubos se seguirá lo estipulado en la **ITC-BT-20**.

- Para evitar en lo posible las influencias externas en el local, los tubos se protegerán usando:
 - Pantallas de protección calorífuga.
 - Distanciamiento de las fuentes de calor.
 - Elección del tipo de tubo adecuado para las condiciones que se puedan establecer.
 - Modificación del material aislante a emplear.

Protector terminal para tubo



Importante

Bajo ningún concepto será aceptable la unión entre conductores por simple arrollamiento o retorcimiento entre sí. Siempre se usarán bornes de conexión.



Importante

Si se usan tubos metálicos:

- Si son accesibles, deberán estar conectados a tierra. Como mínimo cada 10 m. Quedando su continuidad eléctrica asegurada.
 - No se utilizarán bajo ningún concepto como conductor neutro o de protección.
-

4.2. Tubos en canalizaciones fijas instaladas en superficie

Para este sistema de canalización se usarán tubos rígidos o curvables, según la exigencia de la instalación cuyas características mínimas se recogen en la siguiente tabla:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	4	Fuerte.
Resistencia al impacto.	3	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	1	+60 °C
Resistencia al curvado.	1-2	Rígido/curvable.
Propiedades eléctricas.	1-2	Continuidad eléctrica/aislante.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$.
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15° .
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos.	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.



Nota

Para más de 5 conductores por tubo o cables con distintas secciones bajo el mismo tubo, la sección interior del tubo será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

El diámetro del tubo variará en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. Para la elección del diámetro en función de los conductores se utilizará el siguiente cuadro:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	-
185	50	63	75	-	-
240	50	75	-	-	-

Indicaciones particulares para el montaje de tubos fijo en superficie

Además de las indicaciones generales para el montaje de tubos en este tipo de instalación se atenderá a las siguientes condiciones particulares:

- La fijación de los tubos a las paredes y techos se realizarán mediante bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión. La distancia mínima entre estas sujeciones será de 0,5 m. Además se deberán colocar las sujeciones en los cambios de dirección, en los empalmes y en las entradas en cajas o aparatos.
- La colocación de los tubos se realizará adaptándose a la superficie donde se instalan, utilizando para ello los accesorios necesarios.
- En tramos rectos, la desviación entre un extremo y otro del tubo no debe superar el 2%.
- En la medida de lo posible estas canalizaciones se colocarán a una distancia mínima de 2,5 m del suelo.
- En el paso de la canalización sobre juntas de dilatación del edificio, se interrumpirá el tubo, dejando entre los extremos una distancia de unos 5 cm, empalmándose a posteriori con un manguito deslizante de 20 cm de longitud mínima.

4.3. Tubos en canalizaciones empotradas

Dentro de las canalizaciones empotradas se distinguirán entre tres tipos de empotramientos:

1. Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos falsos, etc.), huecos de la construcción o canales protectoras de obras. Los tubos permitidos para este tipo de empotramiento podrán ser rígidos, curvables o flexibles.
2. Tubos empotrados embebidos en hormigón. Los tubos podrán ser rígidos, curvables o flexibles.
3. Canalizaciones ordinarias pre-cableadas para empotrarse en obra de fábrica. Los tubos podrán ser flexibles o curvables.

Las características mínimas que deben presentar los tubos dependerán de los tipos de empotramiento.

Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica, huecos de la construcción y canales protectoras de obra:

Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de interior

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	2	Ligera.
Resistencia al impacto.	2	Ligera.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	1	+60 °C
Resistencia al curvado.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm.
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos.	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.

Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones pre-cableadas:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	3	Media.
Resistencia al impacto.	3	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	2	+90 °C
Resistencia al curvado.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	5	Protegido contra el polvo.

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

Característica	Código	Grado
Resistencia a la penetración del agua.	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos.	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.

Los tubos deben tener un diámetro tal que permitan el fácil alojamiento y extracción de los cables. El diámetro se calculará en función del número de conductores y su sección. Para ello se utilizará la siguiente tabla:

Diámetro mínimo en función del número y la sección de los conductores para canalizaciones empotradas					
Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	-
150	50	63	75	-	-
185	50	75	-	-	-
240	63	75	-	-	-



Nota

Para más de cinco conductores y para cables o conductores de distintas secciones instalados en un mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a tres veces la sección ocupada por los conductores.



Aplicación práctica

Se encuentra ante una instalación eléctrica monofásica. El montaje se realiza con tubos empotrados, compuesta por un conductor de fase de 25 mm² de sección de cobre y un neutro de 25 mm² de fase. ¿Cuál sería el diámetro necesario para realizar la canalización?

SOLUCIÓN

Como los dos conductores tienen la misma sección, se obtiene directamente el valor de la tabla que relaciona la sección y el número de conductores con el diámetro mínimo del tubo para instalaciones fijas superficiales, obteniendo un diámetro de 32 mm.

Indicaciones particulares para el montaje de tubos fijos empotrados

Además de las indicaciones generales para el montaje de tubos en este tipo de instalación se atenderá a las siguientes condiciones particulares:

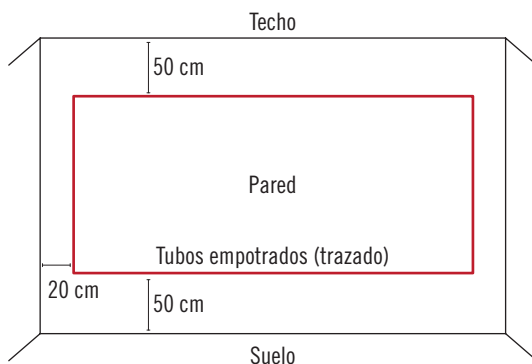


Importante

Los tubos nunca se colocarán de forma diagonal. Siempre horizontales y verticales y respetando las distancias con el suelo indicadas.

- El tamaño de las rozas será lo suficientemente grande como para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1cm de espesor como mínimo, pudiéndose reducir este espesor a 0,5 cm en los ángulos. Las rozas se realizarán de modo que no pongan en peligro la seguridad de las paredes y techos donde se practiquen.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento del suelo las canalizaciones destinadas a alimentar la planta inferior.
- Los cambios de dirección estarán correctamente curvados o estarán provistos de codos “T” apropiados con su correspondiente tapa de registro.
- Las tapas de registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles una vez terminada la obra.
- Si se usan tubos empotrados en paredes, el trazado transcurrirá como máximo a 50 cm del suelo o techo y a 20 cm en vertical de los ángulos de las esquinas.

Trazado de tubos empotrados en paredes



En la siguiente tabla se recogen según el tipo de empotrado que se va a realizar, las consideraciones constructivas a tener en cuenta:

Tabla de instalación de tubos empotrados

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 o ladrillo hueco	■	■	■
Bloques macizos de hormigón	■	■	■
Bloques huecos de hormigón	■	■	■
Hormigón en masa	■	■	■
Hormigón armado	■	■	■
Forjado de placas de hormigón	■	■	■
Forjado con nervios	■	■	■
Forjado con nervios + relleno	■	■	■
Forjado viguetas y bovedillas	■	■	■
Forjados viguetas y tableros y revoltón de rasilla	■	■	■

■ Si

■ Es admisible practicar un orificio en la parte interior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo

■ Difícilmente aplicable en la práctica

■ No

4.4. Canalizaciones aéreas o con tubos al aire

Este tipo de canalizaciones tiene un uso particular, destinado a la alimentación de maquinaria o de elementos de movilidad restringida. Los tubos de estas canalizaciones serán flexibles y dispondrán de las siguientes características mínimas:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	4	Fuerte.
Resistencia al impacto.	3	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	1	+60 °C
Resistencia al curvado.	4	Flexible.
Propiedades eléctricas.	1-2	Continuidad eléctrica/aislante.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm.
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos.	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la tracción.	2	Ligera.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.
Resistencia a las cargas suspendidas.	2	Ligera.



Nota

En este tipo de sistema de instalación no se recomienda usar conductores de sección superior a 16 mm².

La elección del diámetro del tubo se realizará como en todas las canalizaciones anteriores con ayuda de una tabla que relacione número y sección de los conductores con el diámetro del tubo.

Diámetro mínimo en función del número y la sección de los conductores para canalizaciones aéreas con tubos al aire					
Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

Indicaciones particulares para el montaje de tubos al aire

Además de las indicaciones generales para el montaje de tubos en este tipo de instalación se atenderá a las siguientes condiciones particulares:

- La alimentación se realizará desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas en el techo.
- Se situará a una altura superior a los dos metros desde el suelo.
- La longitud total de la canalización aérea no superará los 4 m.



Recuerde

Este tipo de montaje sólo se permite para la alimentación de máquinas o elementos con movilidad reducida.

4.5. Tubos en canalizaciones enterradas

Los tubos utilizados para canalizaciones enterradas cumplirán lo establecido en la norma **UNE-EN 50.086 2-4**, y poseerán las condiciones mínimas que se exponen en la siguiente tabla:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	-	250 N/450 N/750 N.
Resistencia al impacto.	-	Ligero/normal/normal.
Resistencia al curvado.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm.
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15° .
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos.	2	Protección interior y exterior media.



Consejo

Es importante una buena elección del diámetro de la canalización para que facilite tanto la instalación como el mantenimiento de los conductores.

Los tubos deben tener un diámetro tal que permitan el fácil alojamiento y extracción de los cables. El diámetro se calculará en función del número de conductores y su sección. Para ello se utilizará la siguiente tabla:

Diámetro mínimo en función del número y la sección de los conductores para canalizaciones enterradas

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	-



Aplicación práctica

Se encuentra ante una instalación eléctrica monofásica. El montaje se realiza con tubos empotrados, compuesta por un conductor de fase de 25 mm² de sección de cobre y un neutro de 25 mm² de fase. ¿Cuál sería el diámetro necesario para realizar la canalización?

SOLUCIÓN

Como los dos conductores tienen la misma sección, se obtiene directamente el valor de la tabla que relaciona la sección y el número de conductores con el diámetro mínimo del tubo para instalaciones fijas superficiales, obteniendo un diámetro de 32 mm.

Recuerde que según el tipo de instalación a la que sean destinados los tubos deberán cumplir una serie de características mínimas.



Aplicación práctica

Para la instalación de la aplicación práctica anterior, por motivos de una previsión de cargas mayor, se decide finalmente que la sección del conductor de fase sea de 25 mm², manteniéndose en 16 mm² la sección del neutro.

¿Sería válido el diámetro calculado anteriormente?

SOLUCIÓN

Al tener distinta sección no es válido el diámetro que aparece en la tabla, habrá que calcular la sección interior del tubo. Según la normativa para instalaciones superficiales, la sección interior del tubo será 2,5 la sección ocupada por los conductores:

$$S_c = 16 + 25 = 41 \text{ mm}^2$$

$$S_t = 2,5 * 41 = 102,5 \text{ mm}^2$$

5. Canales protectores

Los canales protectores son un tipo de canalización que puede estar perforada o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrados por una tapa desmontable.

Este tipo de canalización será conforme a lo expuesto la norma **UNE-EN 50.085**.

Los canales protectores se clasifican en:

- **“Canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramienta”.** Este tipo de canal posee un grado de protección inferior al IP4X y dentro de él sólo se podrán alojar conductores aislados bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.
- **“Canales con tapa de acceso que sólo puede abrirse con herramienta”.** Este tipo de canal posee un grado de protección de IP4X o superior y dentro de él se podrá alojar:
 - Conductores aislados de tensión asignada 450/750 V.
 - Interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc.
 - Empalmes entre conductores y conexiones a los mismos.

Las características mínimas que deben poseer los canales se recogen en las siguientes tablas, en función del tamaño del canal:

Característica	Grado
Dimensión del lado mayor de la sección transversal.	≤ 16 mm.
Resistencia al impacto.	Muy ligera.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	+ 15 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	+ 60 °C
Propiedades eléctricas.	Aislante.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4
Resistencia a la propagación de la llama.	No propagador.



Nota

Las características que reflejan las tablas son las que deben presentar los canales en condiciones de montaje normales. En caso de su instalación en locales de características especiales estos valores se deberán adecuar a las condiciones externas que pueda presentar el local.

Característica	Grado
Dimensión del lado mayor de la sección transversal.	> 16 mm
Resistencia al impacto.	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	+ 60 °C
Propiedades eléctricas.	Continuidad eléctrica / aislante.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	No inferior a 2.
Resistencia a la propagación de la llama.	No propagador.

El número de conductores que se podrá instalar en el canal será el que previa consideración de los accesorios necesarios permita un tendido fácilmente realizable.

5.1. Instalación y colocación de los canales

La colocación de los canales seguirá lo establecido en la norma **UNE 20.460-5-52**, la **ITC-BT-19** e **ITC-BT 20**, y siguiendo estas consideraciones:

- El trazado de los canales será vertical u horizontal y paralelo a las paredes y techo del local.
- En el caso de no usar canales aislantes, su conductividad eléctrica deberá quedar garantizada, conectando convenientemente los canales a tierra.
- No se podrán utilizar las canales como conductor de protección o neutro, salvo los canales prefabricados que satisfagan las condiciones establecidas en la **ITC-BT 18**.
- La tapa de los canales quedará siempre accesible.

6. Bandejas y soportes entre otros

Las bandejas son un tipo de canalización destinada a alojar conductores. Pueden estar constituidas de diversos materiales y estar o no perforadas para facilitar la ventilación de los cables de su interior. Los soportes son los apoyos

donde se sitúan, bien las bandejas o bien los cables directamente. Para la instalación en planta del sistema de bandejas existe un conjunto amplio de accesorios que incluye, entre otros, desvíos, uniones, curvas, reducciones, tornillos, refuerzos, etc.



Soporte bandeja metálica



Soporte para cables eléctricos

Dentro de los tipos de bandejas se puede distinguir entre tres tipos:

1. **Bandejas aislantes.** No es necesaria la conexión a tierra de las bandejas aislantes puesto que la protección eléctrica proporcionada por el uso de bandejas de material aislante es segura por sí misma.



Bandeja aislante perforada

2. **Bandejas metálicas.**



Bandeja metálica perforada

3. **Bandejas de escalera.** Normalmente son bandejas de constitución metálica, cuya forma recuerda a una escalera con peldaños.



Bandeja de escalera



Nota

Este tipo de instalación solo se empleará en instalaciones eléctricas donde el acceso quede restringido a personal autorizado.

6.1. Instalación

Para realizar la correcta instalación de las bandejas se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

- Para el sistema de instalación en bandejas sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares.
- Las bandejas metálicas deben disponer de una instalación de continuidad eléctrica que garantice una conexión a tierra adecuada.
- Las bandejas metálicas no se usarán como conductores neutros o de protección.
- En los tramos rectos se deben situar los soportes lo más cerca posible a las uniones entre bandejas, aunque las uniones están diseñadas para cumplir con la carga especificada, estos son puntos concentradores de esfuerzos.
- En los puntos donde hay curvas, cruces y reducciones se recomienda colocar soportes estructurales a los extremos, para evitar esfuerzos excesivos en las platinas de unión y pernos.
- No se deberá colocar más de una unión de bandeja entre soportes.



Nota

Dentro de este tipo de conductores se incluyen también los cables armados o con aislamiento mineral.

- Para compensar la dilatación o contracción metálica por diferencial de temperatura, en longitudes rectas de instalación se recomienda utilizar platinas de expansión.

7. Tomas de tierra

Los conductores de 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 dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La corriente máxima 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.
- 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 o 35 mm², según el caso.

Una vez determinado el dimensionado y número de tomas de tierra necesarias, la instalación de las mismas se realizará atendiendo a las siguientes consideraciones:

- Cuando las tomas de tierra sean electrodos o picas:
 - Será posible reducir el valor de la resistencia del electrodo, conectando varias picas en paralelo a una distancia entre ellos mínima del doble de su longitud.
 - Se debe tener en cuenta cuando se utilicen picas de gran longitud a efectos de la resistencia que estas pueden alcanzar estratos de menor resistividad.
 - La instalación de los electrodos se realiza embebida en hormigón alrededor del edificio.

- Cuando las tomas de tierra sean conductores enterrados horizontalmente:
 - Se instalarán en zanjas cavadas para este propósito, de tal modo que los conductores queden enterrados a 0,8 m de profundidad aproximadamente.
 - Las zanjas se rellenarán con tierra para que mantenga la humedad.
 - La colocación del conductor de manera sinuosa no mejorará la resistencia.



Importante

Las zanjas no deben rellenarse de piedras o materiales similares. Deben ser siempre de tierra para que mantenga la humedad.

8. Líneas y derivaciones

Seguidamente se van a desarrollar las indicaciones que habrá que tener en cuenta para la instalación de las líneas de alimentación y las derivaciones.

8.1. Líneas de alimentación

El trazado de la línea de alimentación será lo más recto y corto posible.



Importante

Esta canalización se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

Si se instalan en el interior de tubos, el diámetro de este será el correspondiente en la siguiente tabla:

Sección fase mm ²	Sección neutro mm ²	Diámetro exterior de los tubos
10 (Cobre)	10	75
16 (Cobre)	10	75
16 (Aluminio)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones serán tal que pueda admitir una futura ampliación de las secciones de los conductores del 100%.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas.

Si la línea discurre verticalmente, lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado.

Se evitarán en la medida de lo posible las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones.

Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima RF 30.

Las dimensiones mínimas del conducto será de 30 x 30 cm.

8.2. Derivaciones individuales

Las canalizaciones tendrán una sección que permita una futura ampliación de la sección de los conductores al doble.

El diámetro exterior mínimo de los tubos debe de ser de 32 mm de diámetro exterior.

Si coinciden varias derivaciones individuales en su trazado se podrán instalar conjuntamente dentro de un canal protector mediante con un cable con cubierta.

Se instalarán canalizaciones de reserva para futuras ampliaciones. Se montará una por cada diez derivaciones o por cada 50 m² de local.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas.

Deberán instalarse por zonas de uso común.

Si la línea discurre verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado con una resistencia al fuego RF 120.

En edificios se dispondrán cada tres plantas de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura. Estas tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima RF30. La altura mínima de estas será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada a una distancia mínima de 0,20 m del techo.



Nota

En las cajas de registro no se realizarán empalmes de conductores.

Cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables, de material aislante, no propagadoras de llama y grado de inflamabilidad V-1.

Las dimensiones mínimas de las canaladuras serán:

Número de derivaciones	Anchura, siendo la profundidad de 0,15 m	Anchura, siendo la profundidad de 0,30 m
Hasta 12	0,65	0,50
13-24	1,25	0,65
25-36	1,85	0,95
36-48	2,45	1,35

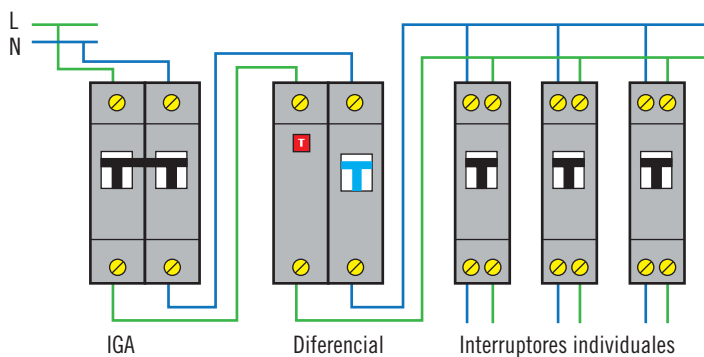
9. Cuadros de distribución

El cuadro general de distribución se deberá colocar lo más próximo posible de la entrada de la derivación individual.

En el cuadro general de distribución se debe disponer un borne para la conexión del conductor de protección a tierra.

Cada circuito individual dispondrá de un interruptor automático.

Conexión del cuadro general





Recuerde

En el cuadro general de distribución se encontrarán situados el interruptor general, un interruptor diferencial y los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de él. En los cuadros de distribución secundarios se encontrarán dispuestas las protecciones de los circuitos que parten de él.

En locales de uso común o de pública concurrencia se tomarán las medidas necesarias para que los cuadros no sean accesibles al público.

Normalmente el cuadro general de protección se situará a una distancia desde el suelo entre 1,4 y 2 m, en locales comerciales la altura mínima será de 1 m.

Las envolventes del cuadro cumplirán lo establecido en las normas **UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3**.

10. Preparación, mecanizado y ejecución de cuadros o envolventes, canalizaciones, cables, terminales, empalmes y conexiones

La preparación de la instalación consistirá en el trazado y elección de los componentes, el mecanizado consistirá en la adaptación de estos elementos al trazado de la instalación y la ejecución consistirá en su colocación para finalizar la instalación eléctrica.



Nota

La instalación del conexionado eléctrico se realizará atendiendo a lo explicado en este capítulo sobre cuadros, conexiones y terminales.

10.1. Cuadros o envolventes

Los cuadros eléctricos se dividen en:

- Caja denominada envolvente, cuya función es el soporte y la protección mecánica.
- Equipo eléctrico formado por las conexiones internas, los aparatos, y los terminales de entrada y salida.

Para la elección del correcto envolvente se debe de tener en cuenta el número de circuitos que va a alojar dentro de él, y el grado de protección. Los fabricantes ofertan un gran número de cuadros normalizados atendiendo a estas prestaciones.

Tipos de grados de protección de los envolventes

El grado de protección IP es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños (primera cifra), la penetración de agua (segunda cifra) y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Se identifica mediante las siglas IP seguidas de dos cifras que pueden ser sustituidas por la letra "X" cuando no se precisa disponer de información especial de alguna de ellas. Opcionalmente, las cifras pueden ir seguidas de una o dos letras que proporcionan información adicional.

Tabla de grados IP

IP	Primera cifra	IP	Segunda cifra
1	Penetración mano. Cuerpos $\varnothing > 50$ mm.	1	Goteo vertical.
2	Penetración dedo $\varnothing > 12$ mm y 80 mm de longitud. Cuerpos $\varnothing > 12,5$ mm.	2	Goteo desviado 15° de la vertical.
3	Penetración herramienta. Cuerpos $\varnothing > 2,5$ mm.	3	Lluvia. Goteo desviado 60° de la vertical.

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

Tabla de grados IP

IP	Primera cifra	IP	Segunda cifra
4	Cuerpos $\varnothing > 2,5$ mm. Cuerpos $\varnothing > 1$ mm.	4	Proyecciones de agua en todas direcciones.
5	Igual que 4. Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial.	5	Chorros de agua en todas direcciones.
6	Igual que 4. No hay penetración de polvo.	6	Fuertes chorros de agua en todas direcciones.
		7	Inmersión temporal.
		8	Inmersión prolongada (material sumergible).

El grado de protección IK es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por una envolvente contra los impactos mecánicos nocivos. Se identifica mediante las siglas IK seguidas de una cifra de dos dígitos, representativa de la resistencia a una determinada energía de impacto que una envolvente puede soportar sin sufrir deformaciones peligrosas.

Grados IK

IK	Energía de impacto en julios (J)
00	Ninguna protección.
01	Resistente a una energía de choque de 0,15 J.
02	Resistente a una energía de choque de 0,20 J.
03	Resistente a una energía de choque de 0,35 J.
04	Resistente a una energía de choque de 0,50 J.
05	Resistente a una energía de choque de 0,70 J.
06	Resistente a una energía de choque de 1 J.
07	Resistente a una energía de choque de 2 J.
08	Resistente a una energía de choque de 5 J.
09	Resistente a una energía de choque de 10 J.
10	Resistente a una energía de choque de 20 J.

El tipo de grado de protección que debe presentar la envolvente viene establecido por las condiciones externas que presenta el emplazamiento.



Envolventes de cuadros eléctricos



Nota

Los envolventes de los cuadros, si las condiciones exteriores no exigen un grado de protección mayor, serán IP3X (protección contra la penetración de herramientas) e IK07 (resiste una energía de choque de 2 J).

10.2. Canalizaciones

La preparación y la instalación de la canalización dependen del tipo que se utilice (tubos, canales protectores, bandejas o soportes) y el lugar por el que transcurra dicha canalización (superficial, empotrada etc.).

Las canalizaciones vienen con unas medidas y longitudes estándar que no suelen coincidir con el trazado de la instalación. La parte de mecanizado, consiste en adaptarlas al trazado de la instalación, haciendo uso para ello de herramientas y accesorios.



Recuerde

Cada tipo de canalización tiene una preparación distinta en la que hay que elegir el tipo y el dimensionamiento.



Ejemplo

Para los tubos metálicos:

Se cortarán con algunas de las herramientas para corte (cizalla eléctrica, arco de sierra, etc.). Para eliminar posibles asperezas que puedan dañar los aislantes de los conductores se utiliza la escariadora.

Para la adaptación de los tubos al trazado se usarán dobladoras de tubos y conectores múltiples. La unión de los tubos se realizará mediante accesorios de ensamblaje adecuados.



Accesorios para tubos metálicos

10.3. Cables

El adecuado tendido de los cables dependerá en gran medida del tipo de sistema de instalación por el que transcurra. Para un tendido correcto se tendrán

en cuenta las especificaciones de la **ITC-BT-20** y las indicaciones particulares de cada tipo de sistema de instalación.



Importante

El tendido del cable dependerá del tipo de canalización por la que discurra.

Para el mecanizado de los conductores, el corte se realizará con una herramienta adecuada al diámetro del cable y el tipo de aislamiento. Para el conexionado de los mismos se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado de empalmes terminales y conexionado.

10.4. Empalmes

Los empalmes son uniones de dos o más conductores cuya función es la de prolongar la instalación, garantizando que la corriente llega a todos los puntos de la instalación.



Importante

Antes de realizar un empalme se debe atender a la normativa debido a que hay situaciones en las que no se pueden realizar empalmes, o deben realizarse bajo consideraciones especiales.

Los empalmes se deben realizar siempre utilizando bornes de conexión, también llamadas clemas, regletas o fichas de empalme. Con estos elementos se evitan calentamientos peligrosos en la zona de unión.

En el mercado existen múltiples tipos de fichas de empalme que se instalan de acuerdo con las indicaciones del fabricante. La ficha de empalme más común consiste en un elemento plástico con dos orificios donde se introducen los conductores a unir desprovistos de sus aislantes, y que permiten realizar los empalmes sin peligro de contacto entre los conductores.

Para fijar la unión se aprietan los tornillos dispuestos en la parte superior de los orificios. Hay que asegurarse de realizar correctamente este apriete para evitar que se suelten los cables y se pierda la conexión.



Fichas de empalme

Los empalmes deben realizarse siempre en el interior de cajas de empalme y/o derivación, o en el interior de canales protectoras con tapa desmontable. Las cajas de empalmes pueden ser redondas, cuadradas o rectangulares, van cerradas con tapa y en su lateral llevan unos agujeros ciegos. A la caja de empalmes llegan los tubos por cuyo interior circulan los conductores, que deben insertarse en ellas por abriendo los agujeros ciegos de los laterales.



Importante

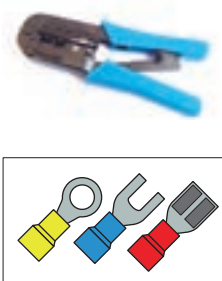
Está totalmente prohibido por el REBT la realización de empalmes y/o las derivaciones de conductores por simple retorcimiento de o arrollamiento de los conductores entre sí y posterior aislamiento con cinta aislante, como se ha hecho tradicionalmente. Esto se establece en la ITC-BT 19.

Si los conductores tienen una sección superior a 6 mm² y el sistema de conexión adoptado sea de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, deberán conectarse por medio de terminales adecuados que resistan los esfuerzos mecánicos que no se transmitan a la conexión.

10.5. Terminales y conexionados

Los terminales son los dispositivos o elementos empleados para establecer contacto eléctrico con un receptor. Los terminales facilitan la conexión de los conductores con los receptores. Existen múltiples tipos de terminales. En el extremo del conductor se introduce el terminal y se aprieta con la ayuda de unos alicates o una crimpadora.

Crimpadora y terminales



Los conexionados con los aparatos receptores de la instalación se realizarán mediante cajas de conexión. Estas se definen como la terminación que aloja las llegadas de los distintos tipos de tubos y cables armados con el propósito de empalmar cables y proporcionar salidas hacia los distintos receptores de la instalación.

Existen de tipo metálico y no metálico, aunque las más habituales son de tipo metálico.

Para la elección de la caja de conexión se tendrá en cuenta:



Importante

Cuando se usen cajas de conexión no metálicas las tapas deberán ser no metálicas también.

- El número de conductores que entran.
- El tipo y número de dispositivos.
- El método de alambrado usado.

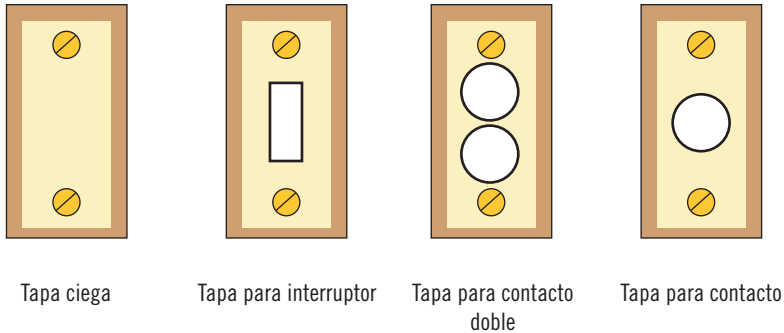
Las cajas pueden alojar los apagadores o contactos o pueden ofrecer una salida de la instalación eléctrica, dependiendo de la tapa que se use:



Caja de conexión

El tamaño de la caja deberá ser tal que los conductores, accesorios etc. alojados en su interior no ocupen más del 60% de la caja.

Tapas de cajas de conexión



En paredes y techos, las cajas y las tapas deben quedar a ras de la superficie acabada.

Las cajas se deben fijar rígidamente a las superficies donde se instalan o deberán estar empotradas.

11. Medios y equipos

Para el montaje de las instalaciones eléctricas, el equipo necesario se compondrá de herramientas específicas de electricidad y de herramientas genéricas que se utilizan, además de la electricidad, en otros campos.

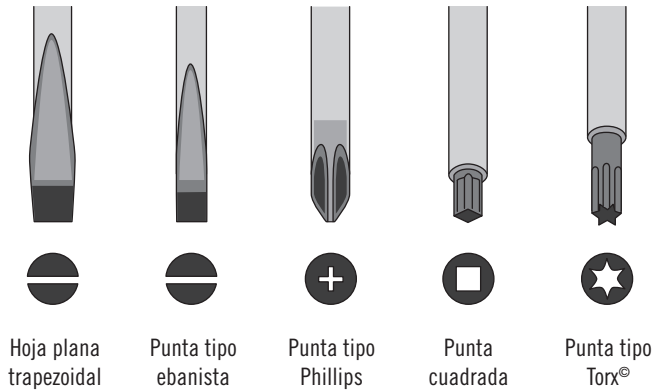
11.1. Herramientas específicas

Son las propias del oficio de electricista. A continuación se describen las herramientas específicas básicas.

El destornillador

Son muchos los distintos tipos de destornilladores que existen, el destornillador se elegirá en función del tipo de tornillo sobre el que se desea actuar:

Tipos de punta de destornilladores en función del tornillo



Dentro de estos, uno específico para los electricistas es el destornillador busca polos, que sirve para detectar las fases. Se enciende una luz que contiene en su mango si se pone en contacto con una fase, si contacta con el neutro no se enciende.



Tijeras de electricista

Este tipo de tijeras son cortas, robustas, con el mango aislante y con una muesca inferior.



Navaja de electricista

Se suele utilizar para retirar el aislante de los cables, normalmente tiene el mango de madera y una muesca en su parte inferior.








Navaja de electricista

Alicates

Los hay de diversos tipos según su uso:

- Universales.
- Punta redonda.
- De corte.
- Punta fina.
- Pelahilos.

Tipos de alicates				
Universales	Punta	De corte	Punta plana	Pelahilos
				
Usos: Cortar, doblar y ayudar.	Usos: Curvar, hilos, chapas, hacer terminales de conexión.	Usos: Cortar conductores, alambres, etc.	Usos: Doblado de conductores rígidos, sujeción de pequeños elementos, etc.	Usos: Sirven para retirar el aislante de los conductores, cortar puntas.

Polímetro

Es un equipo de medida que puede medir distintos valores eléctricos como tensión, intensidad o resistencia.



11.2. Herramientas genéricas

No son herramientas propias del oficio de electricista, pero su uso es necesario para realizar una instalación eléctrica.



Recuerde

El destornillador se elegirá en función del tipo de tornillo sobre el que se desea actuar.

- **Serrucho.** Se emplea para el serrado manual de madera.



- **Martillo.** Existen de varios tipos:

Tipos de martillos		
De orejas	De peso	De plástico
		
Es de uso genérico	Sirve para golpear piezas duras	Sirve para golpear piezas sin mellarlas

- **Cortafíos con romano.** Se emplea para diversos usos, entre los que se puede destacar la realización de rozas en las paredes donde se alojarán los cables.



Cortafíos

- **Formón.** Se utiliza para realizar distintos tipos de rebaje en la madera. Por ejemplo para rebajar un orificio de un mueble por el que tiene que pasar un cable.



Formones

- **Metro.** Elemento de medición para el ajuste y precisión en las operaciones.



Metro

- **Broca de campana para taladradora.** Sirve para hacer agujeros en el metal.



Broca campana

- **Arco de sierra.** Sirve para el serrado manual de piezas metálicas.



Arco de sierra

- **Escuadra.** Sirve para cuadrar y nivelar piezas metálicas.



Escuadra

- **Escariadora para tubos.** Se usa para eliminar las partes sobresalientes que quedan después de cortar un tubo.



Escariadora para tubos

- **Escariadora circular para taladradora.** Las funciones son similares a la broca de campana.
- **Llave fija.** Sirve para el roscado de tuercas de cabeza hexagonal, cuadrada o pentagonal.



Llave fija

- **Llave grifa.** Se suele utilizar para la sujeción de piezas y en aquellas operaciones donde sea necesario emplear cierta presión.



Llave grifa



Recuerde

El polímetro es un equipo de medida que puede medir distintos valores eléctricos como tensión, intensidad o resistencia.

- **Mordaza.** Sirve exclusivamente para la sujeción de piezas.



Mordaza

- **Llave de dados o terraja.** Sirve para realizar roscas en orificios metálicos.



Terraja

- **Máquina dobladora de tubos.** Se emplea para el doblado de los tubos.



Máquina dobladora de tubos

- **Máquina dobladora de bandejas metálicas.** Se emplean para el doblado de bandejas.



Máquina dobladora de bandejas

- **Taladradora.** Se utiliza para practicar orificios en diversas superficies.



Taladradora

- **Cortadoras radiales.** Sirve para realizas rozas y cortar diversas superficies.



Cortadora radial

- **Sierra de vaivén.** Sirve para cortar piezas de madera o metal.



Sierra de vaivén

- **Cizalla eléctrica.** Se emplea para cortar el metal.



Cizalla eléctrica

12. Resumen

Para la realización del montaje de una instalación eléctrica se partirá del tipo de conductor a utilizar y el lugar por donde transcurrirá la instalación. Para la elección del tipo de sistema de canalización se utilizarán las tablas orientativas en función de estos dos parámetros.

Una vez elegido el tipo de canalización, estas se dimensionarán atendiendo a las secciones de los conductores que transcurrirán por su interior. Se tendrá en cuenta las prestaciones mínimas exigibles que deben presentar los elementos de la canalización en función del tipo.

El mecanizado de las instalaciones consistirá en efectuar las operaciones mecánicas necesarias (cortes, empalmes, etc.) para realizar el trazado de la instalación. Estas operaciones se realizarán con la ayuda de las herramientas adecuadas.

Finalmente para ejecutar correctamente las instalaciones se tendrán en cuenta las prescripciones generales de instalación y las particulares de cada tipo de canalización, así como de cada elemento que la componen (cuadros, líneas, etc.).

Las prescripciones que se recogen en este capítulo son destinadas a las instalaciones de carácter general con condiciones ordinarias, si el emplazamiento presentase condiciones o características especiales se atenderá a lo expuesto en la normativa para este tipo de locales en lo referente a sistemas de canalización, grados de protección, etc.



Ejercicios de repaso y autoevaluación

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

En una instalación fija en superficie, en el caso de haber 6 conductores por tubo, la sección mínima de tubo será 6 veces la sección ocupada por los conductores.

- Verdadero
- Falso

2. El trazado de una canalización fija empotrada transcurrirá a...

- a. ... 50 cm como máximo del suelo.
- b. ... 50 cm como mínimo del suelo.
- c. ... 20 cm como máximo del suelo.
- d. ... 20 cm como mínimo del suelo.

3. En una instalación empotrada con tubos, en el caso de haber 6 conductores de distinta sección por tubo, ¿cuál será la sección mínima interior del tubo?

- a. 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.
- b. 3 veces la sección ocupada por los conductores.
- c. 4 veces la sección ocupada por los conductores.
- d. 6 veces la sección ocupada por los conductores.

4. Determine si la siguiente expresión es verdadera o falsa y razone su respuesta:

Se pueden usar canales protectores como conductor neutro.

- Verdadero
- Falso

5. La sección mínima de cobre para la puesta a tierra será:

- a. 16 mm².
- b. 35 mm².
- c. 16 mm² para las líneas principales y 35 mm² para líneas de enlace.
- d. 35 mm² para las líneas principales y 16 mm² para líneas de enlace.

6. En una línea de alimentación, las canalizaciones se dimensionarán de modo que...

- a. ... se puedan ampliar las secciones de los conductores en un 100%.
- b. ... sea fácil su tendido.
- c. ... la sección interior de la canalización sea 5 veces la sección de los conductores.
- d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

7. En una instalación aérea con tubos, en el caso de haber 3 conductores de distinta sección por tubo, ¿cuál será la sección mínima interior del tubo?

- a. 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.
- b. 3 veces la sección ocupada por los conductores.
- c. 4 veces la sección ocupada por los conductores.
- d. 6 veces la sección ocupada por los conductores.

8. Complete la siguiente expresión:

La sección máxima de conductores recomendada para las instalaciones aéreas será de

_____.

9. ¿Qué grado de protección deben presentar los envolventes de los cuadros?

- a. IP3X.
- b. IK07.
- c. IP3X e IK07.
- d. IP7X e IK03.

10. Señale qué herramienta o herramientas se utilizan para la colocación de terminales.
