



LOS CONDUCTORES ELECTRICOS

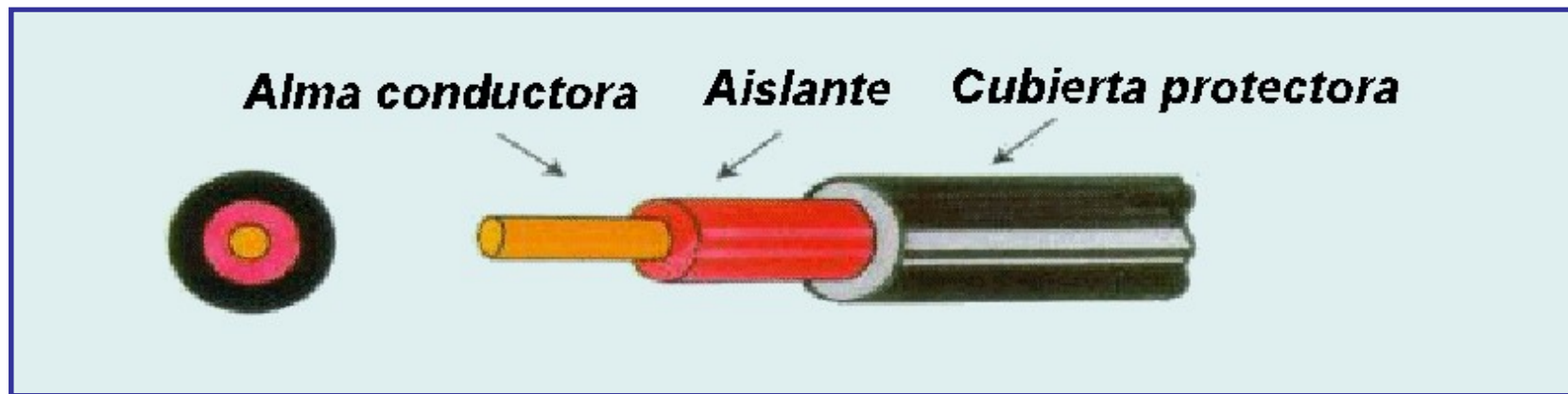


¿Qué es conductor eléctrico?



- Este puede ser alambre o un conjunto de alambres retorcidos entre sí, un cable.
- Los materiales más utilizados en su fabricación son:
 - el cobre, en Baja Tensión
 - el aluminio, en Media y Alta tensión

Partes de un conductor eléctrico



- Un conductor tiene las siguientes partes:
 - El alma conductora
 - El aislante
 - La cubierta protectora

Partes de un conductor eléctrico

El alma conductora



- Se fabrica de cobre o aluminio y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica.
 - Según su constitución puede ser:
 - Alambre.
 - Cable.
 - Flexibles
 - Según el número de conductores:
 - Monopolar o monoconductor.
 - Multipolar o multiconductor.

NTP-IEC 60228.

Conductores para cables aislados



Clase 1.- Alambres



Clase 2.- Cables redondos, comprimidos, compactados y sectoriales.



Clase 5 y 6.- Bunchados o flexibles

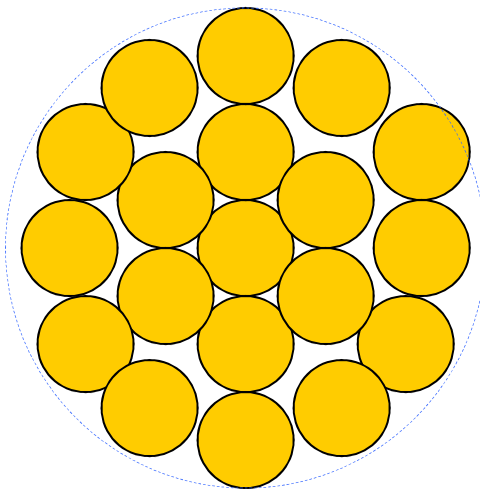
- **Clase 1:** Un solo alambre, del 0,5 al 16 mm²
- **Clase 2:** 7, 19, 37, 61, 91 alambres. Secciones desde 0,5 a 1000 mm²
- **Clase 5:** Gran número de alambres de diámetros pequeños, haces torcidos en una misma dirección y cableados para las secciones mayores.
- **Clase 6:** Similar a la Clase 5, pero mayor número de alambres, de diámetros aún mas pequeños, para mayor flexibilidad

NTP-IEC 60228.

Tipos de Cableado (Clase 2)

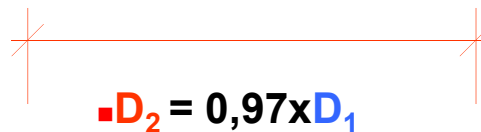
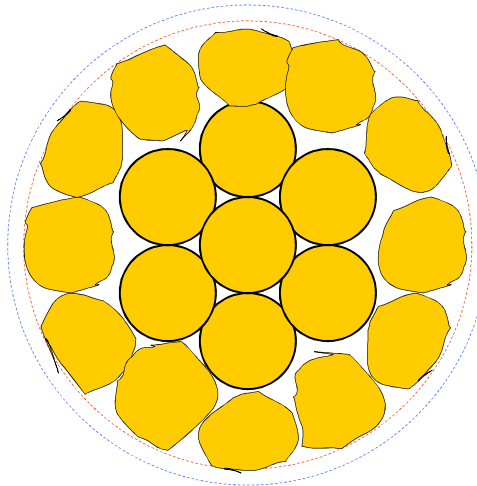


■ **REDONDO**



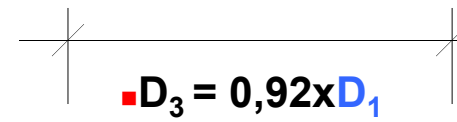
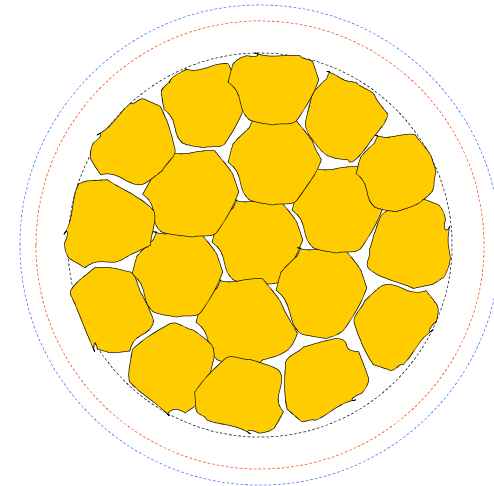
■ D_1

■ **COMPRIMIDO**



■ $D_2 = 0,97 \times D_1$

■ **COMPACTADO**

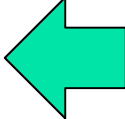
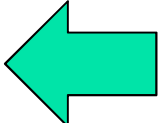


■ $D_3 = 0,92 \times D_1$

El Material conductor

El Cobre



- El cobre constituye el elemento más usado en la fabricación por sus propiedades eléctricas y mecánicas. El cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico, cuya pureza es 99.99%.
- En función de su uso, el cobre se utiliza con los siguientes grados de dureza o temple:
 - **Cobre duro** 
 - **Cobre semi duro**
 - **Cobre blando o recocido.** 

Tipos de Cobre según su grado de dureza



Cobre de temple duro

- Conductividad del 97% respecto a la del cobre puro.
- Resistividad de $0.018 (\Omega \times \text{mm}^2 / \text{m})$ a 20°C de temperatura.
- Capacidad de ruptura a la carga, oscila entre 37 a $45 \text{ Kg} / \text{mm}^2$.
- Se usan en líneas aéreas, por su buena resistencia mecánica.

Tipos de Cobre según su grado de dureza



Cobre recocido o de temple blando

- Conductividad del 100%.
- resistividad de $0.01724 (\Omega \times \text{mm}^2 / \text{m})$ respecto del cobre puro, tomado este como patrón.
- Carga de ruptura media de $25 \text{ Kg} / \text{mm}^2$.
- Es dúctil y se utiliza en la fabricación de conductores aislados.

Partes de un conductor eléctrico

El Aislante



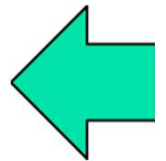
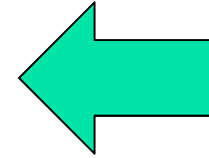
- El objetivo del aislamiento de un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos.
- La selección del tipo de aislamiento del conductor eléctrico toma en cuenta **el medio ambiente y las condiciones de canalización** a que se verán sometidos los conductores.

Partes de un conductor eléctrico

El Aislante



- Los materiales más usados en el aislamiento de conductores son:
 - El Cloruro de Polivinilo o PVC.
 - El Polietileno, PE o XPLE
 - El Caucho,
 - El Algodón
 - El Nylon.
- El material aislante **limita la capacidad de corriente** del conductor debido a que su temperatura de fusión debe ser mayor que la temperatura de operación del conductor.



NTP 370.252.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Cables aislados con compuesto **termoplástico y termoestable** para tensiones hasta e inclusive 450/750 V



COMPUESTO	NOMBRE	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	TIPO	USO
PVC	Polivinil Cloruro	60°, 70°, 75° 80°, 90°, 105°	Termoplástico	Aislamiento y cubierta*
PE	Polietileno	75°	Termoplástico	Cubierta
XLPE	Polietileno reticulado	75°, 90°, (105°)	Termoestable	Aislamiento
EVA (Estructura molecular compuesta de C e H similar al PE)	Etil Vinil Acetato	70°	Termoplástico	Aislamiento y cubierta
		90°	Termoestable	Aislamiento

Partes de un conductor eléctrico

La Cubierta protectora



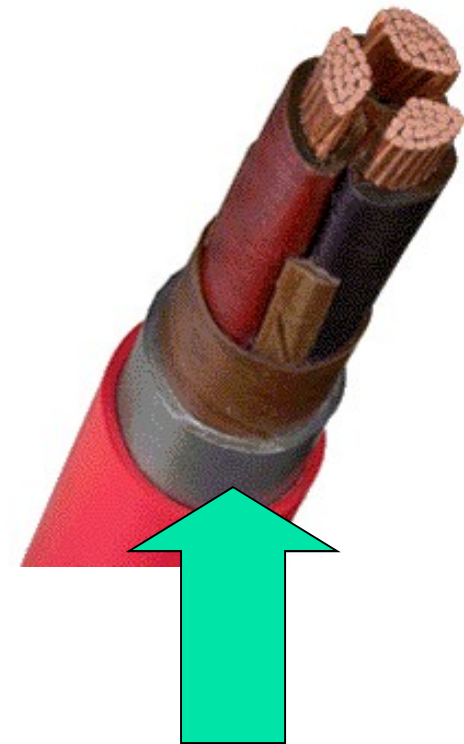
- Los conductores pueden poseer una cubierta de protección adicional a la del aislante.
 - **Protección Mecánica.**
 - **Protección Eléctrica.**
- Algunos conductores llevan una cubierta protectora con el fin de proteger la integridad del aislamiento y el alma conductora contra daños mecánicos (raspaduras, golpes, etc.)

La protección del conductor Eléctrico

LA PROTECCION MECANICA



- Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina “armadura” estas pueden ser de cinta, alambre o alambre trenzado y se encuentran debajo de la cubierta exterior.
- Por lo general, se utilizan en conductores enterrados para prevenir el ataque de roedores y daños mecánicos durante el cableado.



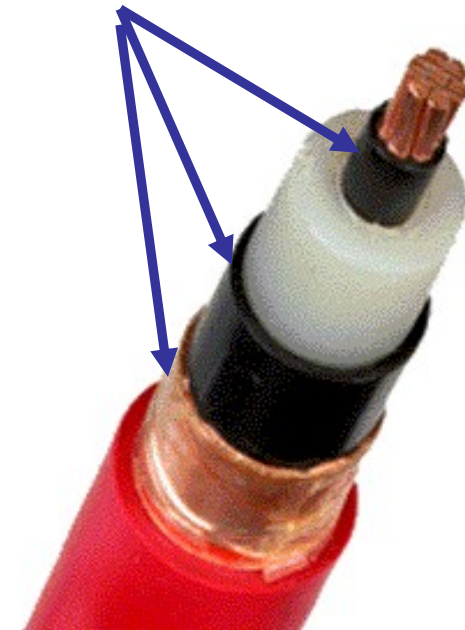


La protección del conductor Eléctrico

LA PROTECCION ELECTRICA

- Los conductores también pueden estar dotados de una protección “eléctrica” formada por cintas de aluminio y/o cobre. Y cuando se usa alambres de cobre en vez de cintas, se denomina “pantalla”.
- La función de esta pantalla es confinar el campo eléctrico al interior del cable.
- Reducir reducir el riesgo de electrocución, se conecta a tierra la pantalla exterior de Cu.

PANTALLA



Conductor

N2XSY

Tipos de Conductores Eléctricos

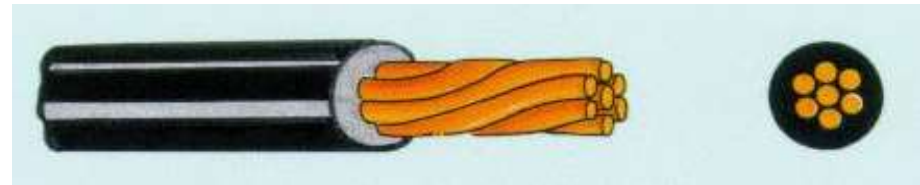


Según su Constitución

Alambre

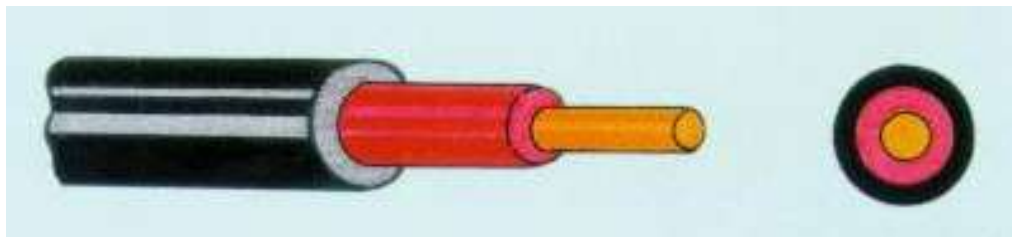


Cableado

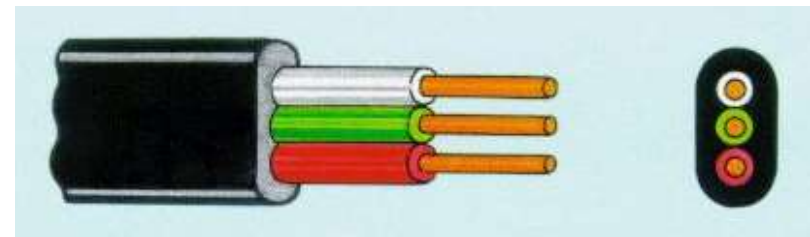


Según el número de conductores

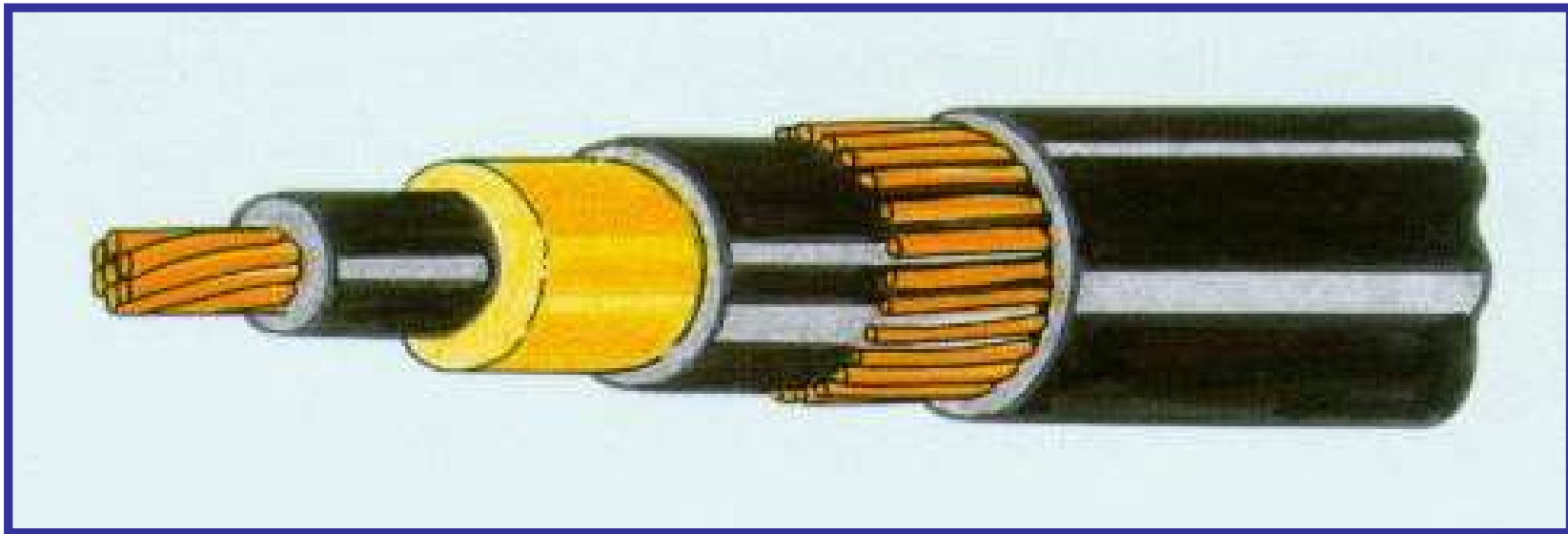
Monopolar



Multipolar



Tipos de Conductores Eléctricos



- **Cable armado** con la pantalla exterior de malla de alambre de cobre.



El Calibre de los conductores

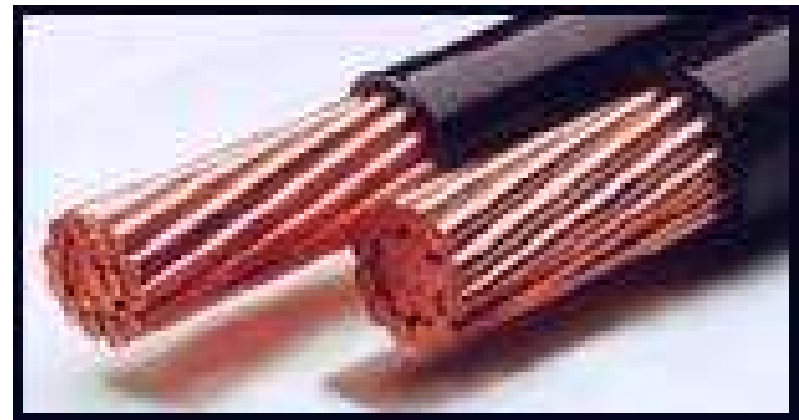
- La sección de un conductor se expresa de acuerdo a una designación o sistema:
 - Sistema métrico o IEC.
 - Sistema Americano.
 - **Sistema AWS**
 - **Sistema MCM**



Calibre del conductor Designación Métrica o IEC



- Es el sistema oficial en nuestro país y debe ser utilizado en todos los documentos oficiales.
- El calibre se expresa mediante **el área de la sección transversal equivalente expresada en mm²**

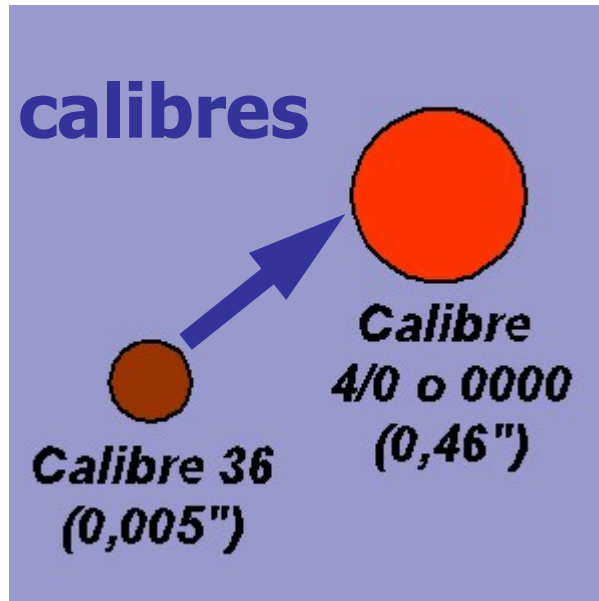


Calibre del conductor

Designación AWG



38 calibres



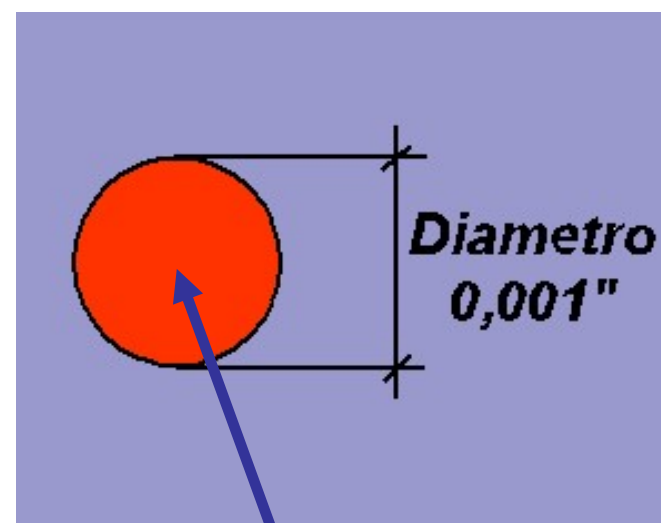
- Es el calibre americano de alambres American Wire Gauge.
- Los diversos calibres se identifican con un NUMERO desde el # 36 hasta el 4/0.
- Se fabrican calibres PARES.

Calibre del conductor

Designación MCM



- Designación usada en calibres mayores al 4/0.
 - 1 MIL = 0,001"
 - 1 CIRCULAR MIL (CM) es el área de un círculo de diámetro 1 Mil
 - 1 MIL CIRCULAR MIL o 1 MCM = 1000 CM
- Por ejemplo, un conductor de 350 MCM o 500 MCM



1 Circular Mil

Calibres equivalentes AWG - Métrico IEC



Calibre AWG	Calibre IEC (mm ²)	Sección (mm ²)
14	2,5	2,081
12	4	3,309
10	6	5,261
4	25	21,15
2/0 ó 00	70	67,43
400 MCM	185	202,7



Normas técnicas de conductores en BT



- NTP 370.252:2007 (2008 - 2014), CONDUCTORES ELECTRICOS. Cables aislados con compuesto termoplástico y termoestable para tensiones hasta e inclusive 450/750 V. (Conductores de uso general)
- NTP 370.254:2005 Conductores Eléctricos. Cables para distribución aérea auto soportados aislados con XLPE para tensiones hasta e inclusive 0,6/1 kV.
- NTP IEC 60502-1:2010, Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales desde 1 kV ($U_m=1,2$) hasta 30 kV ($U_m = 36\text{kV}$). Parte 1 – Cables para tensiones nominales de 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) y 3 kV ($U_m = 3,6 \text{ kV}$)

Identificación de conductores



- Un conductor es identificado mediante un código formado por una combinación de letras y su calibre.
- En **CNE del Perú** ha establecido las designaciones aceptadas para conductores aislados:
 - Conductores de uso general.
 - Conductores flexibles o para aparatos.
 - Cables de energía.

Tipos de Conductores

Conductores de uso general



- Son los conductores usados en instalaciones cuya tensión nominal es menor de 600V .
- Los conductores aceptados se encuentran listados en el CNE utilización.
- Los tipos TW, THW, CPI son los más usados entre los conductores de uso gral.

Tipos de Conductores

Conductores de uso general



Conductor TW 16 mm²

- Conductor con aislante termoplástico, resistente a la humedad con temperatura máxima de operación de 60 (80) °C.
- Uso en lugares secos y mojados.
- Sección de 16 mm².



Tipos de Conductores

Conductores Flexibles



- Esta denominación incluye los conductores flexibles y aquellos que serán instalados en máquinas o aparatos cuya tensión de alimentación es menor de 600V.
- Este tipo de conductores incluyen:
 - Conductores vulcanizados.
 - Conductores Mellizos.
 - Cables para soldadoras.
 - Cables para planchas.

Tipos de Conductores

Conductores Flexibles



Conductor STO 3x6 mm²

- 3 conductores de cobre de 6 mm².
- Aislamiento, relleno y recubrimiento de protección de PVC.
- Resistente al aceite.
- Equipos sujetos a vibraciones o movimientos.



Tipos de Conductores

Cables de Energía



- Son los conductores usados en grandes alimentadores y en la distribución eléctrica a baja y media tensión.
- Los cables de energía usados en nuestro país son de dos tipos:
 - Cables con aislamiento de papel y recubrimiento metálico, como el NKY y **que se están dejando de usar.**
 - Cables con aislamiento y recubrimiento plástico, como NYY.

Tipos de Conductores Cables de Energía



- La codificación usada se basa en la norma IEC y VDE, y está relacionada con el aislamiento y la protección usada.
- Se definen letras y dígitos formando una identificación única.



Cortesía CEPER

Tipos de Conductores

Codificación Cables de Energía



- N Conductor normalizado de cobre
- NA Conductor normalizado de aluminio
- G Aislamiento y cubierta de Goma (Termoestable)
- Y Aislamiento y cubierta de PVC, PoliVinil Cloruro, (Termoplástico)
- 2Y Cubierta de PE (PoliEtileno termoplástico)
- 2X Aislamiento de XLPE (Cross=X Linked PoliEtileno) Polietileno reticulado (Termoestable)
- OH Aislamiento y cubierta libre (cero) de halógenos
- SPantalla de cobre
- SE Pantalla de cobre sobre cada conductor (multipolares)
- C Conductor concéntrico
- BArmadura de flejes de acero ó RArmadura de alambres de acero

N2XOH = Cobre, aislamiento de XLPE, cubierta libre de halógenos

Tipos de Conductores Cables de Energía



Conductor N2XSY **1x16 mm²**



N2XSY

Recubrimiento
de PVC

Pantalla de Cu

Aislamiento de
Polietileno reticulado

Conductor normalizado

Conductores libres de halógenos y baja emisión de humos



- RM No. 175-2008 MEM/DM Modificación del CNE Utilización
- Los conductores no deben ser propagadores de la llama.
- Los conductores, cables eléctricos y sus canalizaciones, instalados en **locales con afluencia de público**, deben del tipo no propagador del incendio, con baja emisión de humos y libre de halógenos y ácidos corrosivos.

Locales de pública concurrencia

Ejemplos



- Locales de pública concurrencia para espectáculos y actividades recreativas, tales como por ejemplo: cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, hipódromos, parques de atracciones y ferias, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar y similares;
- Locales de pública concurrencia para reuniones y trabajo, como por ejemplo: templos, salas de conferencias y congresos, restaurantes, establecimientos comerciales, centros comerciales, mercados, etc.
- Establecimientos industriales en general;
- Establecimientos de salud;
- Hoteles y Hostales... etc.

■NTP 370.252:2014

DESCRIPCIÓN Y USOS DE LOS CABLES CONTENIDOS EN ESTA NORMA

Código de designación obligatoria	Según norma	Denominación opcional ¹⁾	Conductor Clase	Características	Usos
60227 IEC 01	IEC 60227-3 NTP-IEC 60227-3	TW	1, 2	1 conductor aislado con PVC 70 ° C	Instalaciones fijas dentro de tuberías, en bandejas, montantes, etc. en ambientes secos, no expuestos a la luz solar. Deben pasar el ensayo de retardancia a la llama de la NTP-IEC 60332-1-2
60227 IEC 02		TWF	5		
H07Z1-U	EN 50525-3-31 NTP 370.266-3-31	LSOH 70	1	1 conductor aislado con LSOH 70	Igual que los anteriores excepto que de acuerdo a lo solicitado por el cliente se aplica el ensayo de retardancia a la llama Tipo 1, según NTP-IEC 60332-1-2 o Tipo 2, según NTP-IEC 60332-3-24
H07Z1-R			2		
H07Z1-K		LSOHF 70	5		
THW (90)	UL 83 NTP 370.252		1, 2	1 conductor aislado con PVC 90 ° C	Instalaciones fijas dentro de tuberías, en bandejas, montantes, etc. en ambientes secos y húmedos. En bandejas expuestas a la luz solar cuando se solicite “Resistencia a la luz solar” debe pasar el ensayo de llama vertical de UL 2556. También puede solicitarse retardancia a la llama “VW-1” y para calibres de 50 mm ² a más se puede solicitar retardancia a la llama en “bandeja vertical o FT4.”
THWF (90)			5		
THWN-2 (90)			1, 2	1 conductor aislado con PVC 90 ° C cubierta de nylon	
XHHW-2 (90)	UL 44 NTP 370.252		1, 2	1 conductor aislado con XLPE 90 ° C	Igual que los anteriores excepto que en lugar del ensayo de llama vertical se aplica el de llama horizontal.

■NTP 370.252:2014

DESCRIPCIÓN Y USOS DE LOS CABLES CONTENIDOS EN ESTA NORMA

(Continuación)

Código de designación obligatoria	Según norma	Denominación opcional ¹⁾	Conductor Clase	Características	Usos
H07Z-U	EN 50525-3-41 NTP 370.266-3-41	LSOHX 90	1	1 conductor aislado con LSOH 90 ° C	Igual que los de la serie H07Z1-U, R y K, excepto que se aplica el ensayo de retardancia a la llama de la NTP-IEC 60332-1-2
H07Z-R			2		
H07Z-K			5		
60227 IEC 10	IEC 60227-4 NTP-IEC 60227-4	TTR 70	1, 2	De 2 a 5 conductores aislados con PVC 70 ° C. Cubierta exterior de PVC.	Instalaciones fijas sobre paredes, principalmente cuando no se han previsto tuberías, en ambientes secos, no expuestos a la luz solar. Deben pasar el ensayo de retardancia a la llama de la NTP-IEC 60332-1-2
TWT 70	NTP 370.252		1	De 2 a 3 conductores aislados con PVC 70 ° C conformación plana. Cubierta exterior de PVC.	Igual que el anterior.

■NTP 370.252:2014

DESCRIPCIÓN Y USOS DE LOS CABLES CONTENIDOS EN ESTA NORMA

(Continuación)

Código de designación obligatoria	Según norma	Denominación opcional ¹⁾	Conductor Clase	Características	Usos
TFM 70	NTP 370.252		5	De 2 a 3 conductores aislados con PVC 70 ° C conformación plana.	Para conectar relojes eléctricos, lámparas de mesa, extractores de jugos, etc. y lo permitido por el Código Eléctrico Nacional-Utilización. Deben pasar el ensayo de retardancia a la llama de la NTP- IEC 60332-1-2
60227 IEC 53	IEC 60227-5 NTP-IEC 60227-5	TTRF 70	5	De 2 a 5 conductores aislados con PVC 70 ° C, conformación plana o circular. Cubierta exterior de PVC	Para conectar aparatos fijos y móviles. (Conformación circular): Lustradoras, aspiradoras, extensiones, etc. Para conectar aparatos fijos. (Conformación plana). Deben pasar el ensayo de retardancia a la llama de la IEC 60332-1-2
H05Z1Z1-F	EN 50525-3-11 NTP 370.266-3-11	LSOHRF 70	5	De 2 a 5 conductores aislados con LSOH 70 ° C. Cubierta exterior de LSOH.	Igual que el anterior.

¹⁾ Según NTP 370.252:2010



Agradecimientos

- Ing. Sigfrido Nano – NEXANS (INDECO)
- Ing. Miguel Román – Primer Secretario del Comité Técnico de conductores.