



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Instalaciones Eléctricas

Canalizaciones Eléctricas

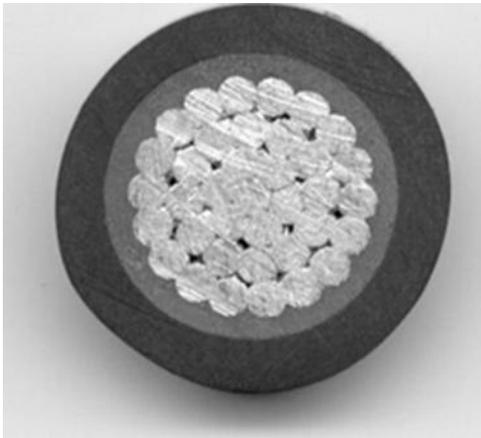
Presentación 1

Definiciones

- **CANALIZACIÓN ELÉCTRICA:** Conjunto constituido por **uno o más conductores eléctricos** y los elementos que aseguran su **fijación** y su **protección mecánica**.
- Una canalización eléctrica tiene como objetivo transportar la energía eléctrica desde la fuente de la instalación hasta los consumos, con adecuadas condiciones de eficiencia y seguridad, tanto para la instalación como para el entorno.
- Los metales utilizados son el **cobre** y el **aluminio** de uso eléctrico, debido a su alta conductividad eléctrica

Ejemplos de cable

- Cable UNIPOLAR:



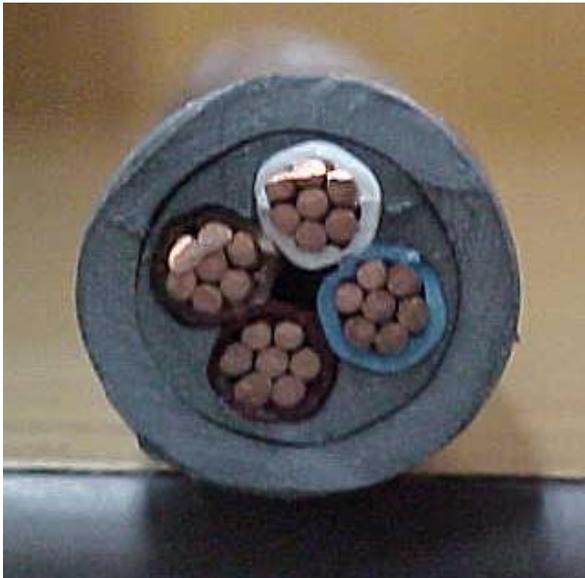
Ejemplos de cable

- Cable TRIPOLAR:

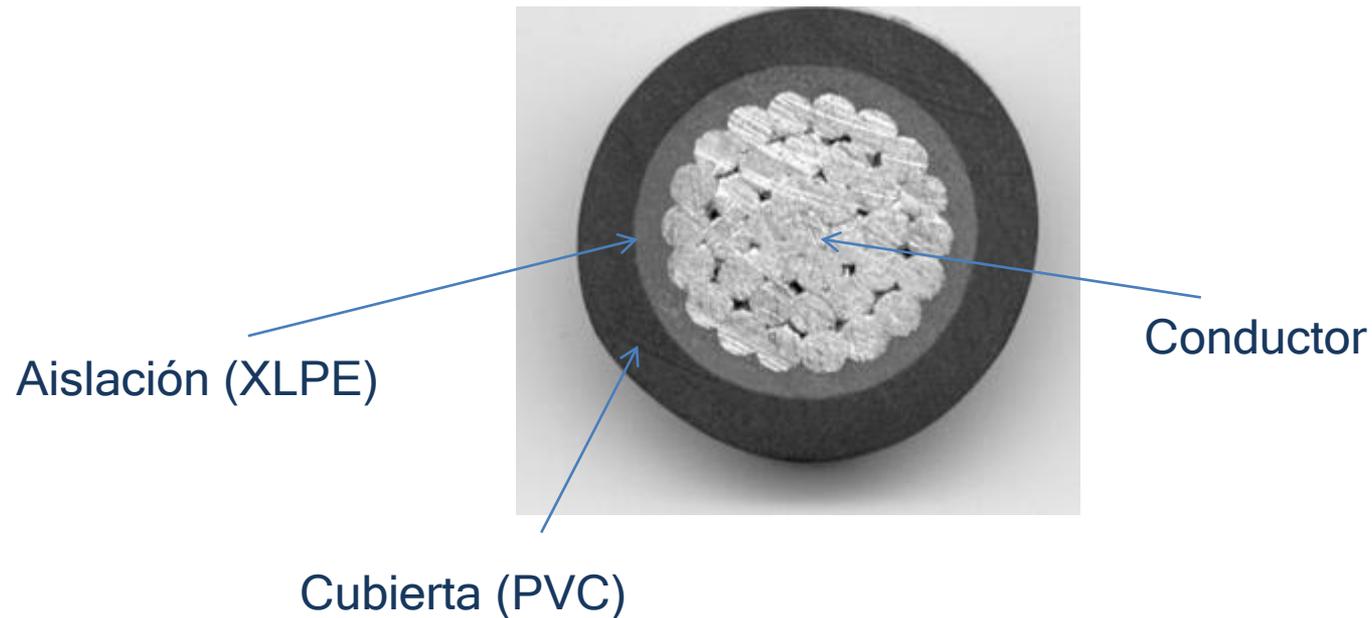


Ejemplos de cable

- Cable TETRAPOLAR:



Elementos que conforman el cable



Aislamiento

Tiene por finalidad, eliminar o disminuir llevando a valores seguros la diferencia de potencial de los conductores con respecto al valor de referencia, normalmente tierra. Los aislamientos normalmente utilizadas son:

- PVC (Policloruro de vinilo, temperatura de operación de 70-80°C)
- XLPE (Polietileno reticulado, temperatura de operación de 90°C)
- EPR (goma etilen-propilénica, temperatura de operación de 90°C)

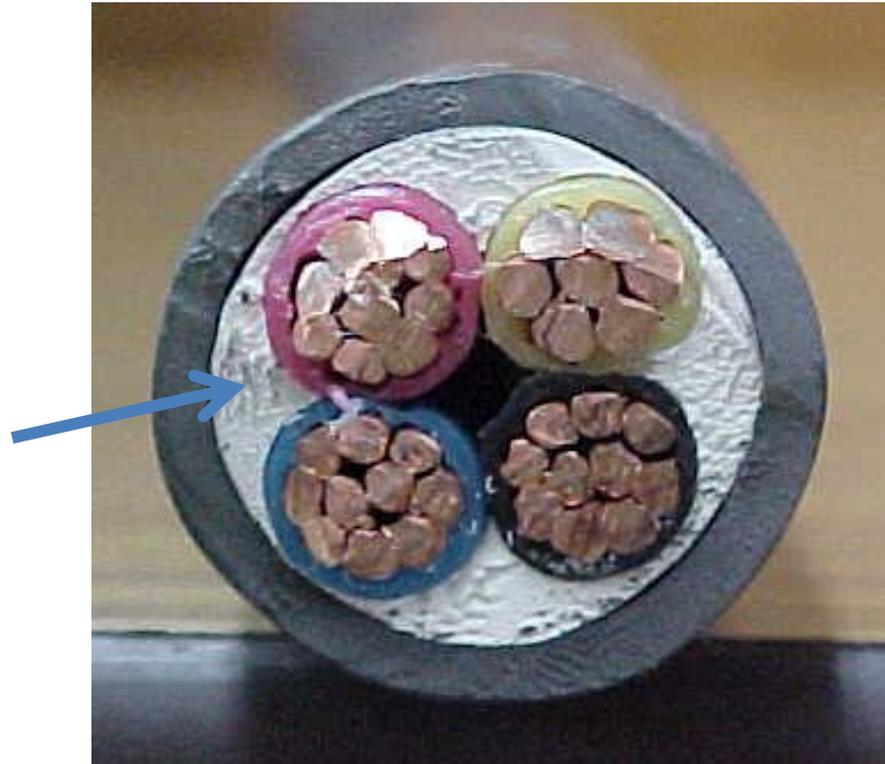
Otros elementos constitutivos

Los cables, además de contener un conductor o haz de conductores rodeados por el aislante, a los efectos de mejorar aspectos mecánicos o resistencia a agentes atmosféricos, químicos , etc., contienen otros elementos:

- Rellenos y revestimientos
- Armadura metálica
- Vaina exterior o cubierta

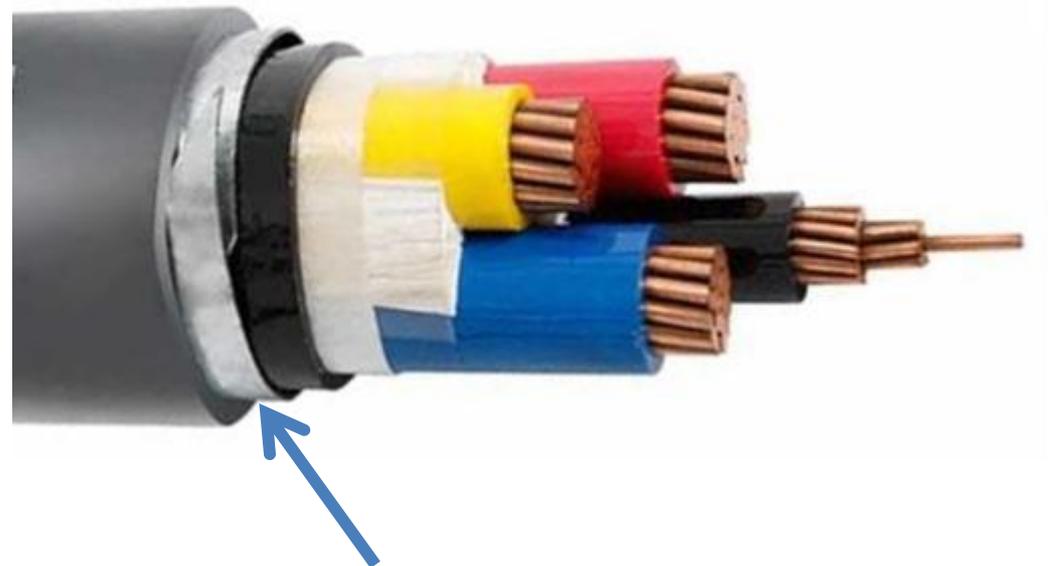
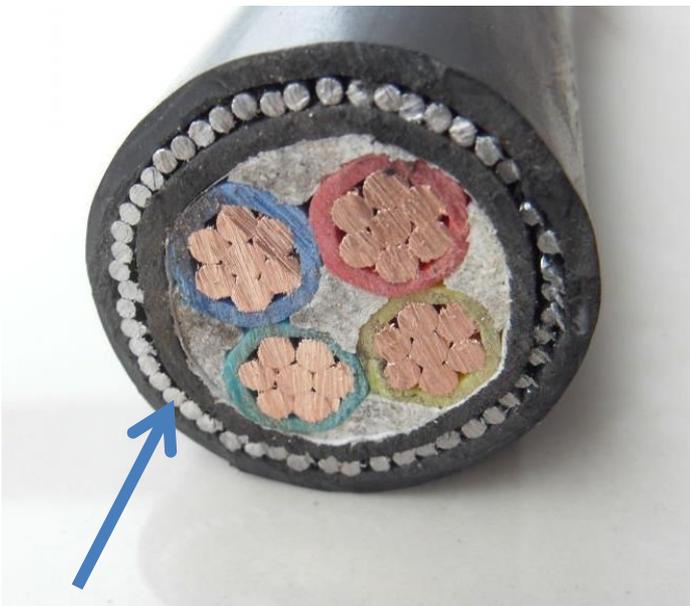
Otros elementos constitutivos

- **Rellenos y revestimientos:** Son compuestos de materiales no higroscópicos sin características eléctricas utilizados para conferirle a cables multipolares una forma sustancialmente circular que se aplica directamente sobre el reunido de las fases.



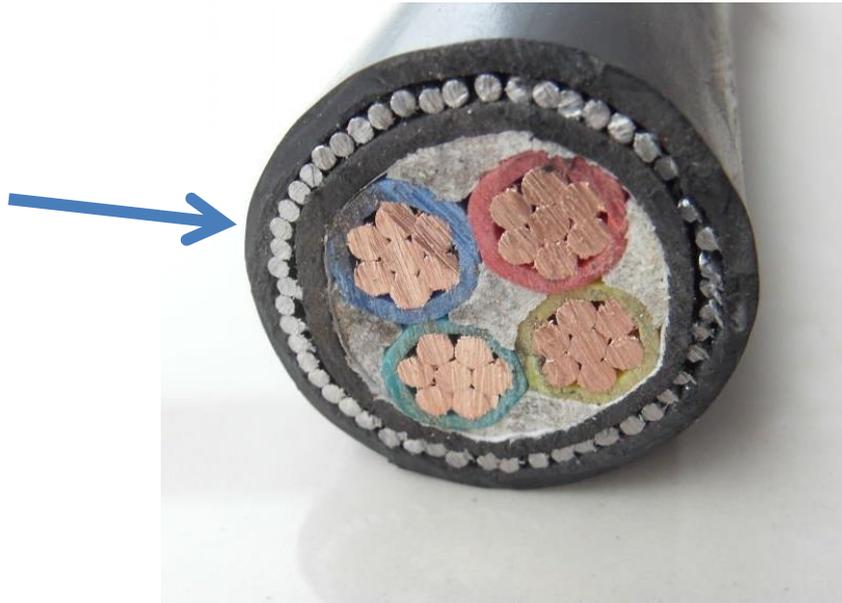
Otros elementos constitutivos

- **Armadura metálica:** Está constituida por dos capas de cintas de acero galvanizado o aluminio en cables multi y unipolares respectivamente. La principal función es la protección mecánica.



Otros elementos constitutivos

- **Vaina exterior (cubierta):** Constituida normalmente por un compuesto de PVC de adecuada resistencia mecánica y a los agentes atmosféricos y químicos con el objeto de establecer una protección mecánica.



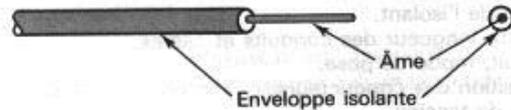
Corresponde observar que no todos los cables de BT cuentan con todos los elementos constitutivos definidos anteriormente. Que cuenten o no con dichos elementos dependerá del tipo de cable del que se trate y de su utilización.

Clasificación de cables

1. DÉFINITIONS.

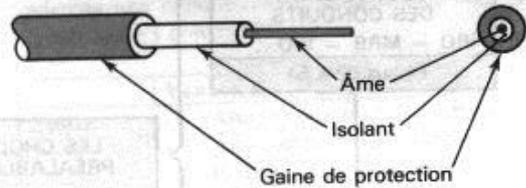
1.1. Conducteur isolé.

Un conducteur isolé est un ensemble formé d'une âme conductrice et son enveloppe isolante.



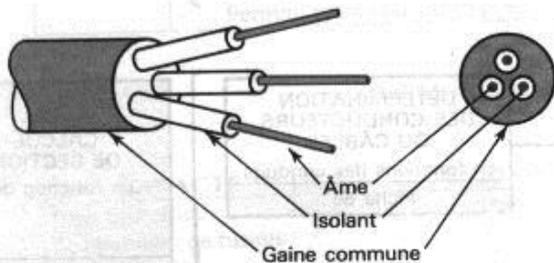
1.2. Câble unipolaire.

Un câble unipolaire est un conducteur isolé comportant en plus une ou plusieurs gaines de protection.



1.3. Câble.

Un câble est un ensemble de conducteurs électriquement distincts mais comportant une protection commune.



Conductor aislado:

Conjunto que incluye el conductor y su envolvente aislante.

Cable aislado unipolar:

Conjunto constituido por un conductor aislado y la cubierta de protección del mismo.

Cable aislado multipolar:

Cable de más de un conductor aislado.

Modo de instalación de las canalizaciones

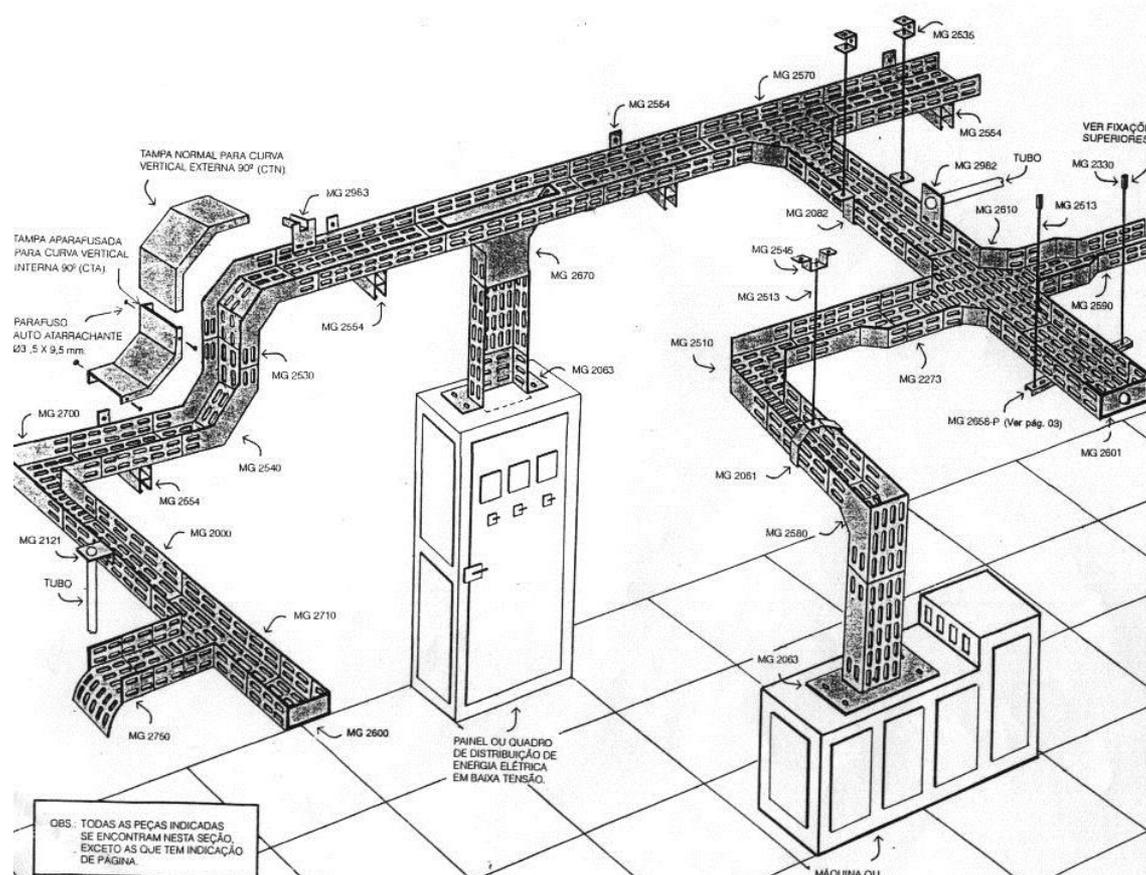
- **Canalización fijada a pared:** Canalización dispuesta en la superficie de una pared o en su proximidad inmediata; la pared constituye en este caso un medio de fijación y eventualmente, un elemento de protección.
- **Canal (electrocanal):** Envoltente cerrada, provista de una tapa amovible, y destinada a la protección completa de conductores aislados o cables, así como a la instalación de otro equipamiento eléctrico. Un canal puede o no tener separadores.
- **Canal de cables:** Recinto situado encima o dentro del piso, o por encima o dentro del techo, abierto, ventilado o cerrado, que presenta dimensiones tales que no permiten la circulación de las personas en él, pero en el cual las canalizaciones son accesibles en todo su recorrido, durante y después de su instalación. Nota: Un canal puede o no ser parte de la construcción del edificio.

Modo de instalación de las canalizaciones

- **Conducto de sección circular (conducto o caño):** Envoltente cerrada, de sección circular, destinada a la instalación o el reemplazo de conductores aislados o cables mediante enhebrado.
- **Conducto de sección no circular:** Envoltente cerrada, de sección no circular, destinada a la instalación o reemplazo de conductores aislados o cables en instalaciones eléctricas, mediante enhebrado.
- **Bandeja de cables:** Soporte constituido por una base continua, con paredes laterales y sin tapa. Una bandeja puede o no ser perforada.

Modo de instalación de las canalizaciones

Instalación mediante bandejas:



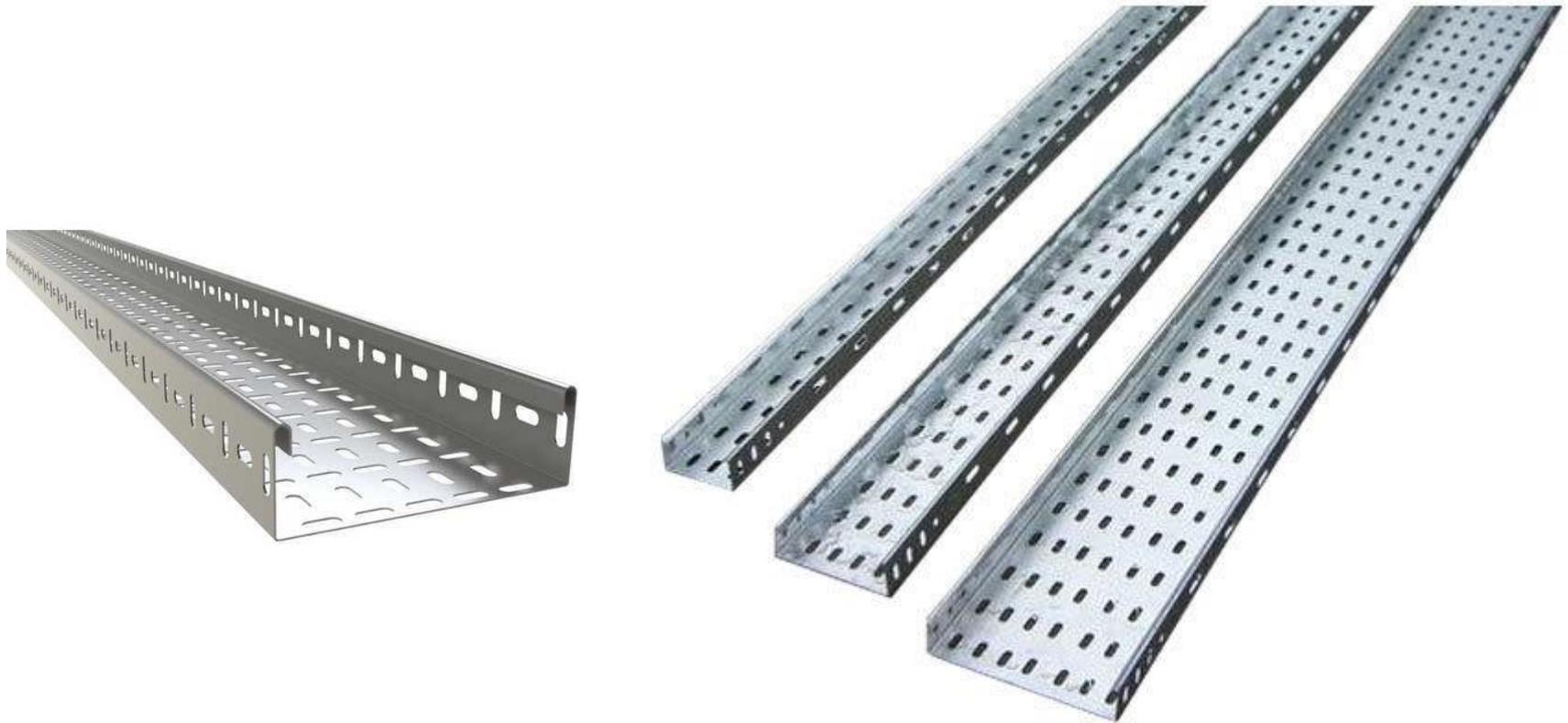
Modo de instalación de las canalizaciones

Bandejas tipo escalerilla:



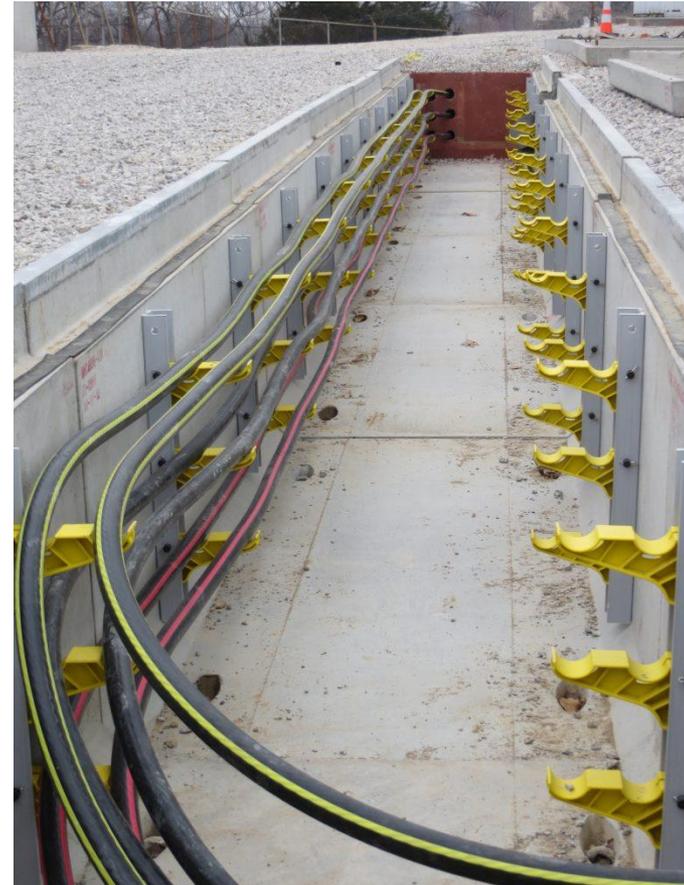
Modo de instalación de las canalizaciones

Bandejas perforadas:



Modo de instalación de las canalizaciones

Canales de cables:



Dimensionado de canalizaciones

Se consideran las siguientes etapas:

- 1) Definir la **tensión nominal** de cable.
- 2) Determinar la **corriente de proyecto**.
- 3) Elegir el **tipo** de conductor y la **forma** de instalación.
- 4) Determinar la sección por el criterio de “capacidad de conducción de corriente” o “**corriente admisible**”.
- 5) Verificar la sección por el criterio de “**corriente de cortocircuito**”.
- 6) Verificar la sección por el criterio de “**caída de tensión**”.
- 7) Verificar el cumplimiento de las **secciones mínimas** exigidas.

1) Tensión Nominal

La tensión nominal de un cable es la tensión de referencia para la que se ha previsto el cable y que sirve para definir los ensayos eléctricos.

La tensión nominal de un cable se indica mediante la combinación de dos valores U_0/U , expresados en V, siendo:

- **U_0** : tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor y el conductor de protección a tierra o pantalla metálica para la cual está diseñado el cable.
- **U** : tensión nominal a frecuencia industrial entre los conductores para la cual está diseñado el cable.

La tensión nominal de un cable debe ser apropiada para la red en la que el mismo va a estar instalado.

2) Corriente de proyecto

Tomando como base:

- **Potencia consumida** por las cargas a alimentar (fuerza motriz, iluminación, calefacción, servicios, etc.)
- **Área de influencia** del conductor a dimensionar (el conductor alimenta un único receptor, alimenta un tablero o agrupamiento de cargas, etc.).
- **Criterios de sobredimensionado** que corresponda según el tipo de carga a alimentar (arranques simultáneos de motores, encendido de lámparas de descarga, etc.)

Se procede a calcular cual será la **corriente proyectada** que dicho cable deberá transportar.

2) Corriente de proyecto

Con relación a los criterios de sobredimensionado, se destaca dos casos particulares:

a) Cable de alimentación a **motores**:

Debido a las altas corrientes que se producen durante el arranque de un motor, con las consecuentes caídas de tensión asociadas, para determinar la sección de los **conductores de alimentación a motores**, se considera:

Motores solos:

$$I_L = 1.25 * I_{M(plenacarga)}$$

Varios motores:

$$P_T = 0.25 * P_{MAX} + \sum P_{Mi}$$

$$Q_T = 0.25 * Q_{MAX} + \sum Q_{Mi}$$

2) Corriente de proyecto

b) Lámparas de descarga:

Debido a los **transitorios** que se producen durante el encendido de este tipo de lámpara, para determinar la sección de los conductores de alimentación a dichas lámparas, se considera lo siguiente:

Los circuitos de alimentación de lámparas, o tubos de descarga, estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus equipos asociados y a sus corrientes armónicas. Para este tipo de alumbrado, se tomará la potencia nominal del alumbrado proyectado multiplicado por el coeficiente 1.3. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

$$P_L = 1,30 * P_{\text{Lámpara}}$$

3) Tipo de conductor y forma de instalación

Los conductores pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados pueden ser unipolares o multipolares.

Con respecto al material conductor utilizado, los más utilizados son Cobre y Aluminio

Veamos características comparativas entre el Cobre y el Aluminio:

Material	Ventajas	Desventajas
Cobre	<ul style="list-style-type: none">- Alta conductividad eléctrica- Alta conductividad térmica- Permite optimización en volumen- Fácil de soldar- Fácil de trabajar- Buena resistencia a la corrosión	<ul style="list-style-type: none">- Baja resistencia a la tracción- Baja resistencia a la oxidación
Aluminio	<ul style="list-style-type: none">- Bajo peso específico- Bajo costo- Permite optimización en peso	<ul style="list-style-type: none">- Baja resistencia a la tracción

3) Tipo de conductor y forma de instalación

Característica	Unidad	Cobre	Aluminio
Peso específico	g/m ³	8.89	2.70
Temperatura de fusión	°C	1083	658
Calor específico	Cal/g°C	0.093	0.022
Coef. de expansión lineal	1/°C	1.7e-5	2.3e-5
Resistencia a la tracción	Mpa	262	82.7
Alarg. a la rotura	%	15-35	10-30
Conductividad a 20°C	IACS	100	61.5
Resistividad a 20°C	Mm ² /m	0.0172	0.028
Coef. de variación de la resistividad con la temperatura	1/°C	0.00397	0.00406
PARA LA MISMA CAÍDA DE TENSIÓN			
Relación diámetro		1	1.27
Relación sección		1	1.63
Relación peso		1	0.50
PARA LA MISMA INTENSIDAD			
Relación diámetro		1	1.19
Relación sección		1	1.42
Relación peso		1	0.40

3) Tipo de conductor y forma de instalación

Clasificación y características de los cables (UNIT IEC 228):

Uso especificado	Clase	Tipo	Material
Para cables aislados en instalaciones fijas	1	Conductor de un solo alambre	-Cu recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica -Al o aleación de Al desnudos
	2	Conductor de varios alambres cableados	-Cu recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica -Al o aleación de Al desnudos
Cables flexibles y cordones	5	Conductor de varios alambres cableados	-Cu recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica
	6	Conductor de varios alambres cableados	-Cu recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Marcado de los cables:

Las normas establecen que todo conductor aislado deberá estar provisto con una indicación del **fabricante** del mismo, además de eventualmente la **sección**.

Dicho marcaje deberá estar implementado de manera duradera, ser legible y repetirse a lo largo del cable cada una determinada distancia (500mm en la cubierta en caso de un cable con cubierta, 200mm en el aislamiento en caso de cables sin cubierta).

- Identificación de los conductores (para cables multipolares):

Para cables hasta 5 conductores, se identifica por colores y para cables de más de 5 conductores, por números.

Los conductores deben tener un código de colores que los identifique, según el siguiente cuadro:

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Identificación de los conductores (para cables multipolares):

Conductor	Tipo
Fase R	Rojo
Fase S	Blanco ¹
Fase T	Marron ¹
Neutro	Azul claro
Protección	Bicolor verde/amarillo

1- Estos colores deben ser utilizados hasta el tablero general de la instalación. En el resto de la instalación se pueden emplear otros colores, indicados en la norma UNIT 965 (“Identificación de conductores mediante colores o números”, 1998), exceptuándose además de los colores definidos para protección y neutro (cuando exista) el verde, amarillo o azul (cuando exista neutro).

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Métodos de instalación de los conductores

El **tipo de instalación** de los conductores es de vital importancia, debido a que tiene gran influencia en la **capacidad de conducción de corriente**.

IEC 60364 “Instalaciones eléctricas en edificios” establece métodos de instalación de una canalización con relación al tipo de conductor o cable utilizado:

Conductores y cables		Método de instalación							
		S/fijación	Directamente engrapado	En conducto	En canales (incluidos de zócalo o de suelo)	En conducto de sección no circular	En bandeja	Sobre aisladores	C/hilo portante
Conductores desnudos		NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
Conductores aislados		NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO
Cables c/cubierta externa (incluyendo cables armados y de aislamiento mineral)	Multipolares	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N/C	SI
	Unipolares	N/C	SI	SI	SI	SI	SI	N/C	SI

3) Tipo de conductor y forma de instalación

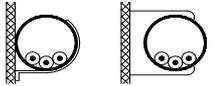
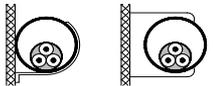
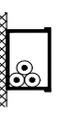
- Métodos de instalación de los conductores

La instalación de conductores **directamente enterrados** se hace en lugares donde la apertura de zanjas no ocasiona molestias, donde no se tienen construcciones o donde haya la posibilidad de abrir zanjas posteriormente para cambio de conductores, reparación o aumento de circuitos. La ventaja de este tipo de instalación es que los cables están menos expuestos a daños por curvaturas excesivas o deformación, o tensión mecánica.

Los cables enterrados pueden conducir **mayor corriente** que en ductos debido a la mayor capacidad de **disipación térmica del terreno**. Muchas veces se debe colocar algún tipo de protección mecánica sobre los cables para protegerlos de daños como por ejemplo en zona de tránsito de vehículos.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

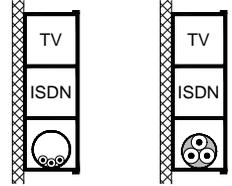
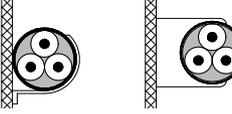
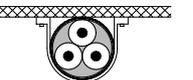
Tabla 52-3: Ejemplos de métodos de instalación con instrucciones para obtener la corriente admisible.

Ítem N°	Métodos de instalación	Descripción	Método de referencia para obtener la corriente admisible correspondiente
1	 Habitación	Conductores aislados o cables unipolares en conducto en una pared térmicamente aislante ^a	A1
2	 Habitación	Cables multipolares en conducto en una pared térmicamente aislante ^a	A2
4		Conductores aislados y cables unipolares en conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1
5		Cable multipolar en conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2
6		Conductores aislados o cables unipolares en canal o en conducto de sección no circular sobre una pared: - con recorrido horizontal (6) - con recorrido vertical (7)	B1
7			
8		Cable multipolar en canal o en conducto de sección no circular sobre una pared: - con recorrido horizontal (8) - con recorrido vertical (9)	B2
9			

^a La parte interna de la pared tiene una conductividad térmica mayor o igual que 10 W/m².°K

3) Tipo de conductor y forma de instalación

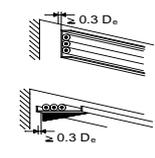
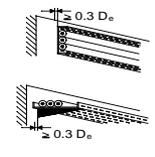
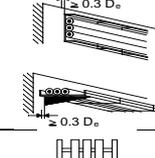
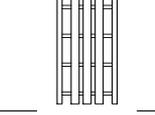
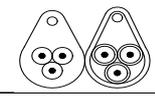
Tabla (Continuación)

Ítem N°	Métodos de instalación	Descripción	Método de referencia para obtener la corriente admisible correspondiente
13		Conductores aislados o cables unipolares en canal con separadores sobre pared	B1
14		Cable multipolar en canal con separadores sobre pared	B2
20		Cables unipolares o multipolares: fijados directamente a una pared.	C
21		Cables unipolares o multipolares fijados directamente bajo un techo.	C, con el ítem 3 de la Tabla V-13

^b Se asume que la envolvente tiene una resistividad térmica pobre debido al material de construcción y a posibles espacios de aire. En los casos en que la construcción sea equivalente desde el punto de vista térmico con los métodos de instalación 6 o 7, el método de referencia B1 puede ser utilizado.

^c Se asume que la envolvente tiene una resistividad térmica pobre debido al material de construcción y a posibles espacios de aire. En los casos en que la construcción sea equivalente desde el punto de vista térmico con los métodos de instalación 6, 7, 8 o 9, los métodos de referencia B1 o B2 pueden ser utilizados.

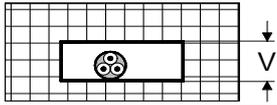
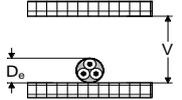
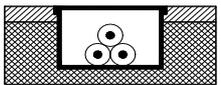
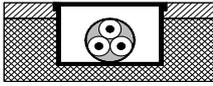
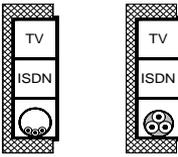
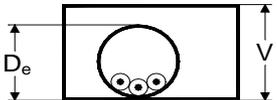
3) Tipo de conductor y forma de instalación

Ítem N°	Métodos de instalación	Descripción	Método de referencia para obtener la corriente admisible correspondiente
30		Cables unipolares o multipolares en bandeja no perforada ^e	C con el ítem 2 de la Tabla V-13 ^d
31		Cables unipolares o multipolares en bandeja perforada ^e	E para multipolar y F para unipolar
32		Cables unipolares o multipolares sobre ménsulas o en bandeja tipo rejilla ^e .	E para multipolar y F para unipolar
34		Cables unipolares o multipolares en escalerilla	E para multipolar y F para unipolar
35		Cable unipolar o multipolar suspendido de un hilo autoportante o que incluye un hilo autoportante	E para multipolar y F para unipolar
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores	G

^d Para ciertas aplicaciones puede resultar más apropiado utilizar factores específicos, por ejemplo, los establecidos en las Tablas V-16 y V-17 del Capítulo III párrafo 3 punto iii.

^e D_e : Para cables multipolares, corresponde al diámetro externo de los mismos;
 Para cables unipolares, corresponde a
 - 2,2 x diámetro del cable cuando tres cables unipolares están dispuestos en trifolio o
 - 3 x diámetro del cable cuando tres cables unipolares están dispuestos en formación plana

3) Tipo de conductor y forma de instalación

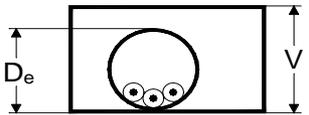
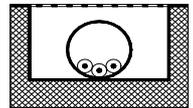
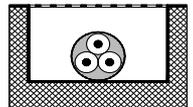
Ítem N°	Métodos de instalación	Descripción	Método de referencia para obtener la corriente admisible correspondiente
45		Cable unipolar o multipolar en conducto de sección no circular en pared de mampostería que presente una resistividad térmica menor o igual a 2K.m/W.	B2
46		Cable unipolar o multipolar: - Sobre un cielorraso - Bajo un piso elevado ^{ij}	1,5 D _e ≤ V < 5 D _e , B2 5 D _e ≤ V < 50 D _e , B1
50		Conductores aislados o cable unipolar en canal embutido en el piso	B1
51		Cable multipolar en canal embutido en el piso	B2
52		Conductores aislados o cables unipolares en canal con separadores embutido	B1
53		Cables multipolares en canal con separadores embutido	B2
54		Conductores aislados o cables unipolares en conducto dentro de un canal de cables sin ventilación ^k	1.5 D _e ≤ V < 20 D _e , B2 V ≥ 20 D _e , B1

ⁱ V = menor dimensión o diámetro de un ducto de construcción, o la profundidad vertical de un ducto rectangular, o ducto en el piso o techo

^j D_e : Para cables multipolares, corresponde al diámetro externo de los mismos;
 Para cables unipolares, corresponde a
 2,2 x diámetro del cable cuando tres cables unipolares están dispuestos en trifolio o
 3 x diámetro del cable cuando tres cables unipolares están dispuestos en formación plana

^k D_e = diámetro externo del conducto; V = profundidad interna del canal
 La profundidad del canal es más importante que el ancho.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

Ítem N°	Métodos de instalación	Descripción	Método de referencia para obtener la corriente admisible correspondiente
54		Conductores aislados o cables unipolares en conducto dentro de un canal de cables sin ventilación ^k	1.5 D _e ≤ V < 20 D _e , B2 V ≥ 20 D _e , B1
55		Conductores aislados en conducto dentro de un canal de cables abierto o ventilado en el piso ^{l, m}	B1
56		Cable con cubierta, unipolar o multipolar, en un canal de cables abierto o ventilado, con recorrido horizontal o vertical ^m	B1
59		Conductores aislados o cables unipolares en conducto en mampostería ⁿ	B1
60		Cables multipolares en conducto en mampostería ⁿ	B2

^k D_e = diámetro externo del conducto; V = profundidad interna del canal
 La profundidad del canal es más importante que el ancho.

^l Para cables multipolares instalados según el método 55, usar las corrientes admisibles correspondientes al método de referencia B2.

^m Se recomienda que estos métodos de instalación se utilicen solamente en áreas donde el acceso está restringido a personal autorizado de manera de evitar la reducción en capacidad de conducción de corriente y el peligro de incendio derivado de la acumulación de escombros.

ⁿ La resistividad térmica de la mampostería es no mayor a 2 °K.m/W.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Conductos: clasificación (UNIT-IEC 423)
 - **Conducto liso:** perfil longitudinal rectilíneo.
 - **Conducto corrugado:** perfil longitudinal ondulado.
 - **Conducto roscable:** conducto liso cuyos extremos poseen filetes para conexión roscada o que puede ser roscado manualmente.
 - **Conducto rígido:** conducto que solo puede ser doblado mediante el uso de asistencia mecánica, con o sin tratamiento especial.
 - **Conducto flexible:** conducto que puede ser doblado con la mano, con una fuerza razonablemente pequeña, pero sin otra asistencia, y el cual está destinado a doblarse frecuentemente a lo largo de su vida.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Conductos: clasificación (UNIT-IEC 423)
 - **Conducto metálico:** conducto realizado exclusivamente en metal.
 - **Conducto aislante:** al conducto realizado exclusivamente en material aislante, sin ningún elemento conductor, tanto en forma de revestimiento interno o de trenza o revestimiento metálico externo.
 - **Conducto no propagador de llama:** conducto que, susceptible de prenderse fuego mediante la aplicación de una llama, ésta no se propaga y se autoextingue en un tiempo reducido luego de retirada la llama.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Conductos: Utilización

Para instalaciones fijas de uso industrial se utilizan habitualmente, y dependiendo del proceso involucrado, conductos (o caños) metálicos.

Para utilización subterránea, así como para las canalizaciones de líneas generales, debido a los esfuerzos mecánicos, se utilizan conductos aislantes rígidos.

Los conductos aislantes corrugados se utilizan embutidos en pared, habitualmente en uso edilicio.

Para la selección de los conductos, se utiliza como criterio de dimensionamiento, y así lo establece el reglamento de UTE, el siguiente:

$$S_{\text{int}} \geq \frac{\sum S_i}{0.4}$$

Siendo:

- S_{int} la sección útil del conducto
- S_i la sección del conductor i .

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Bandejas:

La utilización de bandejas para la suspensión de los cables es de uso principalmente industrial.

Para la elección de la bandeja portacables a instalar es necesario tener en cuenta una serie de elementos:

- Cantidad y sección de los cables a llevar por la bandeja.
- Características del ambiente donde se montará la misma (ambiente húmedo, con polvo, corrosivo, etc.).
- Peso de los cables a instalar, lo que deberá también contrastarse con la capacidad de carga de la bandeja.

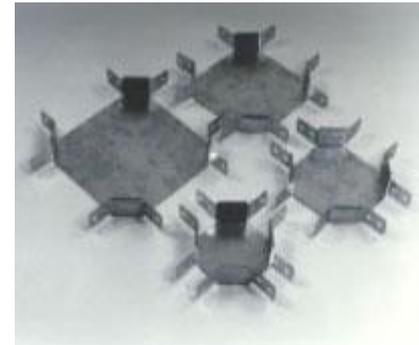
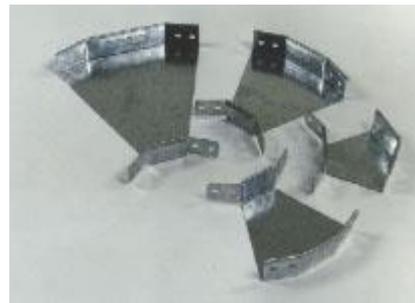
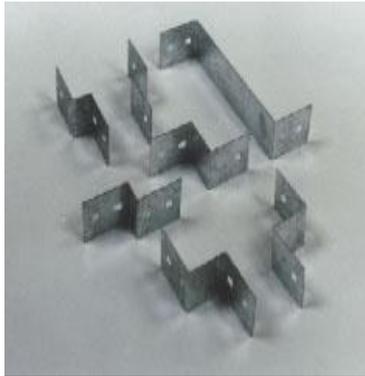
3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Bandejas:



3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Accesorios de bandejas (reducciones, curvas a 45°, uniones):



3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Algunas prescripciones de instalación de las bandejas:
 - No deben ubicarse en la misma bandeja, cables de MT y/o AT con cables de BT.
 - De convivir en la misma bandeja cables de potencia con cables de control, los mismos deben estar correctamente señalizados y se debe tener en cuenta además las eventuales perturbaciones que provoquen unos sobre otros, tomando las medidas del caso (apantallamientos, etc)
 - Las bandejas metálicas deben estar aterradas en toda su extensión. Para esto, a los efectos de mantener la continuidad del aterramiento y dado que las bandejas se instalan por tramos, se recomienda el aterramiento de cada tramo.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:

Al seleccionar e instalar un sistema de canalizaciones, deberá tenerse en cuenta las influencias externas, en particular:

- Temperatura ambiente.
- Fuentes externas de calor.
- Presencia de agua.
- Presencia de cuerpos sólidos extraños.
- Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes.
- Solicitaciones mecánicas (impactos, vibraciones, etc).

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:
 - **Temperatura Ambiente:**

Los sistemas de canalizaciones deben ser adecuados a la máxima temperatura ambiente del local donde se instalarán, debiendo asegurarse siempre que los aislamientos no sobrepasen su temperatura máxima admisible.

- **Fuentes externas de calor:**

El calor proveniente de fuentes externas puede transmitirse por radiación, convección o conducción y puede tener distinto origen: sistemas de agua caliente, luminarias y aparatos industriales, procesos de manufactura, materiales térmicos conductores, etc.

Medidas a tomar: apantallamiento, ubicación de los materiales a una distancia apropiada, reforzado local o sustitución del material aislante, selección de los materiales teniendo en cuenta la sobret temperatura que la fuente externa de calor pueda aportar, etc.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:
 - **Presencia de agua:**

Todo el sistema de canalizaciones debe tener un grado de protección (IP) adecuado a las características del local donde sea instalado. En aquellos casos donde se prevea acumulación de agua o condensación, deberán tomarse medidas para su evacuación.

- **Presencia de cuerpos sólidos extraños:**

Todo el sistema de canalizaciones debe tener un grado de protección (IP) adecuado a las características del local donde sea instalado. En aquellos locales donde haya una presencia importante de polvo, se deben tomar precauciones adicionales para evitar que la acumulación del mismo o de otras sustancias afecte la disipación térmica de la canalización.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:

Primera cifra (Protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos extraños)		Segunda cifra (Protección del material contra la penetración de agua con efectos nocivos)	
0	No protegido	0	No protegido
1	Protegido contra objetos de diámetro $\geq 50\text{mm}$	1	Gotas de agua en dirección vertical
2	Protegido contra objetos de diámetro $\geq 12,5\text{mm}$	2	Gotas de agua (15° de inclinación)
3	Protegido contra objetos de diámetro $\geq 2,5\text{mm}$	3	Lluvia (60° de inclinación)
4	Protegido contra objetos de diámetro $\geq 1\text{mm}$	4	Proyección de agua (Salpicaduras)
5	Protegido contra el polvo	5	Proyección con lanza de agua (chorros de agua, manguera)
6	Estando al polvo	6	Proyección potente con lanza (Olas)
		7	Inmersión temporal
		8	Inmersión prolongada

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:
 - **Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes:**

El sistema de canalizaciones deberá estar fabricado en materiales resistentes a las mismas o de lo contrario ser adecuadamente protegidas contra los efectos de las mismas durante su instalación .

Metales diferentes que puedan generar una reacción electrolítica no deben ponerse en contacto entre sí, a menos que se tomen las medidas del caso para evitar las consecuencias de dicho contacto.

Tampoco debe ponerse en contacto entre sí a materiales que puedan producir un deterioro o una degradación peligrosa mutua o individual.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:
 - **Impacto, vibraciones y otras sollicitaciones mecánicas.**

Para el caso de las instalaciones fijas con un nivel de impacto medio a elevado, la protección deberá considerar las características mecánicas del sistema de canalizaciones, la ubicación del mismo y la posibilidad de incrementar local o generalmente la protección mecánica.

Aquellas canalizaciones que estén soportadas o fijadas en la estructura de algún equipamiento susceptible de sufrir vibraciones de mediana a alta severidad, deberán ser aptas para uso en tales condiciones; se debe prestar particular atención en este caso a los cables y sus conexiones (cables flexibles).

La instalación eléctrica de aquellos elementos que se encuentren suspendidos, por ejemplo las luminarias, debe realizarse con un cable de alma flexible.

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Influencias externas:
 - Se debe evitar durante la instalación, el uso y el mantenimiento de la canalización , todo daño a la cubierta protectora y al aislamiento de los cables así como a sus terminales.
 - **Presencia de flora o fauna:** por ejemplo roedores.
 - **Radiación solar:** Prever que los cables en este caso deben tener protección contra rayos ultravioleta.
 - **Efectos sísmicos**
 - **Vientos**

3) Tipo de conductor y forma de instalación

- Conexiones de los conductores:

Se debe garantizar una continuidad eléctrica permanente en el tiempo y una adecuada robustez mecánica.

Se debe tener en cuenta :

- El material de conductor y su aislamiento (manguitos bimetálicos para conexión de conductores de distintos materiales).
- La cantidad y forma de alambres que componen el conductor.
- La sección nominal del conductor.
- La cantidad de conductores a conectarse juntos.
- Toda conexión eléctrica debe ser accesible para su inspección, revisión y mantenimiento con excepción de los empalmes en cables enterrados, etc.