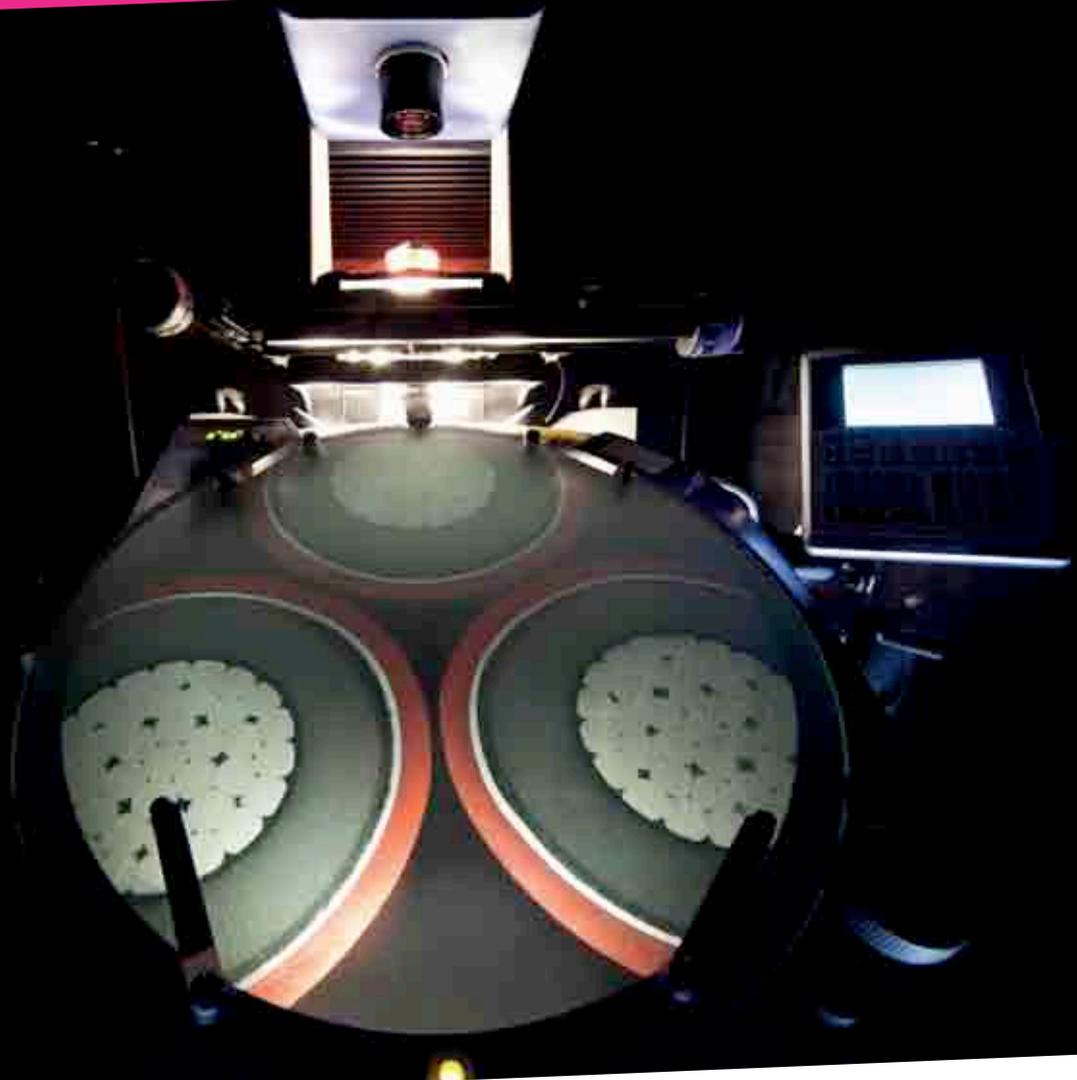


# Cables y Accesorios para Media Tensión

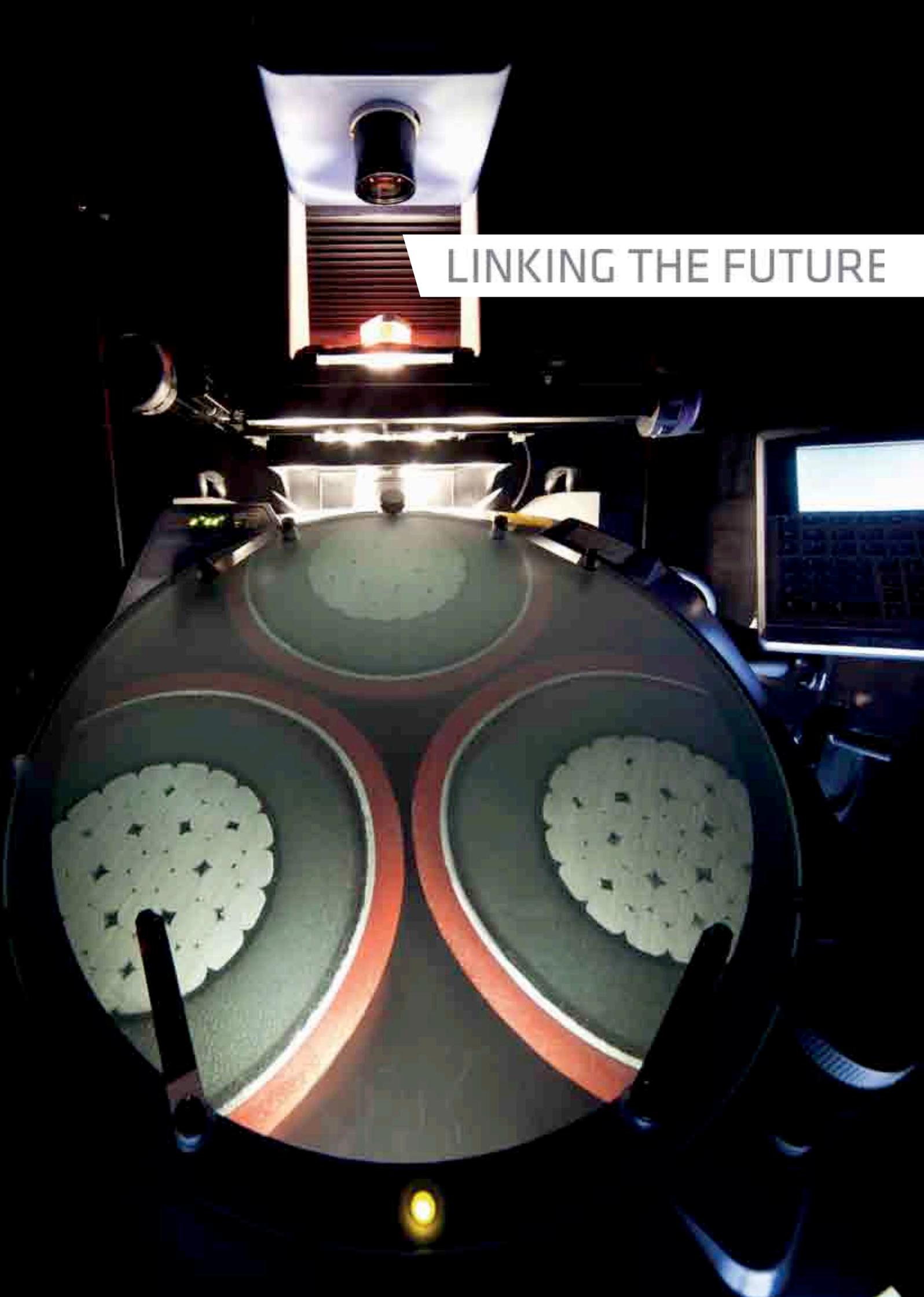
2014-2015



A brand of the

**Prysmian**  
Group



A futuristic laboratory or control room. In the foreground, a large, circular, light-colored table with a red border is visible. The table has three circular sections, each containing a white, patterned object. A computer monitor is visible on the right side of the table. In the background, a central light fixture is mounted on the ceiling, and a bright light source is visible through a doorway or opening. The overall atmosphere is dark and high-tech.

LINKING THE FUTURE

# Cables y Accesorios para Media Tensión

Este catálogo es un libro de ayuda al profesional eléctrico en el que podrá encontrar las principales características de los cables y accesorios Prysmian para MT así como una introducción técnica explicativa tanto de las características principales de los cables como de algunos cálculos propios de líneas para MT.

El documento comienza con una explicación de las exigencias reglamentarias para los cálculos de líneas dejando paso a la explicación general de los diferentes tipos de cable, incluyendo el innovador y exclusivo P-Laser. Seguidamente, una serie de cálculos de líneas ejemplifican diferentes situaciones que puede encontrarse el proyectista.

A continuación figura el apartado de cables para compañías eléctricas pensado para la consulta rápida de los cables de más frecuente instalación para pasar a la explicación cualitativa y sobre todo cuantitativa de las dos grandes familias de cable para MT, Eprotenax y Voltalene en todas sus formaciones y tensiones posibles.

Como fabricantes de sistemas, el catálogo también recoge las fichas técnicas de los principales accesorios para media tensión. Y finalmente, y aunque se sale del ámbito estricto de la MT, existe un apartado final que encontrará los datos técnicos de cables y accesorios para 26/45 kV y 36/66 kV.

En Prysmian Spain deseamos que el catálogo sea un documento que le haga más fácil la tarea del diseño de líneas eléctricas para MT.

Le recordamos que Prysmian Spain puede proporcionarles soluciones para MT y AT a medida de las necesidades de sus proyectos, más allá de los contenidos de este catálogo. Consúltenos y le informaremos.

De antemano agradecemos su confianza en nuestra marca.



**Prysmian Group es líder mundial de la industria de cables y sistemas para energía y telecomunicaciones, con 19000 empleados y 91 plantas de fabricación repartidas en 50 países**



## Comprometidos con el futuro

Los 17 centros de investigación y desarrollo hacen de la firma Prysmian un emblema de la innovación en el sector, situándose a la vanguardia tanto en el diseño de nuevos productos como en el desarrollo e implantación de sistemas de energía y fibra óptica para instalaciones singulares y de alta exigencia técnica.

Sólo pueden ser el fruto de una decidida apuesta por la calidad, la mejora continua y la búsqueda de nuevas soluciones a los retos que día a día nos encontramos, diseños exclusivos como el cable Afumex Duo (AS) para suministro de energía y comunicaciones de ancho de banda ilimitado o P-Laser para MT, el diseño e instalación de enlaces submarinos HVDC o equipos de comprobación de aislamientos para sistemas de alta tensión sin necesidad de interrumpir el suministro eléctrico (PRY-CAM).

La experiencia acumulada de una empresa centenaria como Prysmian es sin duda un gran aliado para el buen funcionamiento de su instalación. Es nuestro compromiso con el futuro.



## INTRODUCCIÓN TÉCNICA

A) Generalidades .....	11
B) Guía para la selección de cables y recomendaciones .....	12
-Introducción .....	12
-Tensión nominal del cable .....	13
-Criterio de la sección por intensidad máxima admisible .....	14
-Criterio de la sección por caída de tensión.....	19
-Criterio de la sección por intensidad de cortocircuito .....	19
-Accesorios.....	19
-Recomendaciones para el tendido y montaje .....	20
-Cables especiales para Media Tensión.....	21
C) Características estructurales .....	22
-Normativa.....	22
-Definiciones y descripciones.....	22
D) Nuevos cables de MT con propiedades frente al fuego mejoradas, versiones S (seguridad) y AS (alta seguridad) .....	26
E) Cables P-Laser, nuevo hito tecnológico de PRYSMIAN .....	28
-Los nuevos materiales .....	28
-Diseño de los cables .....	29
-Ventajas de los cables P-Laser .....	29
F) Ensayos .....	31
-Pruebas sobre cables en fábrica .....	31
G) Nuevo sistema exclusivo PRY-CAM, comprobación de aislamiento para MT y AT sin interrupción de suministro .....	32
-Características del sistema .....	32
-Ventajas.....	32
-Aplicaciones.....	32
H) Ejemplos de cálculo de sección .....	33

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS CABLES MÁS HABITUALES PARA MT

-Tecnología Compact en cables Eprotenax.....	63
-Cable AI Eprotenax H Compact 12/20 kV, 18/30 kV (Iberdrola, Hidrocantábrico).....	64
-Cable AI Voltalene H Compact 12/20 kV, 18/30 kV (Endesa) .....	67
-Tecnología Hydrocatcher en cables Voltalene .....	69
-Cable AI Voltalene H 12/20 kV, 18/30 kV (Endesa y E.ON) .....	70
-Cable AI Voltalene H 12/20 kV, 18/30 kV (Gas Natural Fenosa) .....	73
-Cable AI Voltalene H LXHIOZ1, 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV, 18/30 kV (EDP) .....	75
-Cable Afumex H 5 kV o Voltalene H 5 Kv: Cable para primario de balizamiento 1x6 mm <sup>2</sup> (AENA) .....	77

## CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT (aislamiento de HEPR)

-Designación de los cables Eprotenax Compact.....	81
-Equivalencia entre designaciones PRYSMIAN para cables Eprotenax Compact y designaciones UNE .....	82
-Diámetros bajo aislamiento de cables Eprotenax Compact (unipolares y tripolares).....	83
-Diámetros exteriores y pesos de cables Eprotenax Compact .....	85
-Tablas de datos técnicos de cables Eprotenax Compact.....	91
-Gráficos de intensidades de cortocircuito en el conductor para los cables tipo Eprotenax Compact .....	100

## CABLES TIPO VOLTALENE (aislamiento de XLPE)

-Designación de los cables Voltalene.....	105
-Equivalencia entre designaciones PRYSMIAN para cables Voltalene y designaciones UNE.....	106
-Diámetros bajo aislamiento de cables Voltalene (unipolares y tripolares).....	107
-Diámetros exteriores y pesos de cables Voltalene.....	108
-Tablas de datos técnicos de cables Voltalene .....	115
-Gráficos de intensidades de cortocircuito en el conductor para los cables tipo Voltalene.....	124

## ACCESORIOS PARA CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT Y VOLTALENE

-Guía de selección de accesorios .....	128
-Terminal ELASTICFIT TMF-R ELTImb .....	130
-Terminal ELASTICFIT TMF-I ELTI .....	132
-Terminal ELASTICFIT TMF-E ELTO .....	134
-Terminal COLDFIT PCT/CDTI (interior) .....	136
-Terminal COLDFIT PCT/CDTO (exterior) .....	138
-Empalme ELASPEED .....	140
-Empalme ECOSPEED .....	143
-Interfases para conectores separables .....	146
-Conector separable recto ELASCON MSCS-250A .....	147
-Conector separable acodado ELASCON MSCE-250A .....	150
-Conector separable recto ELASCON MSCS-400A .....	153
-Conector separable acodado ELASCON MSCE-400A .....	156
-Conector separable en T ELASCON MSCT-630A .....	159
-Conector separable acodado ELASCON MSCEA-630A .....	162
-Conector separable en T FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 .....	165
-Aislador enchufable FORMFIT TPEI-250A .....	169
-Pasatapas FORMFIT PF-1, PF1-L .....	171
-Pasatapas FORMFIT PF-2-400, PF3-400, PF2-400-R, PF3-400-R .....	173
-Accesorios FORMFIT 250A .....	175
-Accesorios FORMFIT 400A .....	177
-Conector separable INNEX .....	178
-Tubo Termospeed PTPE (para embarrado) .....	180
-Abrazaderas plásticas .....	183
-Fichas de sujeción .....	186
-Cinta P1000 .....	188
-Cinta BUPRYS .....	189
-Cinta PBA-1 .....	190
-Utiles preparación puntas de cable: CH, PG, LH, LHM, MF3 .....	191
-Kit pantalla de aluminio .....	196
-Maletín multifuncional AL-MT para cables con pantalla de aluminio .....	197
-Confección puesta a tierra para cables con pantalla de aluminio .....	198
-Disolvente LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos) .....	200
-Lubricantes LUTEC .....	202

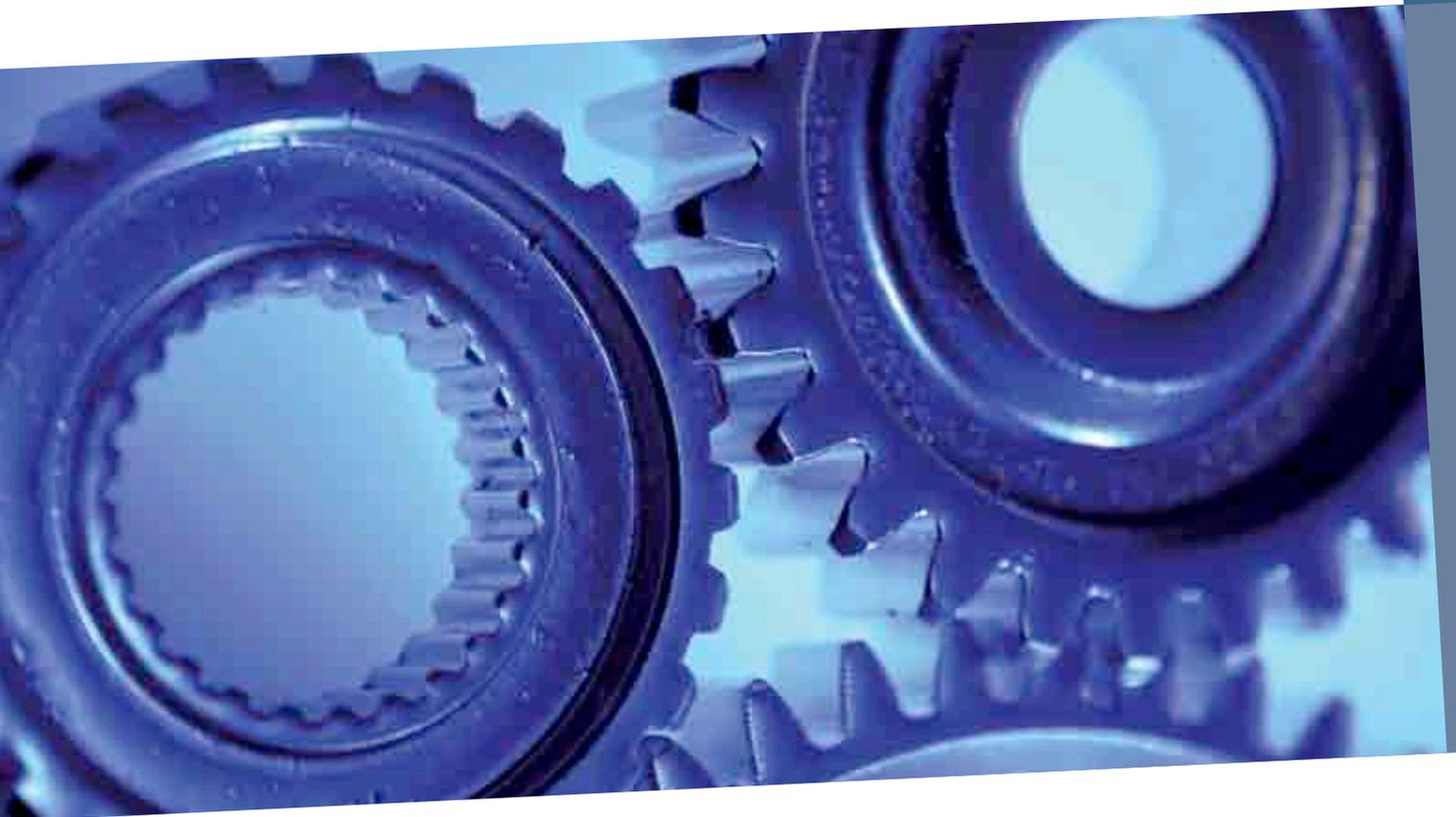
## ANEXO A: CONDUCTORES DESNUDOS, CONDUCTORES RECUBIERTOS Y CABLES UNIPOLARES AISLADOS EN HAZ

-Conductores desnudos para líneas aéreas .....	207
-Conductores recubiertos para líneas aéreas .....	208
-Conductores unipolares aislados reunidos en haz .....	210

## ANEXO B: CABLES Y ACCESORIOS HABITUALES PARA 26/45 kV y 36/66 kV

-Cable Eprotenax H 26/45 kV, 36/66 kV .....	217
-Cable Voltalene H 26/45 kV, 36/66 kV .....	218
-Datos técnicos Voltalene H 26/45 kV, 36/66 kV conductor de aluminio .....	219
-Cable Voltalene H Composite 26/45 kV, 36/66 kV .....	223
-Datos técnicos Eprotenax H 26/45 kV conductor de aluminio (Iberdrola) .....	224
-Datos técnicos Eprotenax H composite 20L 26/45 kV conductor de aluminio (Endesa) .....	225
-Datos técnicos AL Voltalene H 20L 26/45 kV conductor de aluminio y Voltalene H composite 20L 26/45 kV conductor de cobre (Gas Natural Fenosa) .....	226
-Datos técnicos AL Eprotenax H 36/66 kV conductor de aluminio (Iberdrola) .....	227
-Datos técnicos AL Voltalene H Composite 20L 36/66 kV conductor de aluminio (Endesa) .....	228
-Datos técnicos AL Voltalene H Composite 20L 26/45 kV conductor de aluminio y Voltalene H composite 20L 26/45 kV conductor de cobre (Gas Natural Fenosa) .....	229
-Datos técnicos AL Voltalene H Composite 20L 36/66 kV conductor de aluminio (R.E.E.) .....	230
-Fórmula para calcular la reactancia inductiva .....	231
-SIXTYSPEED .....	232
-COLDFIT .....	233

PRYSMIAN SPAIN, S.A. se reserva el derecho de modificar el contenido de este catálogo sin previo aviso.



# Introducción | Técnica



### A) GENERALIDADES

En esta publicación se hace frecuentemente referencia, cuando proceda, al Reglamento de Líneas para Alta Tensión (R.D. 223/2008), a las Normas UNE, a los Documentos del CENELEC o a los Documentos de la IEC y, cuando no estén disponibles documentos oficiales, a datos e información interna propia.

Para definir el empleo de los cables tratados en este catálogo, se transcribe parte del contenido del RLAT (artículo 3 y tabla 1 de la ITC-LAT 06) donde se establecen diferentes categorías para las líneas en función de su tensión nominal:

#### REDES TRIFÁSICAS DE CORRIENTE ALTERNA CON TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 1 kV Y SIN EXCEDER DE 30 kV (TERCERA CATEGORÍA)

Tensión nominal (U) kV	Tensión máxima (Um) kV
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20	24
25	30
30	36

**NOTA:** las redes de tercera categoría se corresponden con lo que se conoce como media tensión (MT).

#### REDES TRIFÁSICAS DE CORRIENTE ALTERNA CON TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 30 kV Y SIN EXCEDER DE 220 kV (SEGUNDA Y PRIMERA CATEGORÍA)

Tensión nominal (U) kV	Tensión máxima (Um) kV
45	52 (2ª CAT)
66	66 (2ª CAT)
132	132 (1ª CAT)
220	220 (1ª CAT)

En esta publicación no se incluyen los datos correspondientes a los cables de tensión nominal superior a los 30 kV, salvo el anexo final sobre cables y accesorios para 26/45 kV y 36/66 kV.

#### NORMAS INTERNACIONALES

Prysmian Spain acumula gran experiencia en el diseño de cables para MT o AT a medida de las exigencias de proyectos nacionales o foráneos. En particular son frecuentes los diseños según normas de acusada referencia internacional como la norma británica BS 7880-4.10, la estadounidense ICEA S-93-639 (de amplia influencia en el continente americano), la sudafricana SANS 1339 (importante referente africano) o la mexicana NMX-J-142-ANCE. Consúltenos para ampliar información.

### B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

#### INTRODUCCIÓN

A continuación se exponen algunos criterios para la elección del tipo de cable más adecuado a cada instalación. Dichos criterios tienen un carácter orientativo y no deberán, en ningún caso, sustituir a la evaluación responsable que deberá efectuarse teniendo en cuenta la seguridad del servicio y la conveniencia económica adecuada a las condiciones efectivas o previsibles de cada instalación en particular.

Los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE de media tensión están concebidos para ser utilizados en el transporte de energía, cualquiera que sea la forma de instalación.

En instalaciones aéreas a la intemperie, en comparación con las líneas de conductores desnudos sobre aisladores, proporcionan, entre otras ventajas, la supresión del peligro de contactos accidentales, una mayor garantía de continuidad en el servicio, entre otras muchas que justifican la creciente aceptación de estos cables en la mencionada aplicación.

Para instalaciones subterráneas, se emplean principalmente, en redes de distribución, en las factorías industriales, centrales eléctricas y subestaciones de transformación y, en general, en todos aquellos casos en que la adaptabilidad de este tipo de cables a las más diversas condiciones de instalación y su versatilidad característica pueda representar una ventaja.

Recomendamos la utilización de cables unipolares, a la hora de ejecutar una instalación, son más manejables, son más prácticos para la confección de terminales, empalmes o conectores...

Las características de los dos tipos de cable descritos en este catálogo son:

#### CABLES AISLADOS CON ETILENO PROPILENO DE ALTO MÓDULO (HEPR), EPROTENAX COMPACT:

Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático.

Debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

La conjunción entre la alta tecnología empleada en la elaboración de los cables de Alta Tensión y la larga experiencia de PRYSMIAN SPAIN, S.A. en la formulación de mezclas especiales de EPR han permitido la creación de un aislamiento a base de etileno-propileno de alto módulo HEPR capaz de trabajar a un alto gradiente (lo que significa menores espesores de aislamiento) y, además, no sólo mantener todas las cualidades inherentes a los tradicionales aislamientos de EPR, sino superarlas. Al poder trabajar a una temperatura de servicio de 105 °C, estos cables tienen la posibilidad de transmitir **más potencia** que cualquier otro cable actual de la misma sección. Además, sus menores dimensiones hacen de él un cable más manejable, menos pesado y más fácil de transportar.

Diferencias de los cables EPROTENAX COMPACT frente a los cables VOLTALENE:

- **Mayor intensidad admisible a igualdad de sección, por incremento de la temperatura de servicio de 90 °C a 105 °C.**

intensidades de corriente* (A)	Sección (en mm <sup>2</sup> )							
	70	95	120	150	185	240	300	400
AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV	180	215	245	275	315	365	410	470
AL VOLTALENE H 12/20 kV	170	205	235	260	295	345	390	445

\* Instalación directamente enterrada a un metro de profundidad, temperatura máxima del suelo 25 °C, resistividad térmica del terreno 1,5 K m/W para tensiones de 1,8/3 a 18/30 kV. Cables con conductor de aluminio unipolar no armado dispuestos a tresbolillo.

- **Menor diámetro exterior del cable**, por incremento del gradiente de trabajo, reducción del espesor de aislamiento y por su posible reducción de sección del conductor.
- **Mayor facilidad de instalación**, por su mayor flexibilidad y menor radio de curvatura.
- **Menor coste de la línea eléctrica.**

#### CABLES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE), VOLTALENE:

Se trata de un cable de características muy notables, tanto de pérdidas en el dieléctrico, resistividad térmica y eléctrica como rigidez dieléctrica. La aparición de arborescencias en presencia de humedad obliga a utilizar diseños de cables con protecciones adicionales frente al agua, Hydro-catcher, Composite...

Los cables tipo AL VOLTALENE H (AL RHZ1-0L) y AL VOLTALENE H COMPACT (AL RH5Z1) homologados por las compañías del grupo Endesa tienen una barrera (bajo sus pantallas) contra la propagación longitudinal de la humedad.

Los cables tipo TAP AL VOLTALENE H (AL RHZ1-20L) homologados por Gas Natural Fensa presentan doble obturación longitudinal contra la humedad, en el conductor y bajo la pantalla.

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

### TENSIÓN NOMINAL DEL CABLE

La Tensión nominal del cable debe ser apropiada para las condiciones de operación de la red en la que el cable va a ser instalado. Para facilitar la selección del cable las redes de sistemas trifásicos se clasifican en tres categorías:

#### CATEGORÍA A:

Esta categoría comprende aquellos sistemas en los que el conductor de cualquier fase que pueda entrar en contacto con tierra, o con un conductor de tierra, es desconectado del sistema en un tiempo inferior a un minuto.

#### CATEGORÍA B:

Comprende las redes que, en caso de defecto, solo funcionan con una fase a tierra durante un tiempo limitado pero, para los cables que nos ocupan, podrá admitirse una duración mayor cuando así se especifique en la norma particular del tipo de cable y accesorios considerados.

(Los esfuerzos suplementarios soportados por el aislamiento de los cables durante la duración del defecto, reducen la vida de estos. Si se prevé que una red va a funcionar frecuentemente con un defecto permanente, puede ser económico clasificar dicha red dentro de la categoría C).

#### CATEGORÍA C:

Comprende todas las redes no incluidas en las categorías A o B.

Para la elección de la tensión nominal del cable se utilizará la tabla siguiente, que figura en la norma UNE 211435 y en la tabla 2 de la ITC-LAT 06. Para ello se considerará, en primer lugar, cual es la tensión más elevada de la red ( $U_m$ ), es decir, cual es la tensión máxima a que puede quedar sometido el cable durante un periodo relativamente largo, excluyendo los regímenes transitorios tales como los originados por maniobras, etc. Después se determina cuál es la categoría de la red, según los criterios indicados anteriormente. Con estos datos la tabla muestra la tensión nominal del cable a utilizar.

Como puede observarse, la elección de la tensión nominal de un cable se efectúa en relación con la duración máxima del eventual funcionamiento con una fase a tierra, prescindiendo de que el sistema sea con neutro directamente a tierra, con neutro aislado o con neutro a tierra a través de una impedancia.

Red sistema trifásico			Cable a utilizar tensión nominal del cable $U_0/U$ (kV)
Tensión nominal $U$ (kV)	Tensión más elevada de la red $U_m$ (kV)	Categoría de la red	
3	3.6	A-B	1.8/3
		C	
6	7.2	A-B	3.6/6
		C	
10	12	A-B	6/10
		C	
15	17.5	A-B	8.7/15
		C	
20	24	A-B	12/20
		C	
25	30	A-B	15/25
		C	
30	36	A-B	18/30
		C	
			26/45

### CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DE CABLES PARA MEDIA TENSIÓN (HASTA 18/30kV)

Para la determinación de la sección de los conductores, se precisa realizar un cálculo en base a tres consideraciones:

- 1) Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
- 2) Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- 3) Caída de tensión.

Ante todo, ha de calcularse la corriente máxima permanente que el cable debe transportar, teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la tensión de trabajo nominal.

### B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

En el caso de existir fluctuaciones de carga importantes, se deberá disponer del diagrama de cargas correspondiente, esto es, la curva de variación de la corriente en función del tiempo. Con este dato y las condiciones de instalación, se determina la corriente máxima permanente que se debe tener en cuenta. Una vez conocida ésta, el método más aconsejable es hallar la sección según el criterio 1) (ver tabla IX en las páginas destinadas a cables tipo EPROTENAX COMPACT y tipo VOLTALENE), después se controlará la sección según el criterio 2) (ver gráficas I y II) y, por último, se verificará el criterio 3) (ver nota a las tablas VI y VII, VIII para cables Eprotenax Compact y VI, VII para cables Voltalene). Ver ejemplos de cálculo del apartado F.

#### CRITERIO DE LA SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Determinación de la sección por intensidad máxima admisible por calentamiento.

Calculada la corriente máxima permanente a transportar y conocidas las condiciones de instalación, la sección se determina mediante la tabla IX (tabla IX bis para cables armados). Esta tabla permite elegir la sección de los conductores en base a la corriente máxima admisible. Se han tenido en cuenta los dos casos de instalación más corrientes: la instalación al aire y la instalación enterrada, y en base a las siguientes consideraciones:

##### a) Instalación al aire:

- Temperatura del aire, 40 °C.
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar a la sombra.
- Disposición que consienta una eficaz renovación del aire.

##### b) Instalación enterrada (directamente o bajo tubo):

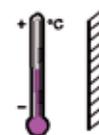
- Temperatura del terreno, 25 °C
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar.
- Terreno de resistividad térmica normal ( $1,5 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ ).
- Profundidad de la instalación: 1 m.

La temperatura máxima de trabajo de los cables está prevista en 90 °C para cables Voltalene y 105 °C para Eprotenax Compact y la temperatura ambiente que rodea al cable ha sido supuesta en 40 °C para la instalación al aire y de 25 °C para la instalación enterrada, tal como ya se ha expresado. Por instalación al aire se entiende una disposición en la que el aire pueda circular libremente por ventilación natural alrededor de los cables. En el caso de que la temperatura del aire ambiente o del terreno sea distinta de los valores supuestos, las intensidades admisibles por los cables deben corregirse mediante los coeficientes que se indican.

En el caso de que se deba instalar más de un cable tripolar o más de una terna de cables unipolares, a lo largo del recorrido, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en las tablas. Dichas tablas están en correspondencia con el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

#### INSTALACIÓN AL AIRE:

##### 1 - Cables instalados al aire en ambiente de temperatura distinta de 40 °C:



#### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Temperatura de servicio, $\Theta_s$ , en °C	Temperatura ambiente $\Theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
105 (Eprotenax Compact)	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83
90 (Voltalene)	1,27	1,23	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78

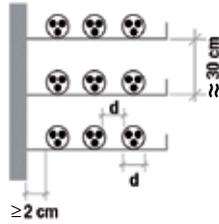
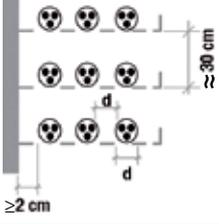
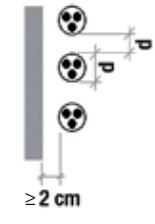
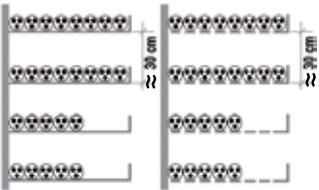
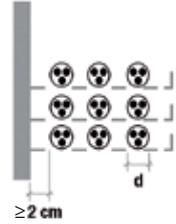
##### 2 - Cables instalados al aire en canales o galerías:

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (canalizaciones, galerías, etc.) el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire.

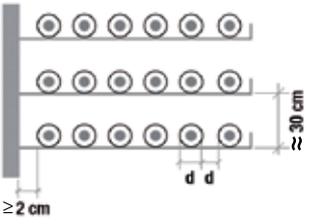
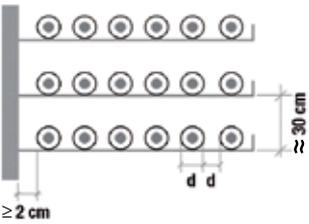
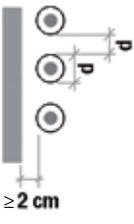
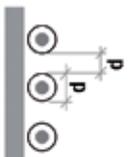
La magnitud de este aumento depende de diversos factores y debe ser determinado en cada caso. Para una valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobreelevación de temperatura es del orden de 15 °C. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla anterior.

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

### 3 - Cables trifásicos o ternas de cables instalados al aire en canales o galerías:

Montaje	Instalación	Bandejas	Factor de corrección según número de cables o ternas				
			1	2	3	6	9
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas continuas, la circulación del aire es restringida, con una separación entre los cables igual a un diámetro $d$ . Distancia de la pared = $\delta > a > 2\text{ cm}$ .	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84
		2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80
		3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78
		6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas perforadas con separación de cables a un diámetro " $d$ ". Distancia de la pared = $\delta > 2\text{ cm}$ .	1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
		2	1	0,95	0,93	0,90	0,89
		3	1	0,94	0,92	0,89	0,88
		6	1	0,93	0,90	0,87	0,86
	Cables trifásicos o ternas de cable unipolares tendidos sobre estructuras o sobre la pared, con separación de cables igual a un diámetro " $d$ ". Distancia de la pared = $\delta > 2\text{ cm}$ .	-	1	0,93	0,90	0,87	0,86
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí y con la pared, tendidos sobre bandejas continuas o perforadas (la circulación del aire es restringida).	1	-	0,84	0,80	0,75	0,73
		2	-	0,80	0,76	0,71	0,69
		3	-	0,78	0,74	0,70	0,68
		6	-	0,76	0,72	0,68	0,66
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí, dispuestos sobre estructuras o sobre la pared.	-	0,95	0,78	0,73	0,68	0,66
	Agrupación de cables trifásicos o ternas de cables unipolares, con una separación inferior a un diámetro y superior a un cuarto de diámetro, suponiendo su instalación sobre bandeja perforada, es decir, de forma que el aire pueda circular libremente entre los cables.		1	2	3	>3	
		1	1,00	0,93	0,87	0,83	
		2	0,89	0,83	0,79	0,75	
		3	0,80	0,76	0,72	0,69	
		>3	0,75	0,70	0,66	0,64	

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

Montaje	Instalación	Bandejas	Factor de corrección según número de cables o ternas			
			1	2	3	
 <p>Cables unipolares, tendidos sobre bandejas continuas (la circulación de aire es restringida) con separación entre cables igual a un diámetro d.</p>		1	0,92	0,89	0,88	
		2	0,87	0,84	0,83	
		3	0,84	0,82	0,81	
		6	0,82	0,80	0,79	
 <p>Cables unipolares sobre bandejas perforadas con separación entre cables igual a un diámetro d.</p>		1	1	0,97	0,96	
		2	0,97	0,94	0,93	
		3	0,96	0,93	0,92	
		6	0,94	0,91	0,90	
 <p>Cables unipolares tendidos sobre estructura o sobre pared, unos sobre otros, con separación entre cables igual a un diámetro d.</p>		Número de ternos		Factor de corrección		
		2			0,91	
		3			0,89	
 <p>Cables unipolares tendidos sobre estructura o sobre pared, unos sobre otros, con separación entre cables igual a un diámetro d.</p>		Número de ternos		Factor de corrección		
		2			0,86	
		3			0,84	

### 4 - Cables expuestos directamente al sol:

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Orientativamente se puede tomar 0,90, pero, en función del diámetro exterior del cable, se pueden considerar las siguientes elevaciones de temperatura sobre 40 °C de referencia a la sombra.

Diámetro de cable (mm)	20	40	60	80
Sobreelevación de temperatura (°C)	10	18	24	28

### B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

#### INSTALACIÓN ENTERRADA:

##### 1 - Cables enterrados en terrenos con temperatura del mismo distinta de 25 °C:



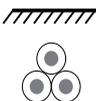
##### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Temperatura de servicio, $\Theta_s$ , en °C	Temperatura ambiente $\Theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (Eprotenax Compact)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (Voltalene)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

##### 2 - Cables enterrados directamente o en conducciones en terrenos de resistencia térmica diferente a 1,5 K·m/W.



##### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

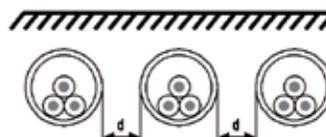
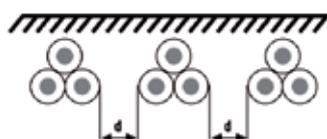
Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K·m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados 	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados 	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

### 3 - Cables trifásicos o ternas de cables agrupados bajo tierra.

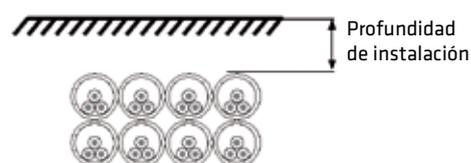
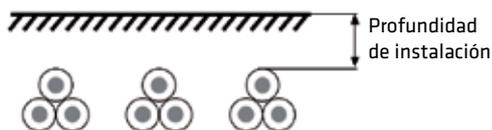
#### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados 	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo 	En contacto (d = 0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



### 4 - Cables enterrados en zanja a diferentes profundidades:

La profundidad de instalación se mide como la distancia vertical entre la superficie del terreno y la parte más baja del cable a menor profundidad del tendido (ver dibujos):



#### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Profundidad (m)	Cables enterrados en sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>	≤ 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

### 5 - Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares:

1º - Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares, de corta longitud. Se entiende por corta longitud, instalaciones tubulares que no superen longitudes de 15 metros (cruzamientos de caminos, carreteras, etc.). En este caso, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad, por cambio de sistema de instalación, si que se aplicaría por agrupamiento con otros circuitos si los hubiera.

2º - Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares de gran longitud. El coeficiente de corrección que deberá aplicarse a estos cables, dependerá del tipo de agrupación empleado (ver tablas). Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro interior del tubo respecto al del cable, no inferior a 1,5. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro envolvente de la terna deberá ser igual. Se recuerdan los inconvenientes que puede presentar el empleo de un tubo de hierro o de otro material ferromagnético, para la protección de un cable unipolar, por los calentamientos que podrían presentarse debido a fenómenos de histéresis y otros, por lo que se evitará esta forma de instalación.

Las tablas IX y IX bis contemplan directamente, entre otras, las intensidades de los cables enterrados bajo tubo.

#### CABLES CONECTADOS EN PARALELO

Cuando se prevean líneas constituidas por dos o más ternas en paralelo se aplicará un factor de corrección no superior a 0,9 para compensar el posible desequilibrio de intensidades entre los cables conectados a la misma fase. Además se deberá aplicar el correspondiente factor de corrección por agrupamiento.

#### CRITERIO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

##### Control de la caída de tensión.

La caída de tensión en el caso de los cables de media tensión, tiene poca importancia, a menos que se trate de líneas de gran longitud. Para determinarla, se pueden utilizar los datos aproximados de las tablas VII y VIII. (Ver ejemplo de cálculo nº 3).

#### CRITERIO DE LA SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

##### Control de calentamiento en cortocircuito.

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor esta última (I, en amperios) y su duración (t, en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I \cdot \sqrt{t} = K S$$

donde: K es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.  
S es la sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

En la hipótesis de que los conductores se hallaran inicialmente a la temperatura máxima de régimen y alcancen al final del cortocircuito la admisible en tal caso, el valor de K es de 142 y 94, según se trate de cables con conductores de cobre o de aluminio respectivamente. En el supuesto de que las condiciones de servicio permitieran considerar una temperatura de régimen más reducida, aumenta el salto de temperatura y la corriente de cortocircuito admisible sería por lo tanto más elevada.

- Las corrientes máximas de cortocircuito admisibles en los conductores vienen dadas en los gráficos I y II.

- Las corrientes de cortocircuito máximas tolerables en las pantallas se reflejan en las tablas XI y XII.

(Ver ejemplo de cálculo nº4).

#### ACCESORIOS

La confección de los accesorios (empalmes, terminales, conectores, pasatapas...) de los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE se simplifica notablemente con el empleo de accesorios normalizados y kits preparados con tal propósito. Ver apartado accesorios.

Como un empalme o un terminal deben tratar de conservar todo lo posible las características físicas del cable al que se aplican, los empalmes o terminales de los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE se realizan con la máxima simplicidad y fiabilidad, empleando materiales suministrados por PRYSMIAN SPAIN, S.A. elaborados con materiales similares a los utilizados en la fabricación de los cables.

Para los cables apantallados es necesario mantener la continuidad de la pantalla en los empalmes y elaborar deflectores de campo adecuados en los terminales, a fin de evitar solicitaciones eléctricas excesivas localizadas.

Durante el montaje de estos accesorios es de fundamental importancia eliminar la capa semiconductor aplicada sobre el aislamiento sin afectar lo más mínimo a este último con las herramientas de corte y/o extracción.

En los cables clásicos, de capa conductora extrusionada, para facilitar su retiro se puede calentar suave y cuidadosamente con una llama. Después deberá lijarse la superficie del aislante hasta eliminar completamente la capa de sustancia semiconductor que queda. En nuestros cables de hasta 30 kV, al ser fabricados en triple extrusión separable en frío, **no es necesario emplear calor para retirar la capa extrusionada conductora, ya que esta se retira con facilidad.** En todos los casos se limpiará cuidadosamente la superficie del aislamiento hasta asegurarse que se ha eliminado toda traza de material conductor.

### B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

#### RECOMENDACIONES PARA EL TENDIDO Y MONTAJE

Los radios mínimos de curvatura que el cable puede adoptar en su posición definitiva se pueden calcular en función del diámetro exterior del cable (D) y del diámetro del conductor (d):



- $10(D + d) \approx 15D$ , para los cables unipolares apantallados (con o sin armadura).
- $7,5(D + d)$ , para los cables multipolares apantallados (con o sin armadura)
- $16D$  para cables de 26/45 kV y 36/66 kV



Estos límites no se aplican a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su tendido, cuyos radios deben tener un valor superior ( $20D$  para cables hasta 36/66 kV).

Los esfuerzos de tracción pueden aplicarse a los revestimientos de protección (con manga de tiro), o a los conductores de cobre o de aluminio, recomendándose que las solicitaciones no superen los  $6 \text{ kg}/(\text{mm}^2 \text{ de sección del conductor})$  para cables unipolares y de  $5 \text{ kg}/\text{mm}^2$  para cables tripolares de cobre.

Para conductores de aluminio se aplicará un esfuerzo de  $3 \text{ kg}/\text{mm}^2$  tanto para conductores unipolares como tripolares. Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres (tipo M o MA); en este caso se aplicará el esfuerzo a la armadura, sin superar del 25 al 30 % de la carga de rotura teórica de la misma.

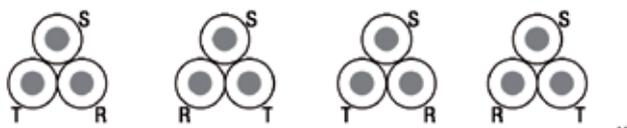
Los valores de tensión de tracción expuestos son de aplicación para tendidos pero no para la posición final estática del cable (recorridos verticales) en cuyo caso los valores máximos son muy inferiores.

Durante el tendido es conveniente detener el tiro del cable lo menos posible, es mejor mantener una baja velocidad de tiro que tener que arrancar de parado porque los rozamientos estáticos son superiores a los dinámicos.

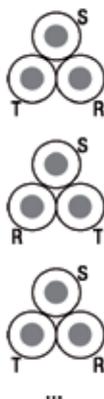
Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

- Ternas en un nivel:



- Ternas apiladas en diferentes niveles:



La temperatura del cable durante la operación de tendido, en una instalación fija, en toda su longitud y durante todo el tiempo de la instalación, en que está sometido a curvaturas y enderezamientos, no debe ser inferior a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a baja temperatura durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  manteniéndolo en recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

### CABLES ESPECIALES PARA MEDIA TENSIÓN

En PRYSMIAN SPAIN, S.A., le ofrecemos soluciones especiales en media y alta tensión a medida de la industria y las infraestructuras en general:

#### TRENZADOS AÉREOS



(Ver anexo A)

#### INTERIOR AEROGENERADORES



#### CONDUCTORES DESNUDOS AÉREOS



(Ver anexo A)

#### AFUMEX - MEDIA TENSIÓN

Aeropuertos



Túneles



Minas



#### TUNELADORAS Y ROZADORAS



#### OFF-SHORE



#### INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS



### C) CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

#### NORMATIVA

Tal como se ha indicado, los cables relacionados en el presente Catálogo satisfacen la Norma IEC 60502 para “Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV”, lo que incluye cualidades de los materiales que configuran cada uno de los componentes del cable, criterios de diseño, características dimensionales, así como los requisitos eléctricos que se les exige.

Además, PRYSMIAN SPAIN, S.A., tiene concedida la homologación de AENOR, correspondiente a cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco, para redes de media tensión de 12/20 kV y 18/30 kV. Esta especificación, adoptada por las Compañías Eléctricas, recoge las características constructivas y de ensayo exigibles al material a incorporar en sus redes de distribución. Estos cables están también recogidos en la norma UNE HD 620.

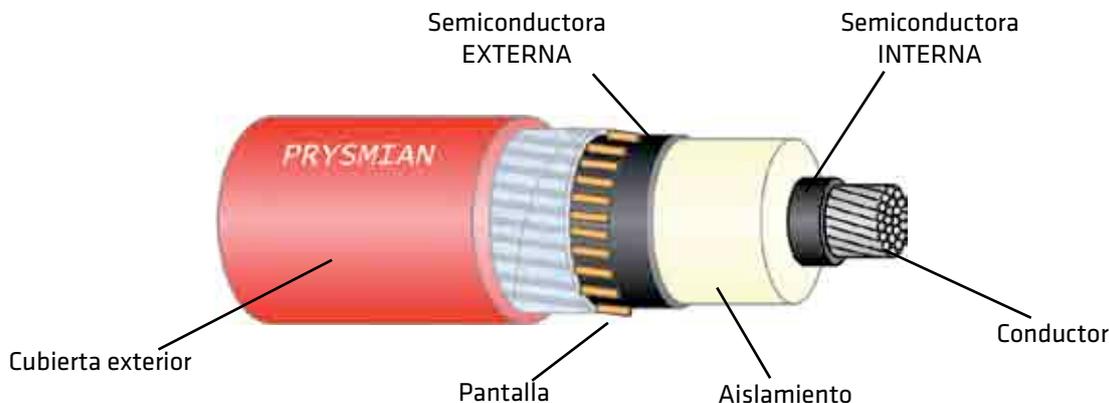
Los tipos de cables considerados son, como se ha dicho, con conductor de aluminio en las tensiones y secciones siguientes:

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Tensión nominal kV
50	6/10
95	8,7/15
150	12/20
240	18/30
400	

Estos cables se construyen mediante el proceso denominado de triple extrusión, con **la capa semiconductor externa separable en frío**, tipo TESF. Incorporan una pantalla metálica de alambres de cobre de sección total 16 mm<sup>2</sup> y la cubierta exterior es de un material de poliolefina especial con el espesor incrementado para mejorar la resistencia mecánica del cable y dificultar la penetración de humedad.

A continuación se indican las características generales de los diversos constituyentes que pueden conformar un cable EPROTENAX COMPACT (aislamiento de HEPR) o VOLTALÉNE (aislamiento de XLPE), así como los ensayos finales a que se someten los cables terminados.

#### DEFINICIONES Y DESCRIPCIONES



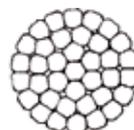
#### 1- CONDUCTOR

Los conductores de los cables están constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre recocido o de aluminio. La compactación se efectúa por un método patentado que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección.

(1) Si eventualmente entra agua en el interior del cable durante su instalación, o por causa accidental, y se desea evitar su propagación a lo largo de los huecos existentes entre los alambres que forman el conductor, estos alambres pueden fabricarse rellenos con un material obturador que impide dicha propagación. Los conductores satisfacen las especificaciones de las normas, tanto nacionales (UNE EN 60228), como internacionales (IEC 60228). En la tabla III se dan los valores de las resistencias eléctricas para las distintas secciones de los conductores.



Conductor, cuerda redonda normal



Conductor, cuerda redonda compacta

## C) CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

### 2 - CAPA SEMICONDUCTORA INTERNA

En los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE, el conductor va recubierto de una capa semiconductora, cuya función es doble:

- Impedir la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante. La capa semiconductora forma cuerpo único con el aislante y no se separa del mismo ni aún con las dobladuras a que el cable pueda someterse, constituyendo la verdadera superficie equipotencial del conductor. Los eventuales espacios de aire quedan bajo esta superficie y, por lo tanto, fuera de la acción del campo eléctrico.
- Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor. Dicha capa, gracias a su conductividad, convierte en cilíndrica y lisa la superficie del conductor, ya que puede concebirse como parte integrante del mismo, eliminando así los posibles focos de gran sollicitación eléctrica en el aislamiento.

### 3 - AISLAMIENTO

El aislamiento de los cables EPROTENAX COMPACT es una mezcla a base del polímero sintético “etileno-propileno de alto módulo” (designado con HEPR).

Sus características mecánicas, físicas, eléctricas, etc. son iguales o superan a las de las mejores gomas aislantes para cables empleadas hasta el momento, pero lo que la distingue particularmente es su mayor resistencia al envejecimiento térmico y su elevadísima resistencia al fenómeno de las “descargas parciales”, especialmente crítico en terrenos húmedos en ambientes contaminados, cuando se emplean otros aislamientos “secos”. Esta extraordinaria resistencia al efecto corona o a las descargas parciales, unida a sus excelentes características eléctricas, permite elevar el límite de seguridad del dieléctrico y elaborar, por tanto, con plena seguridad, cables aislados con goma, no sólo para las tensiones citadas en este Catálogo de hasta 30 kV, sino también hasta 150 kV, sin tener que recurrir a protecciones especiales contra la penetración de humedad en el cable.

Las características y prescripciones de prueba de la mezcla de etileno-propileno utilizada, responden a las mayores exigencias que se especifican en las principales Normas en uso, tanto nacionales como extranjeras. En la tabla I figura un resumen de tales características.

El aislamiento de los cables VOLTALENE está constituido por polietileno químicamente reticulado. Dicho aislamiento es un material termoestable que presenta buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90 °C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250 °C. La marcada estabilidad al envejecimiento, la elevada resistencia a los agentes químicos y la tenacidad mecánica y eléctrica, son las propiedades más destacadas que hacen del polietileno químicamente reticulado un material apropiado para el aislamiento de cables.

El polietileno reticulado empleado por PRYSMIAN, responde a todas las exigencias que se especifican en las principales normas de uso, en particular, la norma internacional IEC 60502. En la tabla I figura un resumen de sus características.

### 4 - CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA

La capa semiconductora externa está formada por una mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.

Como quiera que la íntima unión que debe existir entre el aislamiento y la capa semiconductora externa puede ocasionar serias dificultades de despegue tras la confección empalmes o terminales. Los cables PRYSMIAN se fabrican con una **capa semiconductora especial** que se separa fácilmente del aislamiento sin tener que recurrir a ningún útil, dejando el aislamiento completamente limpio, lo que redundará en una mayor fiabilidad de la instalación, ahorrando además mucho tiempo al instalador. Esta mezcla semiconductora externa separable en frío, denominada también como “easy stripping”, se emplea en los cables de hasta 30 kV.

### 5 - PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO:

Los cables EPROTENAX COMPACT de tensión superior a 3,6/6 kV deben ir apantallados y los cables VOLTALENE a partir de 1,8/3 kV. En los cables trifásicos se aplica una pantalla sobre cada uno de los conductores aislados.

Los cables EPROTENAX COMPACT de tensión 1,8/3 kV y 3,6/6 kV y VOLTALENE de tensión 1,8/3 kV pueden fabricarse en las dos versiones: apantallados o sin apantallar.

La pantalla está normalmente constituida por una envolvente metálica (cintas de cobre, hilos de cobre, etc.) aplicada sobre una capa semiconductora externa, la cual, a su vez, se ha colocado previamente sobre el aislamiento con el mismo propósito con que se coloca la capa semiconductora interna sobre el conductor.

#### • TRIPLE EXTRUSIÓN:

Respecto al proceso de fabricación, cabe indicar que la aplicación de la capa semiconductora sobre el conductor, el aislamiento y la capa semiconductora sobre el aislamiento, se realiza en una sola operación. Dicho proceso de fabricación se denomina Triple Extrusión. Este procedimiento es el más adecuado ya que **impide la incrustación de cuerpos extraños entre el aislamiento y capas conductoras**, y dadas las características de los materiales utilizados en la confección de dichas mezclas, se suprime el riesgo de ionización en la interfase. Esta tecnología confiere una calidad añadida a los cables PRYSMIAN, prolongando la vida útil de la instalación.

## C) CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

### • PANTALLA METÁLICA:

Las pantallas desempeñan distintas misiones, entre las que destacan:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- Evitar, o al menos reducir, el peligro de electrocuciones.

Las corrientes de cortocircuito que pueden soportar las partes metálicas de las pantallas, vienen dadas en la tabla XI, para las pantallas de cintas de cobre, en función del diámetro medio de la pantalla, y en la tabla XII, para las pantallas constituidas por hilos de cobre, en función de la sección total de los hilos. Bajo demanda se pueden fabricar cables con pantallas de mayor sección.

### PROTECCIONES CONTRA LA HUMEDAD (SÓLO CABLES TIPO VOLTALENE)

Los cables con aislamiento XLPE deben ser protegidos frente a la acción del agua para evitar un deterioro prematuro cuando el cable se encuentre en tensión. Lo más habitual es la utilización de barreras hinchantes en forma de cintas o hilos que bloqueen la propagación del agua a lo largo del cable por huecos de la pantalla o de la cuerda conductora. Los cables homologados por las compañías del grupo Endesa son obturados frente al agua en su pantalla (obtención longitudinal → AL RHZ1-OL, diseño tradicional y AL RH5Z1, nuevo diseño) y los homologados por Gas Natural Fenosa en su pantalla y en su conductor (doble obtención longitudinal → AL RHZ1-2OL). Una eventual perforación de la cubierta no impedirá la penetración de agua, pero sí la propagación libre entre huecos de la pantalla a lo largo de toda la línea multiplicando el riesgo de fallo eléctrico por el fenómeno de las arborescencias en el aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

En el caso de la obtención en el conductor evitaremos que las puntas del cable puedan verse inundadas por no haber sido adecuadamente taponadas durante el proceso de tendido de la línea (importante no olvidar este detalle). Los hilos hinchantes entre los hilos del conductor se expansionarán limitando la acción acuosa sólo a la punta del cable, estando protegida el resto de la línea.

**Los cables tipo EPROTENAX COMPACT no necesitan protección frente a la acción del agua porque su aislamiento de HEPR soporta sin apenas variación de sus buenas propiedades las eventuales filtraciones de agua en su pantalla o cuerda conductora.**

En cables donde se desee evitar la penetración de humedad en el aislamiento también puede sustituirse la pantalla de cintas en hélice o hilos de cobre por una cubierta extrusionada de plomo, que además de impermeabilizar el cable, realiza las funciones eléctricas propias de las pantallas metálicas.

Otra posibilidad para impedir la penetración del agua consiste en aplicar una cinta de cobre longitudinalmente, solapada y sellada. Esta cinta se adhiere fuertemente a la cubierta exterior. Si la sección de cobre que proporciona esta cinta no es suficiente para transportar la intensidad de cortocircuito requerida, la cinta se coloca sobre una corona de hilos de cobre de sección adecuada.

Tanto las cubiertas de plomo como las protecciones de cinta de cobre longitudinal sellada, que configuran la protección radial del cable a la penetración del agua, se complementan, generalmente con cintas hinchantes de material higroscópico.

### IDENTIFICACIÓN DE LAS ALMAS

El etileno-propileno de alto módulo empleado en el aislamiento de los cables EPROTENAX COMPACT ó el polietileno químicamente reticulado empleado en el aislamiento de los cables VOLTALENE es de un solo color. Para la identificación de las almas en los cables tripolares se utilizan tiras de distinto color (amarillo, verde y marrón) aplicadas en sentido longitudinal entre la capa conductora externa y la pantalla metálica.

### 6 - RELLENOS (SÓLO PARA CABLES TRIPOLARES)

En los cables tripolares, los conductores aislados y apantallados se cablean. Para dar forma cilíndrica al conjunto se aplica un relleno, y eventualmente una capa, extruídos, de un material apropiado que pueda ser fácilmente eliminado cuando hay que confeccionar empalmes o terminales.

### 7 - PROTECCIONES EXTERNAS

#### • CUBIERTA DE SEPARACIÓN (SÓLO PARA CABLES ARMADOS)

De acuerdo con las prescripciones de la norma IEC 60502, cuando la pantalla y la armadura están constituidas por materiales diferentes, deberán estar separadas por una cubierta estanca extruída. La calidad del material debe ser adecuada para la temperatura de trabajo del cable y sus características quedan definidas en la norma citada.

#### • ARMADURA (SÓLO PARA CABLES ARMADOS)

Las armaduras de los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE han sido estudiadas de forma que se conserve la ligereza y manejabilidad que caracteriza a este tipo de cables. Están constituidas por flejes o alambres metálicos dispuestos sobre un asiento apropiado y bajo la cubierta exterior, con lo que la armadura queda protegida de las corrosiones químicas o electrolíticas. Generalmente las armaduras de alambres se sujetan mediante una contraespira.

La armadura asume diversas funciones entre las que cabe distinguir:

- Refuerzo mecánico, aconsejable según la forma de instalación y utilización.
- Pantalla eléctrica antiaccidentística.
- Barrera de protección contra roedores, insectos o larvas.

### C) CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

---

Los tipos de armadura utilizados en los cables de las series EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE son los siguientes:

Para cables tripolares:

- dos flejes de hierro (tipo F).
- una corona de alambres de acero (tipo M).

Para cables unipolares:

- dos flejes de aluminio y sus aleaciones (tipo FA).
- una corona de alambres de aluminio y sus aleaciones (tipo MA).

#### • CUBIERTA EXTERIOR

Al ser las cubiertas una mezcla termoplástica, tienden a endurecerse a temperaturas inferiores a los 0 °C, aún cuando conservan cierta flexibilidad a temperaturas entre -10 °C y -15 °C las de PVC y hasta -30 °C la VEMEX y las AFUMEX. La única precaución a considerar es que las operaciones de tendido de los cables no deben realizarse a temperaturas inferiores a los 0 °C. Si un cable está fijo y no está sometido a golpes y vibraciones, puede soportar sin daño temperaturas de -50 °C.

#### A) Cubierta Vemex (DMZ1)

Para cables unipolares no armados sin mayor protección mecánica que la cubierta exterior, se utiliza la cubierta especial termoplástica VEMEX, desarrollada por PRYSMIAN. Este tipo de material conjuga una gran resistencia y flexibilidad en frío, con una elevada resistencia al desgarro a temperatura ambiente, a la vez que una muy alta resistencia a la deformación en caliente. En el caso de los cables VOLTALENE debe añadirse una muy baja permeabilidad al agua. El equilibrio conseguido con una adecuada formulación y las propiedades intrínsecas del polímero utilizado, se traducen en que el nuevo compuesto termoplástico tiene unas características mecánicas y una resistencia al medio ambiente activo excepcionales, permitiendo un mayor abanico de aplicaciones. Los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE con cubierta VEMEX presentan, respecto a los cables convencionales:

- Mayor resistencia a la absorción del agua.
- Mayor resistencia al rozamiento y a la abrasión.
- Mayor resistencia a los golpes.
- Mayor resistencia al desgarro.
- Mayor facilidad de instalación en tramos tubulares.
- Mayor seguridad en el montaje.

Todo ello hace que sea un cable idóneo para el tendido mecanizado. La tabla II indica las propiedades mínimas exigibles a la cubierta.

#### B) Cubierta PVC

Las cubiertas de PVC corresponden a la norma IEC 60502, al tipo ST2, y sus características se indican en la tabla II, permitiendo mantener en los cables armados la flexibilidad necesaria para su instalación.

Cabe destacar que con formulaciones adecuadas se obtienen mezclas de PVC de gran resistencia a los aceites y a los hidrocarburos a condición de que su acción no sea permanente. En casos muy particulares de utilización en industrias petroquímicas o donde pueda darse la circunstancia de una posible inmersión del cable en hidrocarburos, es aconsejable la utilización de una cubierta especial resistente a estos agentes.

Se recomienda muy especialmente que en las instalaciones en refinerías e industrias petroquímicas en general se utilicen estos cables con funda de plomo (protección P), bajo la cubierta, o bajo la armadura, en los casos en que el cable precise también de esta protección mecánica. La versatilidad de instalación de estos cables ofrece una solución satisfactoria a múltiples problemas al proyectista y al instalador.

El empleo de una cubierta de PVC ignifugado permite conferir la característica de no propagador del incendio al cable, propiedad aconsejable cuando deban prevenirse las graves consecuencias de un posible incendio.

#### C) Cubiertas AFUMEX

Cuando por razones del emplazamiento del cable, instalación en edificios, galerías, etc... se precise disponer de cables con nula emisión de halógenos y reducida opacidad deben emplearse cubiertas tipo Afumex que confieren a los cables las propiedades necesarias para superar los siguientes ensayos de fuego:

- No propagadores de la llama, según UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagadores del incendio, según UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24 (si aplica la categoría C)
- Baja emisión de humos opacos, según UNE EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases tóxicos, según NES 713 y NFC 20454.
- Libre de halógenos, según UNE EN 50267-2-1, IEC 60754-1
- Baja corrosividad de los humos, según UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2

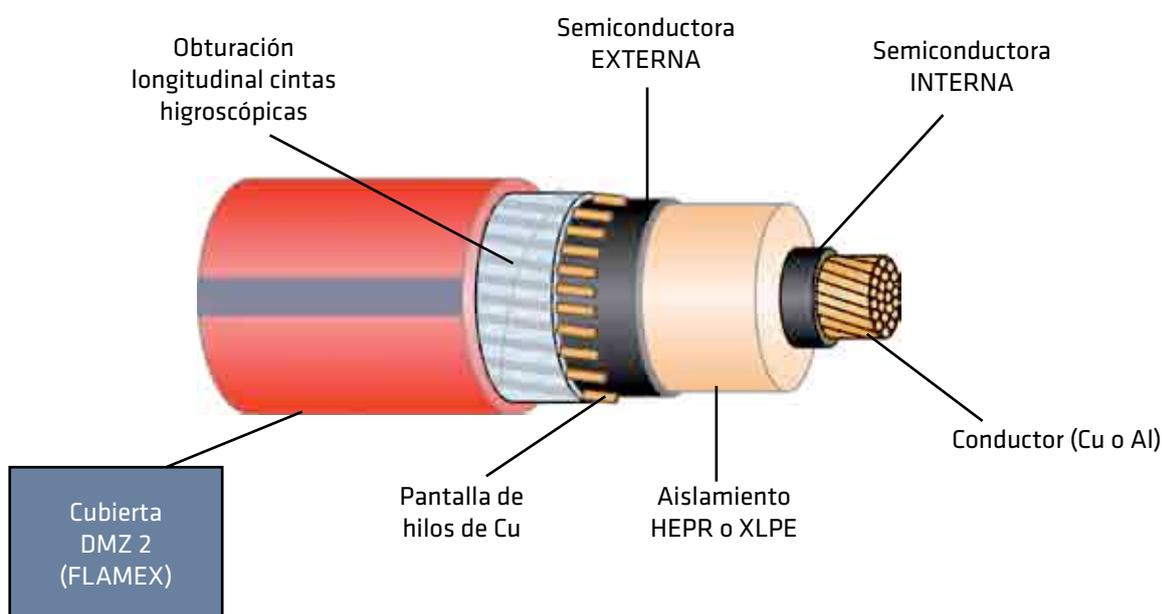
### D) NUEVOS CABLES DE MT CON PROPIEDADES FRENTE AL FUEGO MEJORADAS, VERSIONES S (SEGURIDAD) Y AS (ALTA SEGURIDAD)

Además de los tradicionales cables de MT con cubiertas de poliolefinas DMZ1 (RHZ1-OL, RHZ1 20L o HEPRZ1) existe una nueva gama de cables de seguridad (S) (no propagadores de la llama) y de alta seguridad (AS) (no propagadores de la llama ni del incendio).

En busca de mejorar la seguridad de las instalaciones, apareció en su día la cubierta VEMEX (DMZ1) a base de poliolefinas. Ésta cubierta permite al cable superar el ensayo de baja opacidad de humos, ser libre de halógenos, tener baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, y tener excelentes propiedades mecánicas. La cubierta, de color rojo, la llevan todos los cables convencionales de MT.

Actualmente, se dispone de dos tipos de cable adicionales que superan los ensayos comentados anteriormente, y además de buenas propiedades mecánicas, también superan los ensayos de no propagación de la llama y del incendio. Estos nuevos diseños están siendo incorporados por algunas compañías eléctricas para determinadas aplicaciones.

#### CABLES (S) NO PROPAGADORES DE LA LLAMA (cubierta FLAMEX DMZ2)



- 1.- Gracias a la cubierta FLAMEX (DMZ2), se supera además el ensayo de no propagación de la llama (ensayo de una muestra única de cable sometida a fuego durante 2 minutos). Se trata de los cables de seguridad (S), y se distinguen con una franja gris longitudinal sobre la cubierta roja.
- 2.- Con la cubierta FLAMEX y una capa retardante del fuego bajo la misma, conseguimos superar el ensayo de no propagación de la llama y el de no propagación del incendio (categoría B. Ensayo de fuego de varias muestras de cable durante 40 minutos). Ésta es la versión del cable de alta seguridad (AS). Se trata de un cable de idénticas características a los Afumex (AS) frente al fuego, pero con mejores propiedades mecánicas de la cubierta y superando en ensayo de categoría B de no propagación del incendio (más exigente que la categoría C). Se distinguen con dos franjas longitudinales de color verde.

**NOTA:** en zonas donde la propagación del fuego no sea despreciable (galerías, instalaciones interiores...) las exigencias de algunas compañías eléctricas son cable tipo AS exigiendo que supere la categoría B del ensayo de no propagación del incendio (UNE EN 60332-3-23) **y manteniendo unas buenas características de resistencia a la abrasión y penetración del agua.** El cable MT AS de Prysmian con franjas verdes supera el ensayo de no propagación del incendio categoría B.

La categoría B (UNE EN 60332-3-23) del ensayo de no propagación del incendio es más exigente que la categoría C (UNE EN 60332-3-24). Para superar el ensayo de categoría B el cable es sometido 40 minutos a la acción de las llamas y el volumen de material combustible del cable a ensayar es de 3,5 litros por metro de cable, para la categoría C el tiempo es de 20 minutos y 1,5 litros de material no metálico por metro de muestra. Recomendamos tener en cuenta este importante detalle a la hora de seleccionar el cable.

**Para aunar unas buenas características de resistencia a la abrasión, resistencia a la penetración del agua y cumplir la categoría B (UNE EN 60332-3-23) del ensayo de no propagación del incendio se dota al cable de una doble cubierta (ver dibujo).**

### D) NUEVOS CABLES DE MT CON PROPIEDADES FRENTE AL FUEGO MEJORADAS, VERSIONES S (SEGURIDAD) Y AS (ALTA SEGURIDAD)

#### CABLES (AS) NO PROPAGADORES DE LA LLAMA NI DEL INCENDIO (capa retardante + cubierta FLAMEX DMZ2)

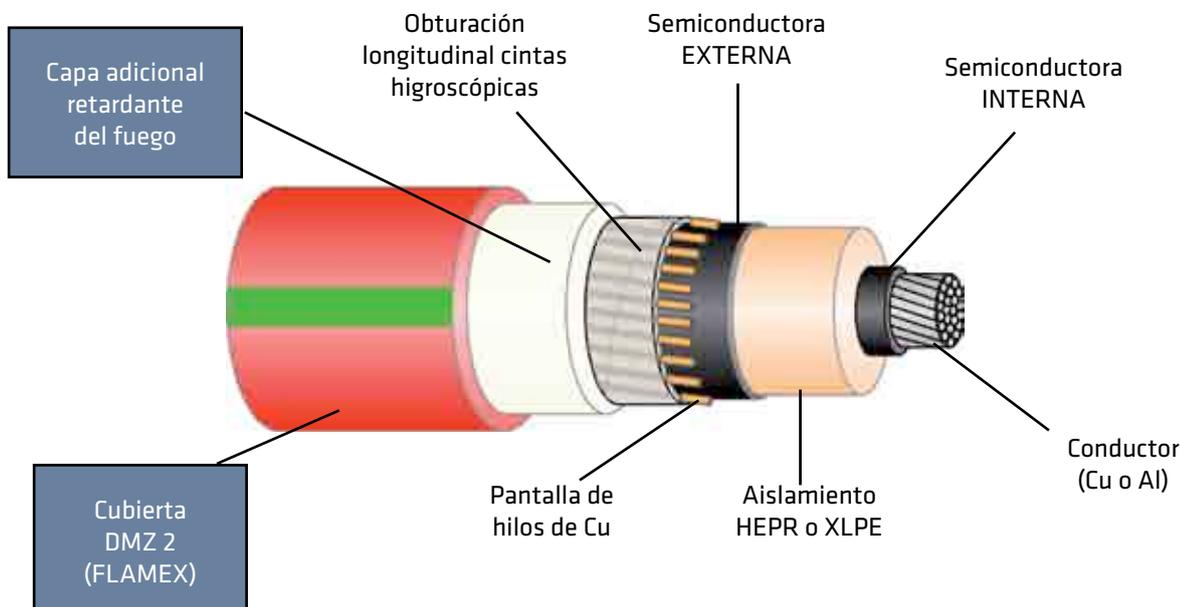


Tabla comparativa de cables de MT según su comportamiento frente al fuego:

Propiedades	Cables cubierta VEMEX (DMZ1)	Cables (S) cubierta FLAMEX (DMZ2)	Cables (AS) capa retardante + cubierta FLAMEX (DMZ2)
	 <b>(SIN FRANJA)</b>	 <b>FRANJA GRIS</b>	 <b>FRANJA VERDE</b>
No propagación de la llama <b>UNE-EN 60332-1-2</b>	NO	SI	SI
No propagación del incendio <b>UNE-EN 50266-2-3 (categoría B)</b>	NO	NO	SI
Libre de halógenos y gases ácidos <b>UNE-EN 50267 (HCl &lt;0.5%)</b>	SI	SI	SI
Opacidad de humos <b>UNE-EN 61034-2</b>	SI	SI	SI

DISEÑO STANDARD DE CABLES MT (homologados por compañías eléctricas)

CABLES CON PROPIEDADES MEJORADAS FRENTE AL FUEGO

### E) CABLES P-LASER, NUEVO HITO TECNOLÓGICO DE PRYSMIAN

Los cables para MT del futuro ya están aquí. Producto de una apuesta decidida de Prysmian por la mejora continua, años de trabajo e inversión en I+D+i han dado como resultado una nueva generación de cables que mejoran notablemente las características de los cables convencionales con aislamiento de XLPE o HEPR en todas las dimensiones imaginables.

En la búsqueda de una mejor respuesta a las necesidades de la sociedad, Prysmian revoluciona de nuevo el mundo de los cables de energía con una mejora generalizada de las propiedades de los cables para MT.

A finales de la década de los 90, Pirelli (hoy Prysmian) comenzó a estudiar materiales alternativos a los tradicionales extruidos con el objetivo de **mejorar tanto las características del material aislante** y del **proceso completo de producción** como de desarrollar un **material eco-compatible y reciclable**.

En el año 2003 se centró el desarrollo de la nueva tecnología en compuestos basados en polipropileno, en los laboratorios centrales de Milán. En 2005 ya se había fabricado el primer prototipo, un año después tuvo lugar la primera instalación para la compañía Enel (Italia).

Posteriormente el cable P-Laser fue conectado a la red de distribución holandesa y ya en el año 2008 se aprobó la primera edición de la norma italiana que lo contempla. En años posteriores se ha ampliado la gama de producto a otras tensiones y a otros diseños como los cables AIRBAG.



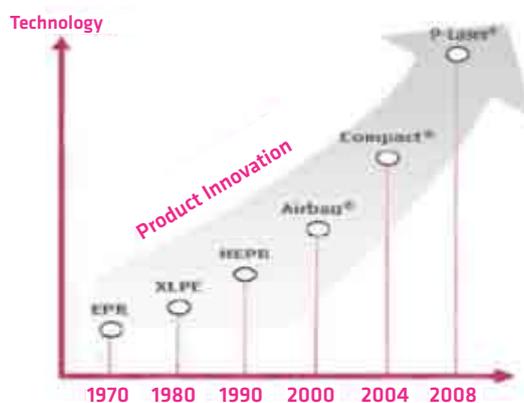
Cable P-Laser MT



Cable P-Laser Airbag MT

La revolucionaria tecnología P-Laser ha sido aplicada a todo tipo de cables para MT

Actualmente el cable P-Laser ya ha sido incorporado a los estándares europeos para cables de MT (**Cenelec HD 620**) y **más de 17000 km prestan servicio** desde el año 2006, incluyendo tendidos recientes para Iberdrola en España.



### LOS NUEVOS MATERIALES

Los numerosos estudios realizados en laboratorio con diferentes polímeros arrojaron la conclusión de que ciertas mezclas basadas en polipropileno (PP) presentaban un comportamiento y unas características que permitían pensar en una mejora global de los cables para MT.

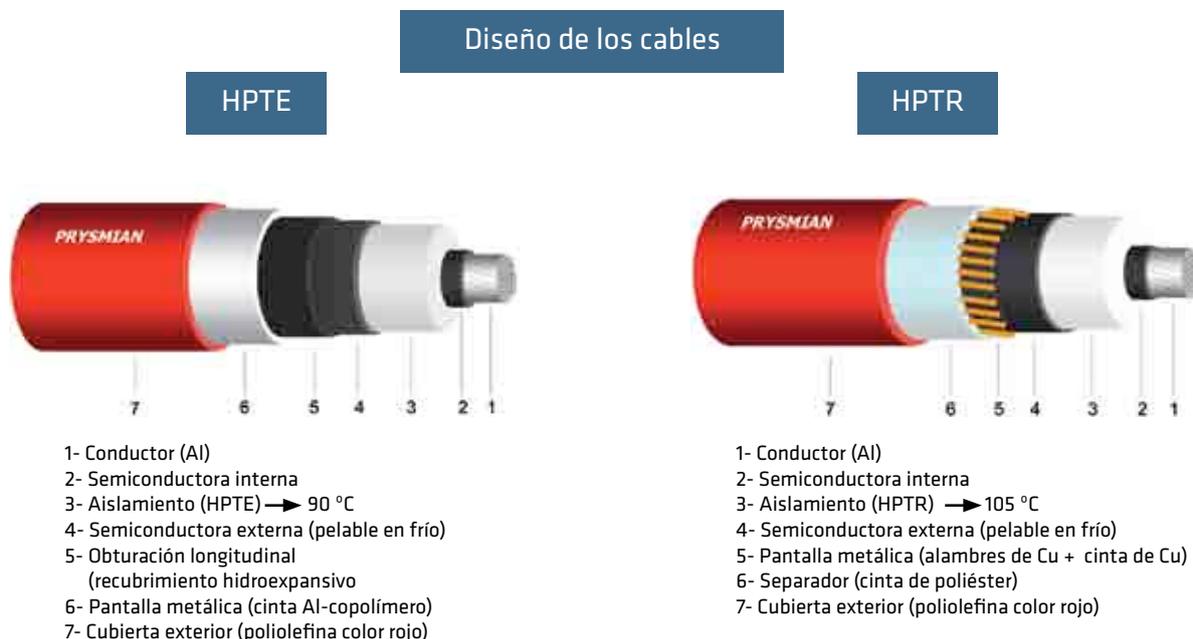
Los dos compuestos resultantes de la investigación poseen extraordinarias mejoras en el campo de los aislantes eléctricos superando las ya buenas propiedades de los tradicionales XLPE y HEPR:

- **HPTE** (High performing Polypropylene Thermoplastic Elastomer) como material alternativo al XLPE de MT para temperatura de servicio **90°C**.
- **HPTR** (High performing Propylene Thermoplastic Rubberlike) como material alternativo al HEPR de MT para temperatura de servicio **105°C**.

Estos nuevos materiales han sido sometidos a los rigurosos ensayos eléctricos y no eléctricos aplicables a los aislamientos XLPE o HEPR.

## E) CABLES P-LASER, NUEVO HITO TECNOLÓGICO DE PRYSMIAN

### DISEÑO DE LOS CABLES



#### Estructura de los dos tipos de cable P-Laser

Los cables P-Laser son totalmente compatibles con las líneas de empalmes, conectores separables y terminales convencionales.

Respecto a los ensayos tipo no eléctricos, estos tratan principalmente de poner a prueba las características mecánicas, físicas y químicas de todos los elementos del cable para asegurar su correspondencia con las especificadas en la Norma.

### VENTAJAS DE LOS CABLES P-LASER

Los cables P-Laser son el resultado de la aplicación de los nuevos aislantes HPTE y HEPT a los cables para MT.

Tres importantes ventajas explican el avance que representa la nueva tecnología de polímeros en el mundo de los cables eléctricos de energía:

#### 1.- Mejor respuesta en servicio. Incremento de temperatura de operación de hasta el 20 %

Los cables P-Laser pueden soportar temperaturas de hasta 130 °C sin perder sus buenas propiedades por lo que en caso de ser necesaria una sobresolicitación temporal en la red responden adecuadamente sin deterioro irreversible.

Todos sabemos que las congestiones de red o la generación eléctrica proveniente de energías renovables pueden ser difícil de predecir. Los cables P-Laser son la mejor respuesta a estas necesidades gracias a su mayor capacidad de transporte por su temperatura de emergencia hasta un 20 % superior a los cables convencionales de XLPE.

	XLPE	HEPR	P-LASER
Temperatura de servicio	hasta 90 °C	hasta 105 °C	hasta 110 °C
Temperatura de emergencia	105 °C	130 °C	130 °C
Rigidez dieléctrica	Excelente	Bueno	Excelente
Avería eléctrica	Muy bueno	Bueno	Excelente
Pérdidas dieléctricas	Excelente	Bueno	Excelente
Resistencia a la termopresión	105 °C	130 °C	130 °C
Manipulación	Buena	Excelente	Excelente

Tabla comparativa de las tecnologías convencionales de aislamiento seco y el revolucionario P-Laser.

Los valores de tangente de delta ( $\tan \delta$ ) de los nuevos P-Laser de Prysmian son muy cercanos a los cables con aislamiento convencional de XLPE y notablemente inferiores a los de aislamiento HEPR lo que se traduce en reducidas pérdidas en el aislamiento cuando el cable está en servicio. Este importante parámetro técnico tampoco ha sido descuidado en el diseño de los nuevos P-Laser.

### E) CABLES P-LASER, NUEVO HITO TECNOLÓGICO DE PRYSMIAN

#### 2.- Ecológico. Reducción del 80 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>

El cuidado del medio ambiente, como no podía ser de otra manera, fue uno de los objetivos de los nuevos diseños. P-Laser es un importante salto cualitativo por la enorme aminoración de su impacto ecológico. Está fabricado con material termoplástico **100 % reciclable**. Su innovador proceso de fabricación y tecnología cero gas incrementan notablemente la **eficiencia energética** y la **reducción de emisiones de gases contaminantes**.



**De 1 km de cable P-Laser de 1x185 mm<sup>2</sup> podemos recuperar 500 kg de plástico de alta calidad.**

#### 3.- Mayor disponibilidad

El proceso de fabricación de los cables P-Laser ha sido simplificado, los aislamientos termoplásticos no necesitan desgasificación y se puede fabricar el cable en una sola línea de producción ininterrumpidamente.

Se han conseguido integrar las fases de fabricación, lo que también ha racionalizado la cadena de suministro con importantes ahorros de tiempo de fabricación por eliminarse horas de espera y manipulación de producto semielaborado. Todo ello redunda en una interesante mejora del servicio al cliente y notables reducciones de plazos de entrega.

	Fabricación convencional		Fabricación P-Laser	
	Duración	Temperatura (°C)	Duración	Temperatura (°C)
Aislamiento	11 horas	130-300		
Desgasificación	48+24 horas	80	5 horas	200
Cubierta	8 horas	200		
<b>Total</b>	<b>91 horas (4 días)</b>	<b>-</b>	<b>5 horas (-94 %)</b>	<b>-</b>

La simplificación de procesos que permiten los cables P-Laser reducen notablemente incertidumbres de fabricación y suministro

## F) ENSAYOS

### PRUEBAS SOBRE CABLES EN FÁBRICA

Una vez finalizado el proceso de fabricación, durante el cual el producto ha sido sometido a controles intermedios, se realizan sobre los cables una serie de ensayos destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos a realizar están definidos en la Norma IEC 60502 para los cables desde 1 a 30 kV, y en la Norma UNE HD 632 e IEC 840 para los cables de tensión superior a 30 kV.

Estas normas dividen los ensayos a realizar en tres grupos denominándolos ensayos individuales, especiales y tipo.

- Los ensayos individuales se efectúan sobre todas las piezas de cable terminado. Tienen por finalidad comprobar que el conductor y el aislamiento están en buen estado.
- Los ensayos especiales se realizan sobre un número determinado de muestras extraídas de las piezas de cable fabricadas. Su finalidad es la de comprobar que el cable responde a las especificaciones de su diseño.
- Los ensayos tipo se realizan sobre el cable antes de su comercialización con el fin de comprobar que las características de servicio sean satisfactorias para la utilización prevista. Una vez realizados, no es necesario repetirlos a menos que se introduzcan modificaciones en los materiales o en la construcción del cable.

### ENSAYOS INDIVIDUALES

Los ensayos individuales para cables de tensión nominal desde 1 kV hasta 30 kV son los siguientes:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor. Se admiten como valores máximos los indicados en la tabla III (ver páginas generales de datos de los cables).
- Ensayo de tensión. Se aplica el valor eficaz que corresponda de acuerdo con la tabla V, durante 5 minutos. La tensión se aplica entre conductor y pantalla.
- Ensayo de descargas parciales. Este ensayo debe realizarse, para cables aislados con polietileno reticulado, cuya tensión nominal sea superior a 1,8/3 kV y para cables aislados con goma de etileno-propileno, cuya tensión nominal sea superior a 3,6/6 kV.  
La magnitud de las descargas parciales a la tensión indicada en la tabla V (la tensión se aplica entre conductor y pantalla) no debe ser superior a 10 pC.

Para cables de tensión nominal superior a 30 kV, los ensayos individuales a realizar son los siguientes:

- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo eléctrico de la cubierta exterior.

### ENSAYOS ESPECIALES

Los ensayos especiales para cables de hasta 30 kV son los siguientes:

- Examen del conductor. Se verifica que el conductor cumple lo indicado en la Norma UNE EN 60228.
- Verificaciones dimensionales. Se comprueban las medidas de los espesores de aislamiento, cubiertas, alambres, flejes, etc. de los distintos constituyentes del cable.
- Ensayo eléctrico. Para cables de tensión nominal superior a 3,6/6 kV consiste en un ensayo de tensión de 4 horas de duración.

Los ensayos especiales para cables de más de 30 kV son:

- Examen del conductor.
- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Medida de los espesores de aislamiento y cubiertas.
- Ensayo de alargamiento en caliente del aislamiento.
- Medida de la capacidad.

### ENSAYOS TIPO

Estos ensayos se dividen en dos grupos según sean eléctricos, o no.

Los ensayos tipo eléctricos, para cables de media tensión o alta tensión, consisten en una serie de pruebas a realizar consecutivamente sobre una muestra de cable, entre las que destacan el ensayo de doblado, la medida de la  $\tan \delta$  en función de la temperatura y de la tensión, el ensayo de ciclos de calentamiento y el ensayo de tensión a impulsos.

Respecto a los ensayos tipo no eléctricos, estos tratan principalmente de poner a prueba las características mecánicas, físicas y químicas de todos los elementos del cable para asegurar su correspondencia con las especificadas en la norma.

### G) NUEVO SISTEMA EXCLUSIVO PRY-CAM. COMPROBACIÓN DE AISLAMIENTOS PARA MT Y AT SIN INTERRUPCIÓN DE SUMINISTRO

El Grupo Prysmian ha desarrollado una nueva tecnología con sensor wireless que permite medir las descargas parciales en los aislamientos de una red, sin necesidad de manipular el sistema de cable, ni interferir en el régimen de explotación de la línea. Este sistema está especialmente diseñado para proporcionar diagnóstico preciso del estado del aislamiento de líneas de media o alta tensión, así como de transformadores y otro tipo de componentes.



El sistema Pry Cam es una solución portátil y de fácil manejo, que permite detectar, procesar y clasificar las señales emitidas mediante un sistema wireless (sin hilos). Este proceso de descargas parciales permite evaluar el estado en el que se encuentra el aislamiento de los sistemas eléctricos sometidos a un campo eléctrico de valor elevado.

**Este sistema permite tanto la realización de un diagnóstico preciso del estado de la red eléctrica para evitar o minimizar los cortes de suministro por fallo de componentes, así como su continua monitorización para planificar con antelación la sustitución de los mismos. Al mismo tiempo permite realizar un mantenimiento preventivo/predictivo de las líneas, garantizando en todo momento la seguridad de los operarios.**

#### CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

- Detecta la onda completa, no sólo los pulsos.
- El diseño innovador del sensor permite la detección remota de pequeñas señales emitidas por las descargas parciales y la sincronización directa con la onda de tensión.
- El sincronismo inalámbrico no requiere de un sensor externo.
- El sistema de adquisición de datos permite captar con precisión, grabar y procesar la forma de onda de cada pulso.
- Gran potencia de filtrado de ruidos y mecanismos de detección.
- Software innovador para el análisis y procesado de los datos obtenidos.

#### VENTAJAS

La tecnología tradicional requiere la desconexión de la línea para poder conectar los equipos de medida y realizar el diagnóstico. El innovador sistema PRY-CAM realiza las medidas con la línea en servicio.

Ello comporta:

- Grandes ahorros en costes.
- Mejora en la prevención de averías (posibilidad de más chequeos).
- Garantiza la seguridad de sus operarios (medida no invasiva).

Además:

- Se trata de un equipo de dimensiones muy reducidas que permite realizar medidas en cualquier ubicación y no requiere de grandes recursos para su transporte.
- Información precisa y diagnóstico claro: localización exacta del defecto.

#### APLICACIONES

El sistema PRY-CAM es exclusivo de Prysmian. Está especialmente diseñado para determinar un diagnóstico ajustado en líneas de media y alta tensión, así como transformadores y otro tipo de componentes en redes de transporte y distribución de energía, parques eólicos y fotovoltaicos, industrias, líneas férreas, etc...

**Contacte con Prysmian si desea ampliar información sobre el sistema PRY-CAM o solicitar oferta para hacer un diagnóstico del estado de aislamiento de un sistema de media o alta tensión.**

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN EN MT (utilización de datos iniciales catálogo)

$S = 8,5$  MVA Potencia aparente  
 $U = 20$  kV Tensión entre fases  $\rightarrow$  Tensión nominal del cable 12/20 kV  
 $\cos \varnothing = 0,8$   
 $L = 200$  m Longitud de la línea  
 Una terna de cables AL EPROTENAX COMPACT soterrados bajo tubo en condiciones estándar (profundidad 1 m, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica del terreno, 1,5 K·m/W).



#### Intensidad de corriente:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \rightarrow I = S / (\sqrt{3} \cdot U)$$

$$I = 8500 \times 10^3 / (\sqrt{3} \times 20000) \approx 245 \text{ A}$$

#### SECCIÓN POR CALENTAMIENTO ( $I_{\max}$ ADMISIBLE)

Página 97, tabla para cables de Al o tabla 12 de la ICT-LAT 06

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
120	320	280	245	230	235	215
<b>150</b>	<b>360</b>	315	275	<b>255</b>	265	240
185	415	360	315	290	295	275

Sección por calentamiento = 1 x 150 (Al)

#### Caída de tensión:

$$\Delta U = L \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot ((R \cdot \cos \varnothing) + (X \cdot \sin \varnothing))$$

$L$ : Longitud de la línea en km = 0,2 km  
 $I$ : Intensidad en A = 245 A  
 $R$ : Resistencia de la línea en  $\Omega$  /km = 0,277 W /km  
 $\cos \varnothing = 0,8 \rightarrow \sin \varnothing = 0,6$

#### Página 95

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en $\Omega$ /km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
120	0.206	0.340	0.209	0.343
<b>150</b>	0.168	<b>0.277</b>	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

X : reactancia de la línea en  $\Omega / \text{km} = 0,110 \Omega / \text{km}$

Página 96

Sección nominal $\text{mm}^2$	Reactancia X en $\Omega / \text{km}$ por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
<b>150</b>	0.093	0.096	0.102	0.108	<b>0.110</b>	0.115	<b>0.118</b>
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113

Por tanto...

$$\Delta U = 0,2 \times 245 \times \sqrt{3} \times ((0,277 \times 0,8) + (0,110 \times 0,6))$$

$$\Delta U = 24,41 \text{ V}$$

#### Intensidad de cortocircuito admisible:

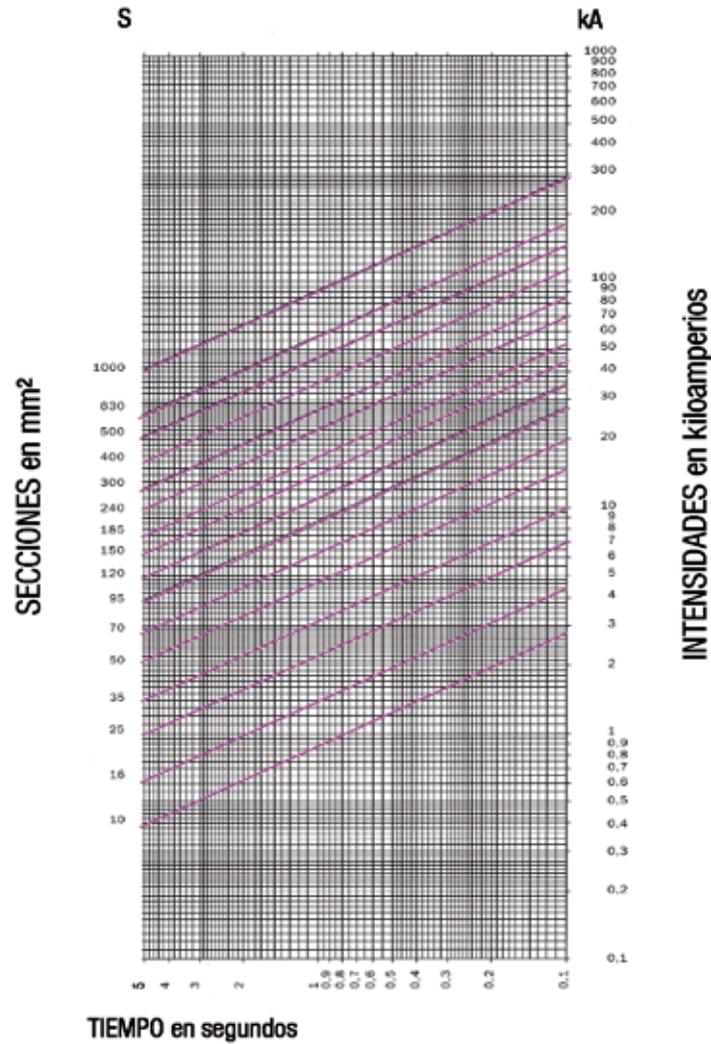
1. Cortocircuito monofásico (entre fase y pantalla)

Como nuestro cable pantalla de  $16 \text{ mm}^2$  de carcasa de alambres de Cu nos vamos a la tabla XII de la página 99.

Diámetro medio de pantalla mm	Duración del cortocircuito, en seg.								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
<b>16</b>	<b>8320</b>	<b>6080</b>	<b>5090</b>	<b>4110</b>	<b>3130</b>	<b>2700</b>	<b>2440</b>	<b>2270</b>	<b>2150</b>
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

$$I_{cc} = 3130 \text{ A en 1s}$$

### 2. Cortocircuito polifásico (entre fases). **Página 101**



#### Radio de curvatura mínimo



- $10(D + d)$ , para los cables unipolares apantallados y para los armados o con conductor concéntrico.
- $7,5(D + d)$ , para los restantes tipos.
- $16D$  para cables de 26/45 kV



#### Página 88

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø exterior mm	Peso kg/km
Tipo H (no armado)		
1 x 120	30	1093
<b>1 x 150</b>	<b>32</b>	<b>1200</b>
1 x 185	33,2	1369

#### Página 83

Sección mm <sup>2</sup>	d cuerda mm	d' Semic. int. mm
120	12,7	13,7
<b>150</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
185	16,1	17,1

$$\text{Radio de curvatura} = 10 \cdot (D + d) = 10 \cdot (32 + 14) = 460 \text{ mm} \approx 15D$$

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### CÁLCULO DE SECCIÓN POR INTENSIDAD ADMISIBLE. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

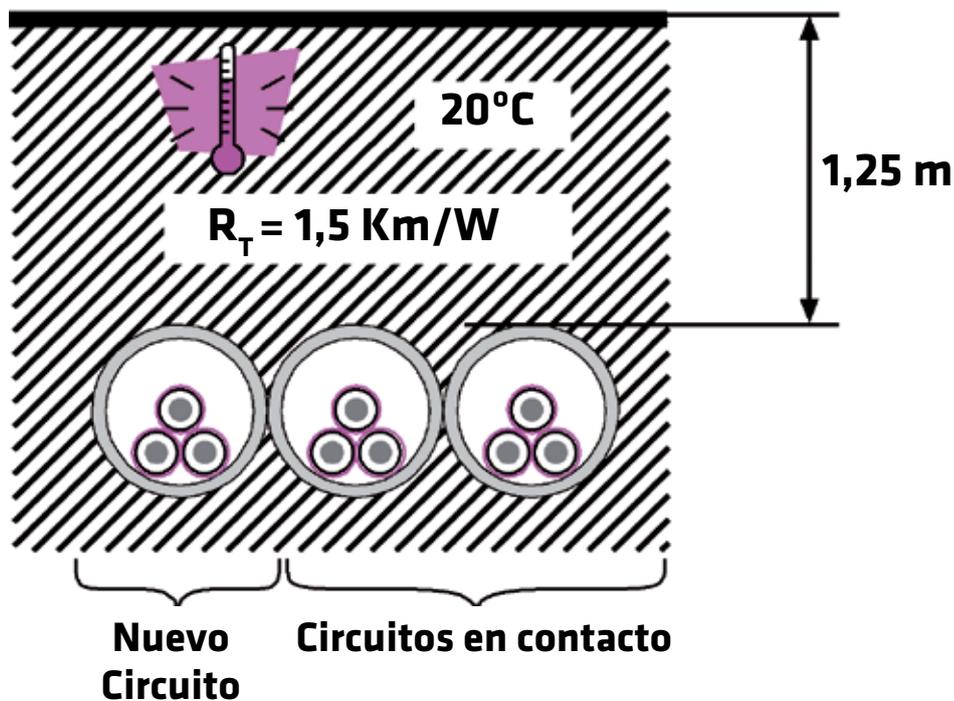
El cálculo de sección por el criterio de la máxima intensidad admisible es algo bastante sencillo, lo explicamos con un ejemplo de instalación cuyas condiciones se desvían del estándar de las tablas de la ITC-LAT 06.

Supongamos una instalación con las siguientes características:

- Intensidad de la línea: 280 A
- Cables unipolares Al Voltalene (aislamiento XLPE) enterrados bajo tubo (los tres cables en un tubo)
- Temperatura del terreno 20 °C
- Resistividad térmica del terreno 1,5 K·m/W
- Agrupación con otros 2 circuitos adicionales en cto.
- Instalación enterrada a 1,25 m



Cable Al Voltalene



El RLAT fija como estándares para tendidos subterráneos de media tensión bajo tubo las siguientes condiciones:

- Terno de cables unipolares enterrados bajo tubo
- Temperatura del terreno: 25 °C
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Circuito único (sin influencia térmica de otros cables en el entorno)
- Profundidad de instalación: 1 m

Por tanto, éstas son las condiciones para las que se han calculado las intensidades máximas admisibles para cables hasta 18/30 kV en instalaciones enterradas bajo tubo (tabla 12 de la ITC-LAT 06 o tabla IX de los cables tipo Voltalene).

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Al</b>					
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
<b>95</b>	<b>255</b>	235	<b>205</b>	<b>190</b>	200	180
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	305	<b>260</b>	<b>245</b>	255	230
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	405	<b>345</b>	<b>320</b>	330	305
300	520	465	390	365	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

Cualquier desviación de las condiciones estándares, como es el caso que nos ocupa, debe ser afectada de los coeficientes de corrección que figuran en las tablas 7, 8, 10 y 11 de la citada ITC-LAT 06 (o tablas 1 y 2 de la página 17 y 3 y 4 de la página 18 de este catálogo).

De la tabla 7 del RLAT (o tabla 1, pág 14 del catálogo) obtenemos el coeficiente de corrección por temperatura distinta del estándar de 25 °C. Al ser de 20 °C la temperatura del terreno en nuestro ejemplo, como vemos el coeficiente de corrección por temperatura será de 1,04. Al tratarse de una temperatura inferior a 25 °C el coeficiente es superior a 1 pues el cable disipará mejor a temperatura más baja el calor generado por efecto Joule.

Temperatura de servicio, $\Theta_s$ , en °C	Temperatura ambiente $\Theta_v$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (Eprotenax Compact)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (Voltalene)	1,11	1,07	<b>1,04</b>	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

$$K_T = 1,04$$

En la tabla 8 (o tabla 2, pág, 17 del catálogo) tenemos los factores de corrección para resistividad térmica. Como la resistividad de nuestro caso coincide con el estándar, el coeficiente será lógicamente 1.

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K·m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

$K_R = 1$

Al estar influido nuestro circuito por otros 2 en contacto, deberemos aplicar el correspondiente coeficiente por agrupamiento de la tabla 10 del RLAT (o tabla 3 de la página 18 del catálogo). Y vemos la importancia de esta proximidad de circuitos (fuentes de calor), el coeficiente a aplicar es 0,7.

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d = 0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

$K_A = 0,70$

Y por último la profundidad también debe ser considerada al ser distinta al valor de referencia de 1 m. 1,25 m de profundidad nos aportan un coeficiente de 0,98 en la tabla 11 del RLAT (o tabla 4 de la página 18) suponiendo de inicio que la sección resultado será superior a 185 mm<sup>2</sup>, algo previsible pues partimos de una intensidad de 280 A.

## H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Profundidad (m)	Cables enterrados en sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>	≤ 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

$K_p = 0,98$

Resumiendo:

$K_T = 1,04$  (temperatura)  
 $K_R = 1,00$  (resistividad térmica)  
 $K_A = 0,70$  (agrupamiento)  
 $K_p = 0,98$  (profundidad)

$$I' = I_{\text{tabla 12}} \cdot K_T \cdot K_R \cdot K_A \cdot K_p$$

$$I' \geq 280 \text{ A}$$

La sección cuya intensidad corregida  $I'$  sea mayor que  $I = 280 \text{ A}$  (dato inicial) será la adecuada.

Probamos con el cable de 300 mm<sup>2</sup> para ver si cumple la condición. Tomamos el valor de intensidad de la tabla 12 y aplicamos los coeficientes.

Se corresponde con la tabla IX de los cables Voltalene de este catálogo.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Al</b>					
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
<b>95</b>	<b>255</b>	235	<b>205</b>	<b>190</b>	200	180
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	305	<b>260</b>	<b>245</b>	255	230
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	405	<b>345</b>	<b>320</b>	330	305
300	520	465	390	<b>365</b>	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

$I' = 365 \times K_T \cdot K_R \cdot K_A \cdot K_p = 365 \times 1,04 \times 1,00 \times 0,70 \times 0,98 = 260,4 \text{ A} < 280 \text{ A}$  y por tanto la sección de  $300 \text{ mm}^2$  no satisface la intensidad admisible que necesitamos.

Probamos con la siguiente sección,  $400 \text{ mm}^2$ :

Sección nominal $\text{mm}^2$	Tensión nominal					
	90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Al</b>					
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
<b>95</b>	<b>255</b>	235	<b>205</b>	<b>190</b>	200	180
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	305	<b>260</b>	<b>245</b>	255	230
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	405	<b>345</b>	<b>320</b>	330	305
300	520	465	390	365	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

$I' = 415 \times K_T \cdot K_R \cdot K_A \cdot K_p = 415 \times 1,04 \times 1,00 \times 0,70 \times 0,98 = 296,1 \text{ A} > 280 \text{ A}$  y por tanto la sección de  **$400 \text{ mm}^2$**  sería la sección a instalar.

Ahora procedería comprobar si se cumple el criterio de la caída de tensión y del cortocircuito máximo admisible para saber si la sección de  $400 \text{ mm}^2$  es la mínima que cumple los requisitos técnicos.

Recomendamos, que una vez se sepa el valor de la sección mínima admisible técnicamente se haga el cálculo de la sección económica y se tengan en cuenta las reducciones de emisiones de  $\text{CO}_2$  que puede conseguir con secciones superiores por reducción de las pérdidas resistivas. Con secciones superiores conseguirá además: prolongar la vida útil de la línea al ir más descargada, mejorar la respuesta a fenómenos transitorios y tener la posibilidad de aumentar la potencia en un futuro sin cambiar de cable.

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO DE CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSION

El cálculo de sección por el criterio de la máxima intensidad admisible es algo bastante sencillo, lo explicamos con un ejemplo de instalación cuyas condiciones se desvían del estándar de las tablas de la ITC-LAT 06.

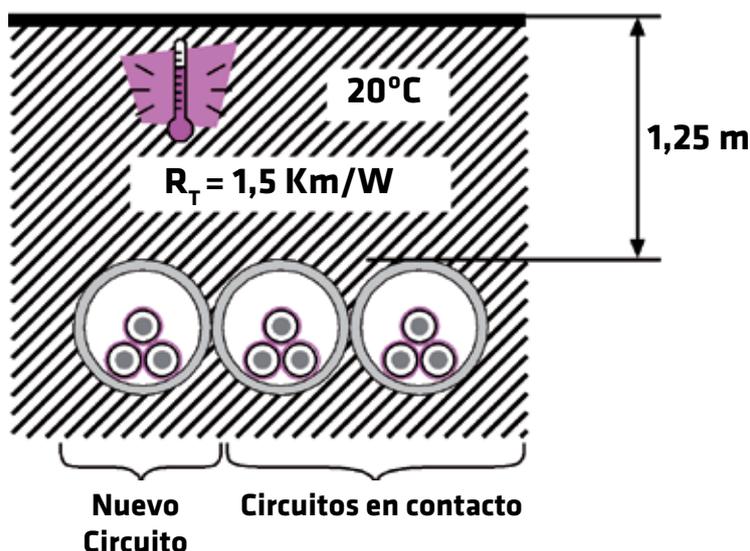
Supongamos una instalación con las siguientes características:

Partiremos de los datos de la línea utilizada en el anterior artículo técnico sobre aplicación de coeficientes de corrección.

- Intensidad de la línea: 280 A
- Cables unipolares Al Voltalene de 12/20 kV (aislamiento XLPE) enterrados bajo tubo (los tres cables en un tubo)
- Temperatura del terreno 20 °C
- Resistividad térmica del terreno 1,5 K·m/W
- Agrupación con otros 2 circuitos adicionales en cto.
- Instalación enterrada a 1,25 m
- Longitud de la línea: 800 m
- Tensión de línea 20 kV
- $\cos\varphi = 0,9$



Cable Al Voltalene



En estas condiciones recordemos que la sección por el criterio de la intensidad admisible es de 400 mm<sup>2</sup> dado que al aplicar los coeficientes de corrección (ya que las condiciones de la línea se desvían del estándar) al valor de la intensidad tabulada para cable con aislamiento de XLPE de aluminio nos satisfacía la condición siguiente (ver ejemplo anterior):

$$I' = 415 \times K_T \cdot K_R \cdot K_A \cdot K_p = 415 \times 1,04 \times 1,00 \times 0,70 \times 0,98 = 296,1 \text{ A} > 280 \text{ A (ver ejemplo anterior)}$$

Siendo 415 A la intensidad máxima admisible para cable de 400 mm<sup>2</sup> en condiciones estándares (ver tabla 12, ITC-LAT 06) y  $K_T$ ,  $K_R$ ,  $K_A$  y  $K_p$  los coeficientes de corrección por temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupamiento y profundidad de nuestra instalación respectivamente.

Con un simple cálculo podemos saber la caída de tensión máxima en la línea. Toda vez que sabemos que el valor aproximado de la caída de tensión en un sistema trifásico se obtiene con la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

Donde:

$\Delta U$ : es la caída de tensión en V

L: longitud de la línea en km

I: intensidad de corriente que recorre la línea en A

R: resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  (valores reflejados en este catálogo)

X: reactancia de la línea en  $\Omega/\text{km}$  (valores reflejados en este catálogo)

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Tomando los valores de R y X que, para cable Al Voltalene de 1x400 de 12/20 kV, figuran en las páginas 119 y 120...

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 0,8 \times 280 \times (0,105 \times 0,9 + 0,101 \times 0,436) = 53,75 \text{ V}$$

Expresado porcentualmente, sabiendo que la tensión de línea es de 20 kV:

$$\Delta U = 51,66/20000 \times 100 \approx 0,27 \%$$

Los valores calculados parten de la suposición de tener el cable a máxima sollicitación térmica, pues la resistencia introducida en la fórmula (0,105  $\Omega$ /km) está calculada a 90 °C (máxima temperatura en cables con aislamiento de XLPE) tal y como dice la tabla del catálogo.

Si queremos saber la caída de tensión a la temperatura real del conductor, debemos calcular la resistencia a esa temperatura real y por tanto conocer su valor.

Para ello recurrimos a la fórmula de cálculo de la temperatura del conductor:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \left( I/I_{max} \right)^2$$

Donde:

$T_{amb}$ : temperatura ambiente de la instalación (20 °C en nuestro caso)

$T_{max}$ : temperatura máxima que puede soportar el conductor (90 °C para el cable Al Voltalene de nuestro ejemplo)

I: intensidad que recorre el conductor (280 A)

$I_{max}$ : intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación (296,1 A). Este es el valor máximo de corriente que podría circular por el conductor en las condiciones de instalación en las que se encuentra.  
(Ver cálculo realizado anteriormente con los coeficientes de corrección)

Por tanto:

$$T = 20 + (90 - 20) \cdot (280/296,1)^2 = 82,6 \text{ °C}$$

Y la resistencia de un conductor a una temperatura X determinada se obtiene con la siguiente expresión:

$$R_T = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

Donde:

$R_T$ : valor de la resistencia del conductor en  $\Omega$ /km a la temperatura T

$R_{20}$ : valor de la resistencia del conductor a 20 °C (valor típicamente tabulado). Al cable de 400 mm<sup>2</sup> de aluminio corresponde una resistencia de 0,0778  $\Omega$ /km a 20 °C (página 118).

$\alpha$ : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C<sup>-1</sup> (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al)

T: temperatura real del conductor (°C)

Sustituyendo:

$$R_{82,6} \text{ °C} = 0,0778 \times (1 + 0,00403 \times (82,6 - 20)) = 0,097 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Con lo que la caída de tensión a la temperatura a la que realmente está el conductor será de:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 0,8 \times 280 \times (0,097 \times 0,9 + 0,101 \times 0,436) = 50,95 \text{ V}$$

Y en tanto por ciento:

$$\Delta U = 50,95/20000 \times 100 = 0,25475 \%$$

Como vemos el valor es inferior que anteriormente porque en el caso anterior se supuso el cable a 90 °C.

No han salido valores muy dispares por estar el cable sometido a una intensidad cercana al máximo admisible (280 A está cercano a 296,1 A), si fuera más distante por dominar, por ejemplo, el criterio de cortocircuito frente al de la intensidad admisible el valor calculado según este último método reflejaría una diferencia mayor.

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN POR CORTOCIRCUITO

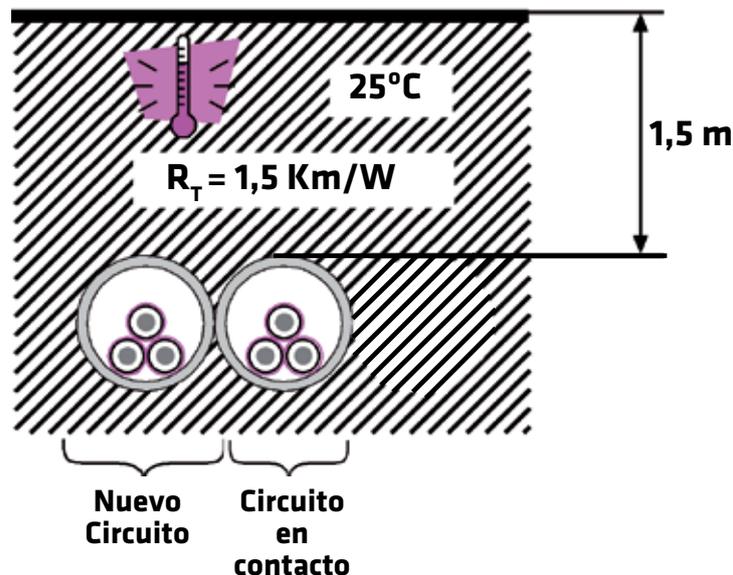
Partiendo de un valor de potencia de cortocircuito máximo y del tiempo de disparo de las protecciones se puede obtener la sección que nos garantice la respuesta adecuada del cable a tal sollicitación. Siguiendo las indicaciones del RLAT calculamos paso a paso la sección de conductor a instalar en una línea de MT según el criterio del cortocircuito.

Datos de la instalación:

- Potencia de la línea:  $S = 2500 \text{ kVA}$
- Potencia de cortocircuito:  $S_{cc} = 400 \text{ MVA}$
- Tiempo de disparo de las protecciones:  $t_{cc} = 0,3 \text{ s}$
- Tensión de la línea:  $U = 18 \text{ kV}$
- Temperatura del terreno:  $T_{amb} = 25 \text{ °C}$
- Resistividad térmica del terreno:  $R_T = 1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$
- Instalación enterrada a  $1,5 \text{ m}$
- Agrupación con otro circuito adicional en contacto
- Cables unipolares Al Eprotenax Compact 12/20 kV (aislamiento HEPR) directamente enterrados



Al Eprotenax Compact



Primeramente calculamos la sección por el criterio de la intensidad admisible.

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I = \frac{2500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 1800} = 80,2 \text{ A}$$

Como las condiciones de la línea difieren de las estándares para las que se han calculado las intensidades admisibles de la tabla 6 de la ITC-LAT 06 del RLAT (intensidades para cables directamente enterrados) o tabla IX de cables tipo Eprotenax Compact debemos utilizar coeficientes de corrección.

Profundidad de instalación  $1,5 \text{ m} \rightarrow K_p = 0,97$  (tabla 11, ITC-LAT 06 o tabla del punto 4 de la página 18 de este catálogo)

Agrupación con otro circuito  $\rightarrow K_A = 0,76$  (tabla 10, ITC-LAT 06 o tabla del punto 3 de la página 18 de este catálogo)

Aplicando los coeficientes...

$$I' = I / (K_p \cdot K_A) = 80,2 / (0,97 \times 0,76) = 108,8 \text{ A}$$

El primer valor que supera  $108,8 \text{ A}$  en la tabla 6 de la ITC-LAT 06 o tabla IX de cables tipo Eprotenax Compact es  $125$  y corresponde a la sección de  **$35 \text{ mm}^2$**

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Al</b>					
16	92	80	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
<b>95</b>	<b>275</b>	240	<b>215</b>	<b>200</b>	205	190
120	320	280	245	230	235	215
<b>150</b>	<b>360</b>	315	<b>275</b>	<b>255</b>	265	240
185	415	360	315	290	295	275
<b>240</b>	<b>495</b>	425	<b>365</b>	<b>345</b>	345	325
300	565	485	410	390	390	365
<b>400</b>	<b>660</b>	-	<b>470</b>	<b>450</b>	-	-
500	775	-	540	515	-	-
630	905	-	615	590	-	-

Este cálculo se puede realizar con igual resultado tomando los valores de la tabla, multiplicándolos por los coeficientes y comparando con la intensidad de la línea pero suele ser un poco más laborioso:

Para 25 mm<sup>2</sup> →  $I_{\text{tabla25}} \cdot K_p \cdot K_A = 105 \times 0,97 \times 0,76 = 77,41 \text{ A} < 80,2 \text{ A}$  no vale 25 mm<sup>2</sup>

Para 35 mm<sup>2</sup> →  $I_{\text{tabla25}} \cdot K_p \cdot K_A = 125 \times 0,97 \times 0,76 = 92,15 \text{ A} > 80,2 \text{ A}$  vale 35 mm<sup>2</sup>

Como punto de partida para el cálculo de la sección por cortocircuito tenemos la sección de 35 mm<sup>2</sup> (mínimo valor aceptable por calentamiento) de Al Eprotenax Compact (aislamiento HEPR). Vamos a comprobar inicialmente si esta sección nos soportará el cortocircuito máximo previsto. Para ello recurrimos a la tabla 26 de la ITC-LAT 06 del RLAT en la que tenemos los valores máximos de densidad de corriente en A/mm<sup>2</sup> en función del tiempo de duración del cortocircuito para conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^\circ$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	49
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U <sub>0</sub> /U ≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

$\Delta\theta^\circ$  es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Esta tabla recoge los resultados de aplicación de la siguiente fórmula para el cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Donde:

$I_{cc}$  : corriente de cortocircuito (A)

$S$ : sección del conductor, en  $mm^2$

$K$ : coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito. Coincide lógicamente con el valor de la densidad de corriente para cortocircuito de duración 1s.

$t_{cc}$  : duración del cortocircuito, en segundos ( $0,1 s \leq t_{cc} \leq 5 s$ )

Para comprobar si la sección de  $35 mm^2$  soporta el cortocircuito, primero calculemos la  $I_{cc}$  máxima a soportar por la línea a partir de la potencia de cortocircuito de los datos iniciales:

$$S_{cc} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{cc} \quad I_{cc} = S_{cc} / (\sqrt{3} \cdot U) \quad I_{cc} = 400 \times 10^6 / (\sqrt{3} \times 18000) = 12830 \text{ A}$$

Ahora tomando el valor de la tabla 26 ( $162 A/mm^2$ ) no tenemos más que multiplicarlo por la sección del conductor y sabremos que cortocircuito máximo soporta el cable en el tiempo de disparo de las protecciones (0,3 s).

$$I_{cc35} = 162 A/mm^2 \times 35 mm^2 = 5670 \text{ A} < 12830 \text{ A}$$

Como el valor obtenido es menor que los 12860 A tendremos que emplear una sección mayor. Probamos por tanto con las secciones superiores:

$$I_{cc50} = 162 A/mm^2 \times 50 mm^2 = 8100 \text{ A} < 12830 \text{ A}$$

$$I_{cc70} = 162 A/mm^2 \times 70 mm^2 = 11340 \text{ A} < 12830 \text{ A}$$

$$I_{cc95} = 162 A/mm^2 \times 95 mm^2 = 15390 \text{ A} > 12830 \text{ A}$$

Como vemos la sección de  $95 mm^2$  es la primera que soportaría el cortocircuito y por ello es la sección solución. Pero podemos hacer los cálculos teniendo en cuenta la temperatura inicial real a la que está el conductor realmente lo que nos lleva a obtener intensidades de cortocircuito mayores en los cables, ya que la tabla 26 está realizada en base al caso más desfavorable, que sería cuando el cable está en régimen permanente a máxima sollicitación, es decir, en nuestro caso cuando el cable llevara la máxima intensidad admisible en régimen permanente y por tanto su temperatura sería de  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  al tratarse de aislamiento de HEPR.

Ya sabemos que la sección de  $95 mm^2$  soportaría el cortocircuito, ahora nos interesa saber si podemos utilizar una sección inferior que nos garantice igualmente una respuesta adecuada, por tanto procedemos a hacer números más "afinados" con la sección de  $70 mm^2$ .

En el apartado 6.2 de la ITC-LAT 06 del RLAT encontramos que si queremos calcular el cortocircuito máximo teniendo en cuenta la temperatura inicial del conductor no tendríamos más que utilizar la fórmula empleada anteriormente afectando el segundo término de un factor que depende de la temperatura inicial y final del conductor y de la naturaleza del conductor y su aislamiento.

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_s + \beta}\right)}}$$

Donde:

$T_{cc}$  : máxima temperatura de cortocircuito admisible ( $250 \text{ }^\circ\text{C}$  para cables de HEPR y XLPE)

$T_i$  : temperatura del conductor en régimen permanente. Es la temperatura a la que se inicia el cortocircuito

$T_s$  : temperatura máxima del conductor en régimen permanente ( $105 \text{ }^\circ\text{C}$  para cables con aislamiento de HEPR y  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  para cables con aislamiento de XLPE)

$\beta$ : 235 para cobre y 228 para aluminio

Tenemos todos los valores excepto la temperatura inicial del conductor ( $T_i$ ). Por lo que debemos calcularla con la siguiente expresión:

$$T_i = T_{amb} + (T_s - T_{amb}) (I/I_{max})^2$$

Donde:

$T_i$  : temperatura del conductor en régimen permanente (cuando circulan  $80,2 \text{ A}$ )

$T_{amb}$  : temperatura ambiente de la instalación ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$  en nuestro caso)

$T_s$  : temperatura máxima que puede soportar el conductor ( $105 \text{ }^\circ\text{C}$  para el cable Al Eprotenax Compact de nuestro ejemplo, aislamiento de HEPR)

$I$ : intensidad que recorre el conductor ( $80,2 \text{ A}$ )

$I_{max}$  : intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación ( $I_{max70} = I_{tabla70} \cdot K_p \cdot K_a = 180 \times 0,97 \times 0,76 = 132,7 \text{ A}$ )  
(ver tabla de intensidades admisibles de la que se ha tomado el valor para  $70 mm^2$ ,  $180 \text{ A}$ )

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Sustituyendo

$$T_{170} = 25 + (105-25) \times (80,2/132,7)^2 = 54,22 \text{ }^\circ\text{C}$$

Por lo que la intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc70} = \frac{89 \cdot 70}{\sqrt{0,3}} \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{250 + 228}{54,22 + 228}\right)}{\ln\left(\frac{250 + 228}{105 + 228}\right)}} = 13733 \text{ A} > 12830 \text{ A, por tanto la sección de } 70 \text{ mm}^2 \text{ soportaría la intensidad de cortocircuito de } 12830 \text{ A durante los } 0,3 \text{ s de tiempo hasta el disparo de las protecciones.}$$

Vamos a probar con la sección de 50 mm<sup>2</sup>:

$$I_{m\acute{a}x50} = I_{\text{tabla50}} \cdot K_p \cdot K_A \quad I_{m\acute{a}x50} = 145 \times 0,97 \times 0,76 = 106,9 \text{ A (intensidad m\acute{a}xima que puede soportar el conductor en las condiciones de la instalaci3n)}$$

$$T_{150} = 25 + (105-25) \times (80,2/106,9)^2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$I_{cc50} = \frac{89 \cdot 50}{\sqrt{0,3}} \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{250 + 228}{70 + 228}\right)}{\ln\left(\frac{250 + 228}{105 + 228}\right)}} = 9289 \text{ A} < 12830 \text{ A}$$

El conductor de 50 mm<sup>2</sup> no soporta la intensidad de cortocircuito como vemos. La soluci3n es por lo tanto **70 mm<sup>2</sup>**.

No obstante tendríamos ahora que plantear el concepto de “secci3n comercial” como aquella secci3n que es m\acute{a}s f\acute{a}cil encontrar en stock y sobre todo es m\acute{a}s econ3mica al no tener que acogernos a plazos de suministro ni a m\acute{inimos de fabricaci3n. Hay una serie de secciones de gran consumo y por tanto de frecuente fabricaci3n que el proyectista debe tener en cuenta y as\acute{ı} facilitar el suministro en obra. En el ejemplo desarrollado convendr\acute{ı}a que finalmente la secci3n a utilizar fuera de **95 mm<sup>2</sup>** 12/20 kV Al Eprotenax Compact, al ser un tipo de cable y una secci3n de consumo frecuente as\acute{ı} como 150, 240 y 400.

Prysmian fabrica y provee las secciones que usted necesite, se trate de cables unipolares o multipolares, de cobre o aluminio, con XLPE o HEPR, armados o sin armar, de una u otra tensi3n... pero, si no se trata de las secciones de m\acute{a}s com\acute{u}n suministro, normalmente es necesario encargar un m\acute{inimo metraje o consultar existencias.

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN A 35 KV CON RESULTADO DE VARIOS CONDUCTORES POR FASE

En ocasiones la potencia que debe transportar una línea es lo suficientemente elevada como para que se necesite más de un conductor por fase para soportar adecuadamente la intensidad de corriente. Veamos algunas particularidades de estos tipos de cálculo con un ejemplo.

Pensemos en dimensionar los conductores de una línea con las siguientes características:

- Categoría A
- Tensión nominal de la red:  $U = 35 \text{ kV}$
- Tensión máxima de la red no superior a  $36 \text{ kV}$  ( $U_{\text{max}} = 36 \text{ kV}$ )
- Potencia aparente:  $S = 64 \text{ MVA}$
- Longitud:  $l = 260 \text{ m}$
- Instalación en galería subterránea sin influencia térmica por agrupación con otros circuitos cercanos

Al tratarse de una red de tensión nominal  $35 \text{ kV}$ , con tensión máxima  $36 \text{ kV}$  y de categoría A (ITC-LAT 06, pto. 2.1: Los defectos a tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible y en cualquier caso antes de 1 minuto.) el cable a seleccionar debe ser de tensión nominal  $18/30 \text{ kV}$  al menos dado que esta tensión es apta para tensiones máximas hasta  $36 \text{ kV}$  cuando la categoría de la red es A o B (tabla 2, ITC-LAT 06).

TABLA 2: Niveles de aislamiento de los cables y sus accesorios

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tensión más elevada de la red $U_s$ (KV)	Categoría de la red	Característica mínimas del cable y accesorios	
			$U_0/U_1$ ó $U_0$ kV	$U_p$ kV
3	3.6	A-B	1.8/3	45
		C		
6	7.2	A-B	3.6/6	60
		C		
10	12	A-B	6/10	75
		C		
15	17.5	A-B	8.7/15	95
		C		
20	24	A-B	12/20	125
		C		
25	30	A-B	15/25	145
		C		
30	36	A-B	18/30	170
		C		
45	52	A-B	26/45	250
66	72,5	A-B	36	(1)
110	123	A-B	64	(1)
132	145	A-B	76	(1)
150	170	A-B	87	(1)
220	245	A-B	127	(1)
400	420	A-B	220	(1)

Anteriormente se cita que no hay agrupamiento con otros circuitos por lo que nuestro circuito no se ve influido térmicamente por circuitos cercanos a efectos de considerar un agrupamiento, pero nuestro circuito discurre por una galería y el apartado 6.1.3.2.2 de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RLAT, R.D. 223/2008) estima una sobre elevación de temperatura ambiente de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  al tratarse de un emplazamiento donde se va a generar calor por efecto joule por parte de otros tendidos eléctricos en el entorno que, si bien no se consideran a efectos de coeficiente de corrección por agrupamiento por no ser muy cercanos al circuito objeto de nuestro cálculo, si es necesario tenerlos en cuenta como fuentes de calor que caldean el ambiente de la galería (espacio relativamente reducido con muchas fuentes de calor).

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Por lo que partiendo del valor estándar de 40 °C (a la sombra) debemos considerar, como estimación aproximada, un ambiente de 55 °C y aplicar el coeficiente de corrección por temperatura ambiente diferente del estándar según la tabla 14 de la citada ITC-LAT 06.

**TABLA 14: Factor de corrección, F, para temperatura de aire distinta de 40 °C**

Temperatura de servicio, $\Theta_s$ , en °C	Temperatura ambiente $\Theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
105	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83
90	1,27	1,23	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78
70	1,41	1,35	1,29	1,23	1,16	1,08	1	0,91	0,82	0,71	0,58
65	1,48	1,41	1,34	1,27	1,18	1,10	1	0,89	0,78	0,63	0,45

Vemos que el coeficiente de corrección por temperatura ambiente de 55 °C (diferente del estándar de 40 °C) es de 0,88.

Elegiremos para nuestro tendido cable tipo Al Eprotenax H Compact de 18/30 kV cuyo aislamiento de HEPR soporta una temperatura máxima de 105 °C. Al tratarse de aislamiento de goma soporta mejor sin deterioro en el tiempo la posible penetración de humedad en su interior, además por ser un cable más compacto que otros diseños es más manejable, con menor radio mínimo de curvatura y más ligero, soportando más intensidad admisible a igualdad de sección como se puede comprobar en la tabla 13.



El aislamiento de HEPR de los cables Prysmian se extruye en línea catenaria, lo que le confiere una vida útil más prolongada al asegurar mediante un proceso físico-químico especial una mejor y más completa reticulación de las cadenas poliméricas, logrando un producto de alta calidad.

Obtengamos ahora la intensidad que va a circular por nuestro circuito tomando el valor nominal de tensión (35 kV) y no el valor máximo (36 kV) al ser el caso más desfavorable por ser el que se corresponde con mayor intensidad de corriente. Si en algún caso se proporciona valor mínimo de tensión de alimentación correspondería hacer el cálculo con ese valor por la misma razón.

$$S = 64 \text{ MVA}$$

$$U = 35 \text{ kV}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{64 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 35 \times 10^3} = 1056 \text{ A}$$

Nos ha resultado un valor de intensidad bastante elevado por lo que dentro de las secciones comerciales disponibles en stock (1x95, 1x150, 1x240 y 1x400) tendremos que emplear más de un conductor por fase aplicando el correspondiente coeficiente de corrección por agrupamiento, pues aunque estamos hablando de un solo circuito se debe corregir a la baja la intensidad total por influirse térmicamente las agrupaciones de 3 conductores (ternas). Conviene recordar que la tabla de intensidades admisibles está pensada para circuitos sin influencias térmicas de otros cables en su entorno, si se varía esta condición es necesario aplicar coeficiente reductor según indican las tablas de agrupamientos del RLAT. Cada terna en nuestro caso estará influida por al menos otra, aunque sea de su mismo circuito.

Ahora pensemos en el sistema de instalación. En este caso vamos a ver diferentes posibilidades:

#### 1. Ternas dispuestas sobre la pared

**TABLA 19: Cables secos, tripolares o ternos de cables unipolares, en contacto entre sí, dispuestos sobre estructura o sobre pared.**

Número de cables o ternos	Factor de corrección
1	0,95
2	0,78
3	0,73
6	0,68
9	0,66



### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Probamos con 3 conductores de  $1 \times 240 \text{ mm}^2$  por fase aplicando el coeficiente de corrección de la tabla 19 de la ITC-LAT 06 (anterior) a la tabla de intensidad admisible para cables instalados al aire (siguiente):

**TABLA 13: Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV instalados al aire.**

Sección $\text{mm}^2$	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	140	110	155	120	160	125
35	170	130	185	145	195	150
50	205	155	220	170	230	180
70	255	195	275	210	295	225
95	310	240	335	255	355	275
120	355	275	385	295	410	320
150	405	315	435	335	465	360
185	465	360	500	385	535	415
240	550	425	590	455	630	495
300	630	490	680	520	725	565
400	740	570	790	610	840	660

Recordando multiplicar, en todos los casos, también por 0,88 por temperatura ambiente de  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  tenemos:

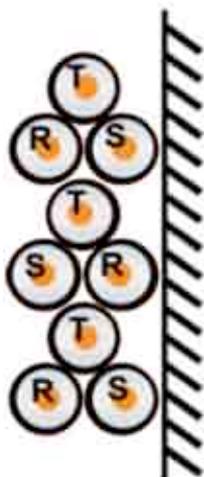
$$495 \times 3 \times 0,73 \times 0,88 = 954 \text{ A} < 1056 \text{ A} \quad (\text{no válido})$$

Probamos con la siguiente sección comercial al alza ( $1 \times 400$ ):

$$660 \times 3 \times 0,73 \times 0,88 = 1272 \text{ A} > 1056 \text{ A} \quad \text{OK}$$

Por tanto, se necesitarían 3 ternas de cable Al Eprotenax H Compact de  $1 \times 400$  con tensión nominal 18/30 kV para instalar grapadas a la pared en contacto.

**Obsérvese cómo deben colocarse cada una de las fases.** Es muy importante disponer los conductores siendo lo más fieles posible al siguiente esquema para ahorrarnos problemas de envergadura con inducciones no compensadas cuando se energice el tendido:



Es necesario hacer grupos con un conductor de cada fase



Los soportes tipo J de Prysmian ayudan a realizar tendidos seguros en paredes de túneles y galerías

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### 2. Ternas en contacto en bandeja perforada

**TABLA 18: Cables tripolares o ternos de cables unipolares en contacto entre sí y con la pared, tendido sobre bandejas continuas o perforadas (la circulación del aire es restringida).**

Número de bandejas	Factor de corrección			
	Número de cables o ternos			
	2	3	6	9
1	0,84	0,80	0,75	0,73
2	0,80	0,76	0,71	0,69
3	0,78	0,74	0,70	0,68
6	0,76	0,72	0,68	0,66



Pensemos en 3 conductores de  $1 \times 240 \text{ mm}^2$  por fase:

$$495 \times 3 \times 0,8 \times 0,88 = 1045 \text{ A} < 1056 \text{ A} \quad (\text{no válido})$$

Probemos con 2 cables de  $1 \times 400 \text{ mm}^2$  por fase (la suma intensidades es menor que con 3 de  $240 \text{ mm}^2$  pero el coeficiente de corrección por agrupamiento es mayor).

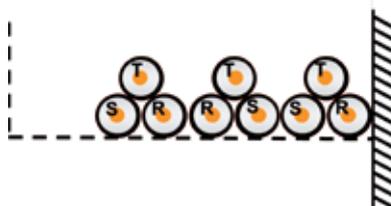
$$660 \times 2 \times 0,84 \times 0,88 = 976 \text{ A} < 1056 \text{ A} \quad (\text{no válido})$$

De nuevo debemos pensar en 3 conductores de  $400 \text{ mm}^2$  por fase:

$$660 \times 3 \times 0,8 \times 0,88 = 1394 \text{ A} > 1056 \text{ A} \quad \text{OK}$$

En este caso vemos que igualmente debemos instalar 3 conductores de  $1 \times 400 \text{ mm}^2$  por fase pero el cable estará más descargado puesto que la capacidad de transporte ahora es de  $1394 \text{ A}$  y en el caso 1 es de  $1272 \text{ A}$  porque la disipación térmica se ve más favorecida al tender las ternas horizontalmente en una bandeja perforada.

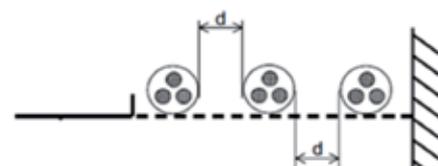
Las ternas se encuentran en el mismo nivel y sus conductores deben agruparse como sigue:



#### 3. Ternas en contacto en bandeja perforada

**TABLA 16: Cables tripolares o ternos de cables unipolares tendidos sobre bandejas perforadas, con separación entre cables igual a un diámetro d.**

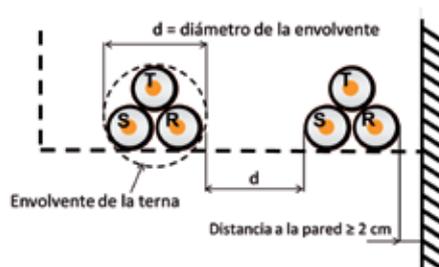
Número de bandejas	Factor de corrección				
	Número de cables tripolares o ternos unipolares				
	1	2	3	6	9
1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
2	1	0,95	0,93	0,90	0,73
3	1	0,94	0,92	0,89	0,79
6	1	0,93	0,90	0,87	0,86



Probamos ahora a separar un diámetro de la envolvente dos ternas de  $1 \times 400 \text{ mm}^2$  en bandeja perforada (separando la primera terna al menos  $2 \text{ cm}$  de la pared de la galería para favorecer la ventilación del tendido):

Probamos **2 ternas de  $400 \text{ mm}^2$**   
(dos conductores de  $400 \text{ mm}^2$  por fase):

$$660 \times 2 \times 0,98 \times 0,88 = 1138 \text{ A} > 1056 \text{ A} \quad \text{OK}$$



Hemos visto como valorar diferentes opciones eligiendo entre varios sistemas de instalación. En manos del proyectista queda la elección considerando los factores técnico-económicos. La elección del cable Al Eprotenax H Compact es siempre un acierto y una garantía de éxito.

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y SECCIÓN ECOLÓGICA

Compruebe con el siguiente ejemplo el gran ahorro económico que puede suponer utilizar secciones de conductor superiores a las obtenidas por criterios técnicos y como además puede contribuir a reducir enormemente las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso de las líneas de MT se da la circunstancia de que al no ser usual que domine el criterio de la caída de tensión instalar secciones mayores conlleva una gran recompensa económica.

#### SECCIÓN ECONÓMICA

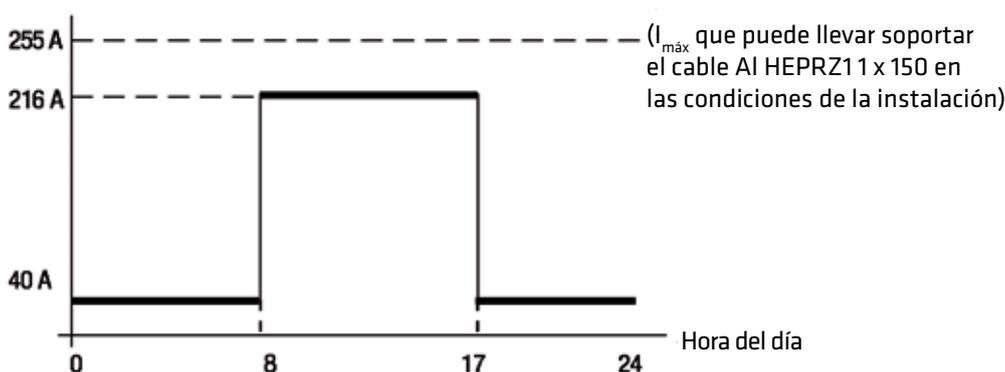
Supongamos el caso de una línea con los siguientes datos:

- Cable Al Eprotenax Compact (AL HEPRZ1) 1x150 enterrado bajo tubo
- Condiciones estándar (circuito único, temperatura del terreno 25 °C, resistividad térmica del terreno 1,5 K.m/W, profundidad 1 m)
- Longitud de la línea = 1 km

En estas condiciones la tabla 12 de la ITC-LAT 06 del RLAT nos dice que el cable puede soportar un máximo de 255 A. Aceptemos que igualmente esta sección responde con suficiencia a la caída de tensión máxima y a las solicitaciones a cortocircuito que se nos puedan presentar en la línea.

Supongamos que nuestra línea está sometida al siguiente patrón consumo diario, representando la intensidad en función de las horas del día...

Intensidad (A)



Procedemos a calcular las pérdidas resistivas que tenemos en el cable considerando la temperatura del conductor para obtener la resistencia del cable cuando es recorrido por 216 A o por 40 A.

Cálculo de la resistencia a la temperatura real del conductor para el caso del cable de 150 mm<sup>2</sup> de aluminio cuando es recorrido por 216 A.

Sabemos que la temperatura de un conductor recorrido por una corriente I se puede obtener con la siguiente expresión:

$$T = T_{amb} + (T_{máx} - T_{amb}) \left( \frac{I}{I_{máx}} \right)^2$$

Siendo:

T<sub>amb</sub>: temperatura ambiente de la instalación (25 °C en nuestro caso)

T<sub>máx</sub>: temperatura máxima que puede soportar el conductor (105 °C para el cable Al Eprotenax Compact de nuestro ejemplo)

I: intensidad que recorre el conductor (216 A de 8 a 17 horas y 40 A el resto del tiempo)

I<sub>máx</sub>: intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación (255 A)

$$T_{150 \text{ a } 216 \text{ A}} = 25 + (105 - 25) \left( \frac{216}{255} \right)^2 = 82,4 \text{ °C}$$

Una vez que hemos calculado la temperatura, podemos obtener la resistencia del cable...

$$R_T = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Donde:

$R_T$ : valor de la resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$

$R_{20}$ : valor de la resistencia del conductor a  $20^\circ\text{C}$  (valor típicamente tabulado). Al cable de  $150\text{ mm}^2$  de aluminio corresponde una resistencia de  $0,206\ \Omega/\text{km}$

$\alpha$ : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en  $^\circ\text{C}^{-1}$  ( $0,00392$  para Cu y  $0,00403$  para Al)

$T$ : temperatura real del conductor ( $^\circ\text{C}$ )

$$R_{150 \text{ a } 82,4^\circ\text{C}} = 0,206 \times (1 + 0,00403 \times (82,4 - 20)) = 0,258\ \text{W}/\text{km}$$

Y análogamente cuando la intensidad es de  $40\ \text{A}$ , la temperatura del conductor es de  $26,97^\circ\text{C}$  y la resistencia toma el valor de  $0,212\ \Omega/\text{km}$ .

La energía perdida en la línea por efecto Joule con cable de  $150\text{ mm}^2$  durante un año será:

$$E_p = 3 \times R \cdot I^2 \cdot L \cdot t / 1000 \quad (\text{kW}\cdot\text{h})$$

$R$ : resistencia en  $\Omega/\text{km}$

$I$ : intensidad en  $\text{A}$

$L$ : longitud de la línea en  $\text{km}$

$t$  = tiempo en  $\text{h}$

Durante el tiempo que por la línea circulan  $40\ \text{A}$  tendremos para un periodo de un año:

$$E_{P1-150} = 3 \times 0,212 \times 40^2 \times 1 \times 15 \times 365 / 1000 = 5571\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

Y el resto del tiempo, 9 horas diarias, circulan  $216\ \text{A}$ :

$$E_{P2-150} = 3 \times 0,258 \times 216^2 \times 1 \times 9 \times 365 / 1000 = 118627\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

$$E_{P-150} = 5.571 + 118627 = 124198\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

Y el coste de estas pérdidas suponiendo una tarifa media de  $0,09\ \text{€}/\text{kW}\cdot\text{h}$  sería de:

$$C_{P-150} = 124198\ \text{kW}\cdot\text{h} \times 0,09\ \text{€}/\text{kW}\cdot\text{h} = 11178\ \text{€} \quad (\text{en un año})$$

Si aumentamos la sección hasta cable de  $240$ , vamos a ver cuanto nos incrementa el precio el cable y cuanta energía ahorramos, y por tanto dinero, al tener menos pérdidas resistivas (efecto Joule). Y así sabremos si compensa poner una sección mayor.

Resistencia del cable Al Eprotenax Compact  $1 \times 240$ :

-Cuando circulan  $40\ \text{A}$  la temperatura del conductor es de  $26,07^\circ\text{C}$  y su resistencia aproximada es de  $0,126\ \Omega/\text{km}$

-Cuando la intensidad es de  $216\ \text{A}$  la temperatura del conductor es de unos  $56,36^\circ\text{C}$  y su resistencia es de  $0,143\ \Omega/\text{km}$

Siguiendo el mismo procedimiento que con el cable de  $150$ :

Durante el tiempo que por la línea circulan  $40\ \text{A}$  tendremos para un periodo de un año:

$$E_{P1-240} = 3 \times 0,126 \times 40^2 \times 1 \times 15 \times 365 / 1000 = 3311\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

Y el resto del tiempo (circulan  $216\ \text{A}$ )

$$E_{P2-240} = 3 \times 0,143 \times 216^2 \times 1 \times 9 \times 365 / 1000 = 65751\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

$$E_{P-240} = 3311 + 65751 = 69062\ \text{kW}\cdot\text{h}$$

Y el coste de estas pérdidas suponiendo una tarifa media de  $0,09\ \text{€}/\text{kW}\cdot\text{h}$  sería de:

$$C_{P-240} = 69062\ \text{kW}\cdot\text{h} \times 0,09\ \text{€}/\text{kW}\cdot\text{h} = 6216\ \text{€} \quad (\text{en un año})$$

**Por tanto el ahorro de energía (no consumida en la línea) en un año con la nueva sección será la diferencia entre lo gastado con la sección de  $150\text{ mm}^2$  ( $11.178\ \text{€}$ ) y lo gastado con la sección de  $240\text{ mm}^2$  ( $6.216\ \text{€}$ ):**

$$A = C_{P-150} - C_{P-240} = 11178 - 6216 = 4962\ \text{€} \quad (\text{en solo un año})$$

Y para una vida útil de  $30$  años serían **¡¡148860 € !!** mientras que el incremento de sección de  $150$  a  $240$  sólo supone invertir en torno a **4000 €** de más en nuestra línea de  $1\ \text{km}$ . Por tanto **la amortización del cable de sección superior se produce en menos de 10 meses.**

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### SECCIÓN ECOLÓGICA

Toda vez que a estas alturas ya tenemos disponibles valores de emisiones de CO<sub>2</sub> aproximados por kg de cable de MT de aluminio fabricado (datos de FACEL) podremos ver si el aumento de sección es ecológico o no sin más que comparar la emisiones por instalación de un cable más pesado frente al ahorro de emisiones por tener menos pérdidas resistivas en la línea.

Con los datos de este catálogo tenemos:

Peso cable Al Eprotenax Compact 1x150 → 1335 kg/km  
Peso cable Al Eprotenax Compact 1x240 → 1786 kg/km



El peso de cable que tenemos en demasía en la línea de 1 km del ejemplo es:

$$3 \times (1786 - 1335) = 1353 \text{ kg de cable de MT}$$

El cable de MT de aluminio supone una emisión de unos 14,144 kg CO<sub>2</sub> por kg de cable fabricado (datos de FACEL), por tanto...

$$14,144 \times 1353 = \mathbf{19137 \text{ kg CO}_2}$$

Vamos a ver qué emisiones de CO<sub>2</sub> tendríamos por utilizar sólo cable de 150 (más resistivo que el de 240)

Anteriormente hemos visto que en un año nos dejamos en la línea 124198 kW.h por utilizar cable de 1x150 y 69062 kW.h utilizando cable de 1x240

Por lo que cada año nos ahorramos la siguiente energía al poner cable de 1x240:

$$124198 - 69062 = 55136 \text{ kW.h}$$

Y en 30 años de vida útil mínima estimada:

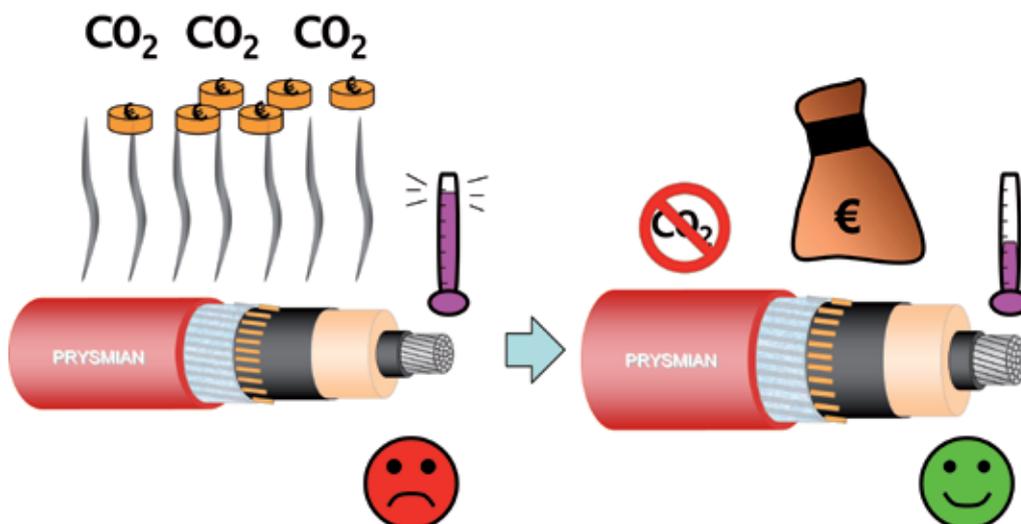
$$55136 \times 30 = 1654080 \text{ kW.h}$$

Según algunas fuentes autorizadas la generación de CO<sub>2</sub> media por cada kW.h eléctrico generado en España está en torno a 0,39 kg de CO<sub>2</sub>. Según algunas otras fuentes está en 0,48. Tomamos el valor más bajo y obtenemos:

$$1654080 \text{ kW.h} \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kW.h} = 645091 \text{ kg CO}_2 \text{ ¡645 toneladas de CO}_2!$$

¡¡ Casi 34 veces más emisiones de CO<sub>2</sub> con el cable de 150 mm<sup>2</sup> que con el cable de 240 mm<sup>2</sup> !!

La "amortización ecológica" se consigue en menos de 1 año.



La sección económica se muestra también mucho más ecológica y conlleva grandes ahorros

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

Si quisiéramos simplificar los cálculos, podemos tomar los valores tabulados de resistencia del cable a 20 °C. Los resultados serán algo más pesimistas pero podremos valorar más rápidamente el ahorro porque estaremos bajo un supuesto más desfavorable que el real.

Por tanto la sección de 1x240 mm<sup>2</sup> se demuestra no sólo como económicamente mucho más interesante sino también ecológicamente.

Hemos considerado poco relevantes los incrementos de costes asociados al aumento de sección más allá del mayor coste del cable. Sean, si procediera, costes de tendido, tubería, protecciones... (si se quieren considerar se pueden sumar a los 4000 € estimados y fácilmente se puede estimar como en el ejemplo la diferencia de coste sigue siendo abismal). Igualmente no se ha actualizado en valor de los ahorros anuales en energía dado que igualmente la tarifa eléctrica es susceptible de incrementarse en el tiempo.

		150 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>	diferencia	diferencia (%)
<b>ECONÓMICOS</b>	Resistencia con I = 40 A (Ω/km)	0,212	0,128	0,084	-40
	Resistencia con I = 216 A (Ω/km)	0,258	0,143	0,115	-45
	Energía perdida durante 30 años (kW·h)	124198	69092	55136	-44
	Coste de la energía perdida durante 1 año (€)	11178	6216	4962	-44
	<b>Coste de la energía perdida durante 30 años (€)</b>	<b>335340</b>	<b>186480</b>	<b>148860</b>	<b>-44</b>
<b>ECOLÓGICOS</b>	Peso (kg/km)	1335	1786	-451	34
	Emisiones por fabricación de 3x1 km de cable (kg CO <sub>2</sub> )	56647	75784	-19137	34
	Emisiones por pérdidas resistivas durante 1 año (kg CO <sub>2</sub> )	48437	26934	21503	-44
	<b>Emisiones por pérdidas resistivas durante 30 años (kg CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1453110</b>	<b>808020</b>	<b>645090</b>	<b>-44</b>

Tabla resumen con los principales datos numéricos

Haga números para cuantificar los beneficios que le comportará la sección económica y verá como los resultados le recompensan y además obtendrá otras importantísimas ventajas colaterales como:

- Mayor vida útil de la línea al ir más descargada
- Mejor respuesta a fenómenos transitorios
- Posibilidad de ampliación de potencia sin cambiar el cable
- Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### EJEMPLO DE CÁLCULO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA AÉREA DE MT CORTA

##### Línea trifásica con conductores en triángulo equilátero de lado 1,2 m

Datos de la instalación:

- Potencia a transportar  $S = 2520$  kVA
- $\cos \varphi = 0,8$
- Tensión entre fases:  $U = 25$  kV
- Longitud:  $L = 20$  km
- Conductor a emplear LA-56 a temperatura máxima de  $70$  °C



##### Criterio de la intensidad máxima admisible

El apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT concreta la forma de obtener la intensidad máxima admisible en los conductores desnudos.

Para nuestro caso debemos obtener un valor de la tabla 11 de la citada ITC-LAT y hacer el cálculo de la intensidad según se explica en el apartado: *Para cables de aluminio-acero se tomará en la tabla el valor de la densidad de corriente correspondiente a su sección total como si fuera de aluminio y su valor se multiplicará por un coeficiente de reducción que según la composición será: 0,916 para la composición 30+7; 0,937 para las composiciones 6+1 y 26+7; 0,95 para la composición 54+7; y 0,97 para la composición 45+7. El valor resultante se aplicará a la sección total del conductor.*

##### Densidad de corriente máxima de los conductores en régimen permanente

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

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

La intensidad máxima admisible en la línea responde a la expresión:

$$I_{\text{máx}} = \delta \cdot k \cdot S$$

Donde:

- $\delta$  es la densidad de corriente en el conductor (A/mm<sup>2</sup>)
- $k$  es el coeficiente de corrección a aplicar según la formación del conductor. 0,937 en nuestro caso pues el cable LA-56 tiene formación de 6 hilos de aluminio +1 hilo de acero (ver tabla de características, catálogo Prysmian de cables y accesorios para MT).
- $S$  sección total del conductor en mm<sup>2</sup>.

Para obtener  $\delta$  buscamos el valor en sección de aluminio en la tabla 11 del RLAT. Como no tenemos el valor exacto para la sección total del cable LA-56 (54,6 mm<sup>2</sup>) debemos interpolar entre 50 y 70 para aluminio.

Sección (mm<sup>2</sup>)      Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>)

50.....4,00  
 54,6..... $\delta$  → 20.....0,45 →  $x = 4,6 \times 0,45 / 20 = 0,1035$   
 70.....3,55      4,6.....x

$$\delta = 4,00 - 0,1035 = 3,8965$$

Sustituyendo valores:

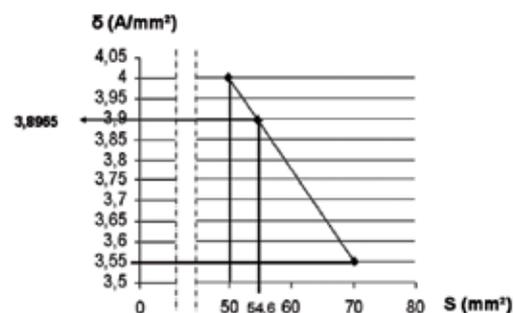
$$I_{\text{máx LA-56}} = 3,8965 \times 0,937 \times 54,6 = 199,35 \text{ A}$$

Por tanto, la máxima intensidad que puede soportar el cable LA-56 es de 199,35 A.

Vamos a ver si puede soportar la que se necesita según los datos iniciales.

$$I_{\text{carga}} = (\sqrt{3} U) = 2520000 / (\sqrt{3} \times 25000) = 58,2 \text{ A}$$

$I_{\text{carga}} < I_{\text{máx LA-56}}$  y por tanto sabemos que el conductor **LA-56** es válido.



código	7-AL1/8-ST1A	94-AL1/22-ST1A	147-AL1/34-ST1A	242-AL1/39-ST1A	337-AL1/44-ST1A	402-AL1/52-ST1A
código antiguo	LA-56	LA-110	LA-180	LA-280 HAWK	LA-380 GULL	LA-455 CONDOR

Norma

UNE EN 50182

Formación (hilos de acero + hilos aluminio)		1x3,15 + 6x3,15	7x2,00 + 30x2,0	7x2,5 + 30x2,5	7x2,68 + 26x3,44	7x2,82 + 54x2,82	7x3,08 + 54x3,08
Diámetro hilos de acero	mm	3,15	2	2,5	2,68	2,82	3,08
Diámetro alma de acero	mm	3,15	6	7,5	8,04	8,46	9,24
Diámetro hilos de aluminio	mm	3,15	2	2,5	3,44	2,82	3,08
Diámetro completo del conductor	mm	9,45	14	17,5	21,8	25,38	27,72
Sección alma de acero	mm <sup>2</sup>	7,8	22	34,3	39,5	43,7	52,2
Sección aluminio	mm <sup>2</sup>	46,8	94,2	147,3	241,7	337,3	402,3
Sección total conductor	mm <sup>2</sup>	54,6	116,2	181,6	281,2	381	454,6
Peso Acero	kg/km	60,8	172,4	269,4	310	342	408,9
Peso Aluminio	kg/km	128,3	260,2	407	666,7	933	1112
Peso Total Conductor	kg/km	189,1	433	676	977	1275	1521
Carga de ruptura Nominal	kN	16,4	43,1	63,9	84,5	109	124
Resistencia en corriente continua a 20°C (máx.)	Ω/km	0,6136	0,3066	0,1962	0,1194	0,0857	0,0718

Tabla de características técnicas de los conductores desnudos para líneas aéreas (página 207).

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### CRITERIO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión entre fases en alterna trifásica responde a la ecuación siguiente:

Sabemos que...

$$\Delta U(\%) = \frac{P(R + X \operatorname{tg} \varphi)}{U^2} \times 100$$

$$P = S \cdot \cos \varphi = 2520 \times 0,8 = 2016 \text{ kW}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,75$$

$$U = 25 \text{ kV}$$

Ahora necesitamos calcular R y X.

Para el valor de la temperatura máxima considerada (70 °C) podemos obtener el valor de R aplicando la fórmula de variación de la resistencia con la temperatura:

$$R_{70^\circ\text{C LA-56}} = R_{20^\circ\text{C LA-56}} \cdot (1 + \alpha \cdot (70 - 20)) \cdot L = 0,6136 \times (1 + 0,00403 \times (70 - 20)) \times 20 = 14,74 \ \Omega$$

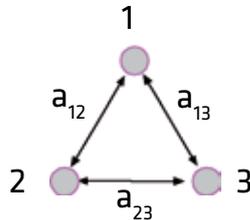
$R_{20^\circ\text{C}}$  se obtiene de la tabla de datos de los conductores desnudos y el valor de variación de la resistencia específica por temperatura del conductor  $\alpha$  es igualmente un dato conocido.

Para obtener la reactancia aplicamos la siguiente fórmula:

$$X = \omega L = 2 \times \pi \times 50 \times (0,5 + 4,6 \times \log(\text{DMG}/r)) \times 10^{-4} \times L$$

Donde DMG es la distancia media geométrica en mm, r el radio del conductor en mm y L es la longitud de la línea en km.

$$\text{DMG} = (a_{12} \cdot a_{13} \cdot a_{23})^{1/3}$$



En nuestro caso las 3 distancias son iguales y por tanto  $\text{DMG} = 1,2 \text{ m}$ .

El radio del conductor r es  $9,45/2 \text{ mm}$  (ver tabla).

Y la longitud de la línea L es de 20 km.

$$X_{\text{LA-56}} = \omega L = 2 \times \pi \times 50 \times (0,5 + 4,6 \times \log(3000/90)) \times 10^{-4} \times 20 = 7,26 \ \Omega$$

Ahora ya podemos obtener la caída de tensión:

$$\Delta U(\%)_{\text{LA-56}} = \frac{P(R + X \operatorname{tg} \varphi)}{U^2} \times 100 = \frac{2016000 \times (14,74 + 7,26 \times 0,75)}{25000^2} \times 100 = 6,51\%$$

Tomando valores de la tabla de datos de los cables y sustituyendo en las fórmulas:

$$R_{70^\circ\text{C LA-110}} = R_{20^\circ\text{C LA-110}} \cdot (1 + \alpha \cdot (70 - 20)) \cdot L = 0,3066 \times (1 + 0,00403 \times (70 - 20)) \times 20 = 7,36 \ \Omega$$

$$X_{\text{LA-110}} = \omega L = 2 \times \pi \times 50 \times (0,5 + 4,6 \times \log(3000/(14/2))) \times 10^{-4} \times 20 = 6,77 \ \Omega$$

$$\Delta U(\%)_{\text{LA-110}} = \frac{P(R + X \operatorname{tg} \varphi)}{U^2} \times 100 = \frac{2016000 \times (7,36 + 6,77 \times 0,75)}{25000^2} \times 100 = 4,01\%$$

### H) EJEMPLOS DE CÁLCULO

#### CRITERIO DE LA PÉRDIDA DE POTENCIA

Pasamos ahora a comprobar la pérdida de potencia en la línea. Otro parámetro típico de los cálculos eléctricos de líneas aéreas que porcentualmente es de fácil cálculo:

La potencia perdida en la línea trifásica es 3 veces el producto de  $RI^2$ .

$$P_p = 3 \cdot R \cdot I^2$$

...y en % de la potencia total:

$$\Delta P_p(\%) = \frac{3 \cdot R \cdot I^2}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi} \cdot 100 = \frac{3 \cdot R \cdot I}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \cdot 100 = \frac{3 \cdot R \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \cdot 100 = \frac{R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot 100$$

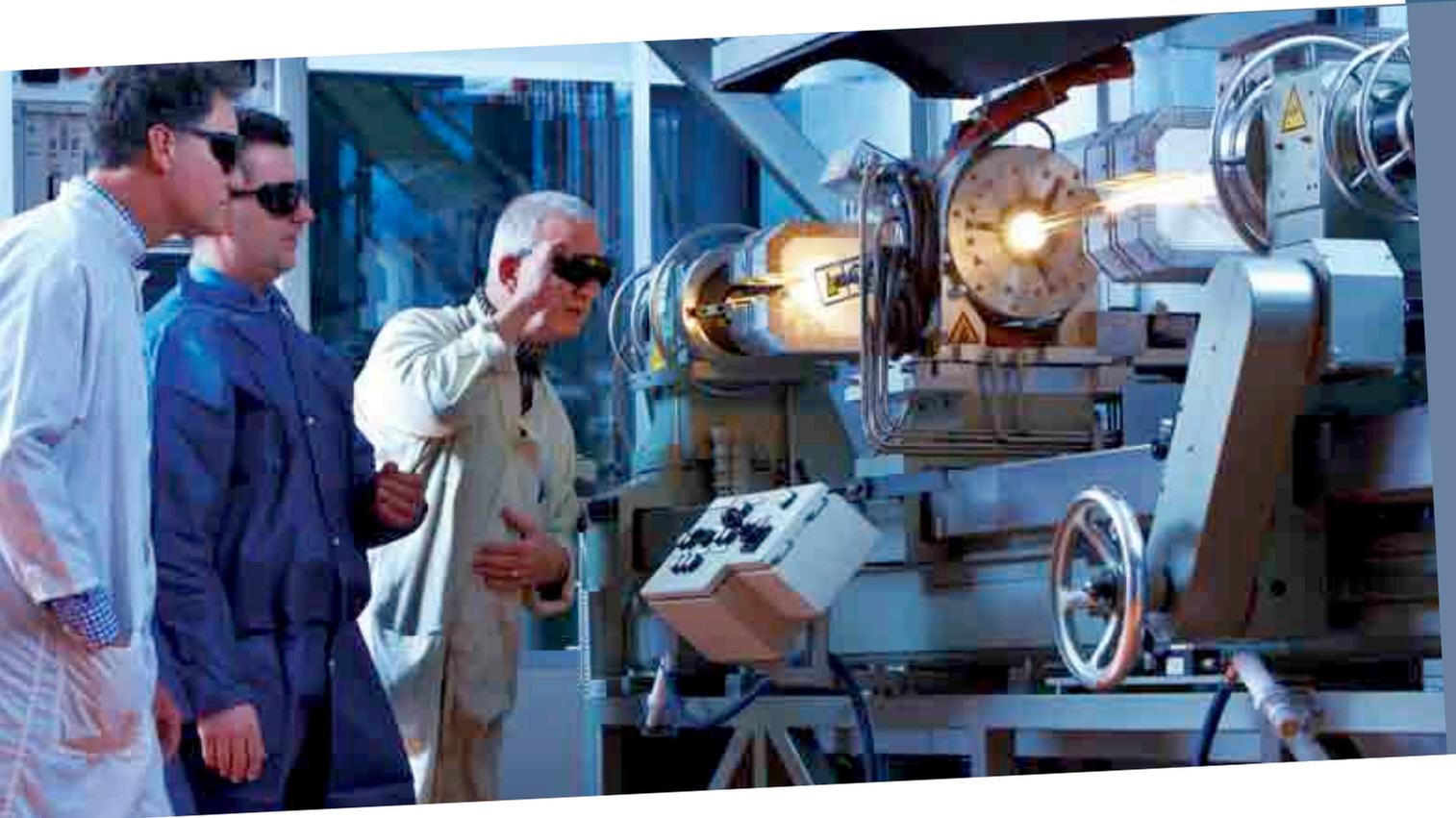
Sustituyendo en nuestro caso para el cable LA-56:

$$\Delta P_{p \text{ LA-56}} = \frac{R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot 100 = \frac{14,74 \times 2016000}{25000^2} \times 100 = 7,43\%$$

Y para el LA-110...

$$\Delta P_{p \text{ LA-110}} = \frac{R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot 100 = \frac{7,36 \times 2016000}{25000^2 \times 0,8^2} \times 100 = 3,71\%$$





**Características  
constructivas  
de los cables más  
habituales para MT**



La conjunción entre la alta tecnología empleada en la elaboración de los cables de Alta Tensión y la larga experiencia de PRYSMIAN SPAIN, S.A. en la formulación de mezclas especiales de EPR han permitido la creación de un aislamiento de aplicación en la Media Tensión a base de Etileno-Propileno de Alto Módulo (HEPR) capaz de trabajar a un alto gradiente (lo que significa menores espesores de aislamiento) y, además, no sólo mantener todas las cualidades inherentes a los tradicionales aislamientos de EPR, sino incluso superarlas. Al poder trabajar a una temperatura de servicio de 105 °C, estos cables tienen la posibilidad de transmitir más potencia que cualquier otro cable de la misma sección. Además, sus menores dimensiones hacen de él un cable más manejable, menos pesado y más fácil de transportar.

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).



#### **Más capacidad de transporte a igualdad de sección.**

Por incremento de la temperatura de servicio de 90 °C a 105 °C.

#### **Menos diámetro exterior del cable.**

Por incremento del gradiente de trabajo, reducción del espesor del aislamiento y por su posible reducción de una sección del conductor.

#### **Más facilidad de instalación.**

Por su mayor flexibilidad y menor peso y diámetro.

#### **Menos coste de la línea eléctrica.**

- Resistencia a la absorción del agua.
- Resistencia a los golpes.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia al desgarro.
- Facilidad de instalación.
- Elevada resistencia a los rayos U.V.

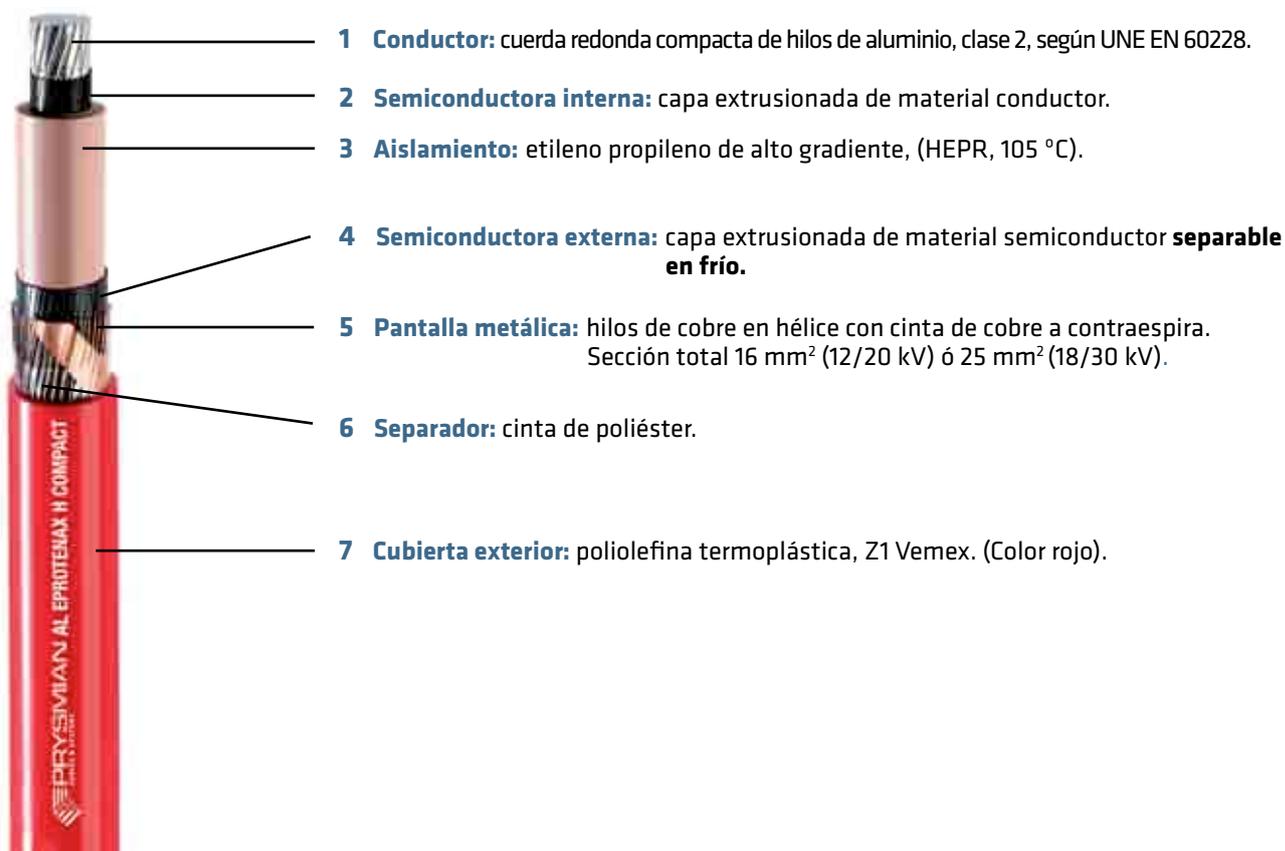
### CABLE AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

#### ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO

<b>Tipo:</b>	AL HEPRZ1
<b>Tensión:</b>	12/20 kV, 18/30 kV
<b>Norma de diseño:</b>	UNE HD 620-9E

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

#### Composición:



### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL EPROTENAX H COMPACT (NORMALIZADO POR IBERDROLA) AL HEPRZ1

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x50/16	20996806	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (1)	20994668	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (1)	20995788	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (1)	20995789	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (1)	20996809	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	20034725	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
<b>18/30 kV</b>								
1x95/25 (1)	20020826	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1x150/25 (1)	20996810	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1x240/25 (1)	20996811	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1x400/25 (1)	20996808	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1x630/25 (1)	20993046	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
					12/20 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant, 25 mm <sup>2</sup> )
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant, 25 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1x630/16	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad μF/km	
			12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1x630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL EPROTENAX H COMPACT (NORMALIZADO POR HIDROCANTÁBRICO) AL HEPRZ1

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x50/16	20996806	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (1)	20994668	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (1)	20995788	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (1)	20995789	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (1)	20996809	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	20034725	41,5	4,5	49,5	3	3130	743	990
<b>18/30 kV</b>								
1x95/16 (1)	20010818	25,7	6,7	33,7	3	1200	506	674
1x150/16	20015523	27,5	6,2	35,5	3	1420	533	710
1x240/16 (1)	20015524	31,8	6,2	39,6	3	1780	594	792
1x400/16 (1)	20015525	37	6,2	45,0	3	2430	675	900
1x630/16 (1)	20082534	45,3	6,4	53,4	2,7	3470	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Hidrocantábrico

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130
1x150/16	255	275	360	14100	3130
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130
1x630/16 (1)	590	615	905	59220	3130

(1) Secciones homologadas por la compañía Hidrocantábrico

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,148	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,128	0,283	0,204
1x150/16	0,206	0,277	0,110	0,117	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,108	0,345	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,361
1x630/16 (1)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,452

(1) Secciones homologadas por la compañía Hidrocantábrico

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

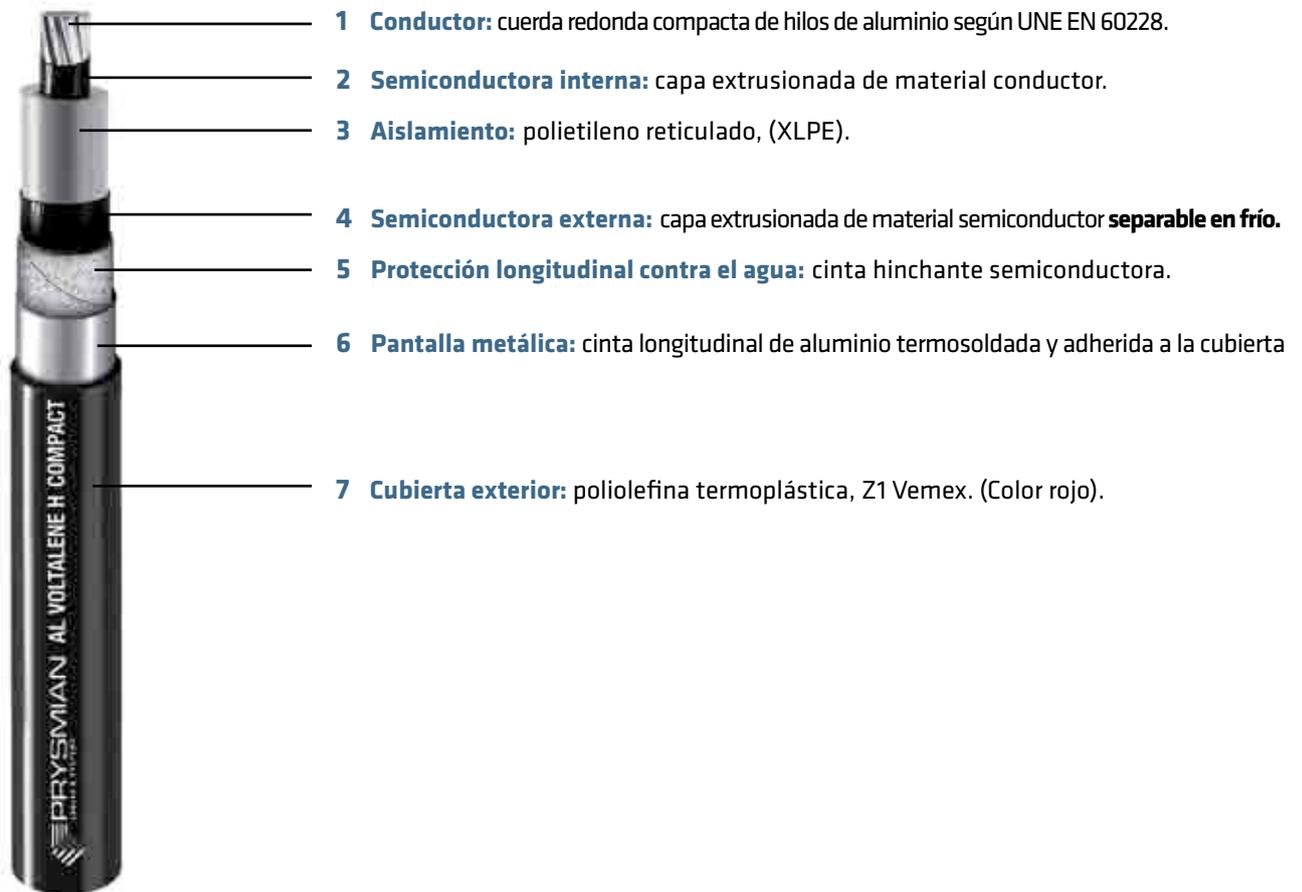
### CABLE AL VOLTALENE H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

#### ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR ENDESA (NUEVO DISEÑO)

<b>Tipo:</b>	AL RH5Z1
<b>Tensión:</b>	12/20 kV, 18/30 kV
<b>Norma de diseño:</b>	IEC 60502-2, G3 DND003 (en lo aplicable)

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

#### Composición:



**NOTA:** Ver herramientas y accesorios específicos para conexionado de pantalla (páginas 196 -199).

### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H COMPACT (NORMALIZADO POR ENDESA, NUEVO DISEÑO) AL RH5Z1

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95 (1)	20090757	21,3	4,3	29,4	2,0	860	441	588
1x150 (1)	20090758	24,1	4,3	32,1	2,0	1070	482	642
1x240 (1)	20090759	28,2	4,3	36,0	2,0	1430	540	720
1x400 (1)	20090760	33,6	4,3	41,5	2,0	2020	623	830
<b>18/30 kV</b>								
1x95	20090761	25,7	6,4	33,6	2,0	1060	504	672
1x150 (1)	20090762	28,5	6,4	36,4	2,0	1300	546	728
1x240 (1)	20090763	32,6	6,4	40,5	2,0	1690	608	810
1x400 (1)	20090764	38,0	6,4	46,0	2,0	2320	690	920

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa  
 \*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1x150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1x240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1x400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV  
 (2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV  
 \*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W  
 \*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

1 x sección conductor (Al) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1x150 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1x240 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1x400 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV  
 (2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV  
**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

La tecnología Hydrocatcher ofrece evidentes ventajas respecto a los cables convencionales en los siguientes aspectos:

A la conocida cualidad de la cubierta VEMEX de resistencia a las agresiones externas (impactos, desgarros, abrasiones, etc...), así como su elevada impermeabilidad, el diseño del cable VOLTALENE Hydrocatcher ofrece grandes e innovadoras ventajas en lo referente a la “no propagación del agua” para cables de media tensión aislados en XLPE.



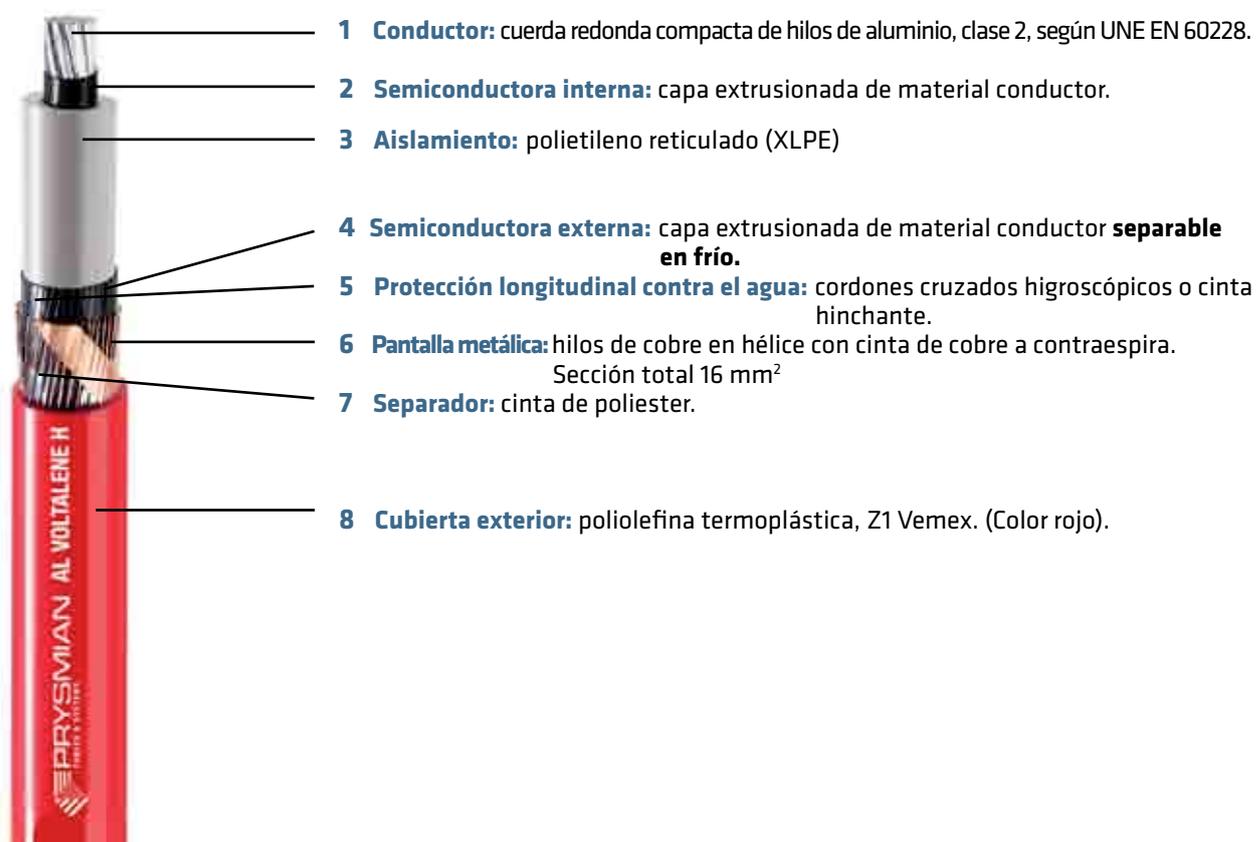
- **Barrera radial, cubierta VEMEX, que optimiza la impermeabilidad del cable.**
- **Barrera longitudinal** consistente en la incorporación de “dos cordones higroscópicos cruzados en hélice contraria o cinta hinchante bajo cubierta” (patentado) que bloquea la accidental entrada de agua en un espacio reducido del cable.
- **El diseño facilita el montaje de los accesorios** ya que las cintas absorbentes son fácilmente extraíbles.
- **Las características mecánicas de la conocida cubierta VEMEX de Prysmian aseguran una mayor fiabilidad de la instalación** por su demostrado excelente comportamiento a las sollicitaciones mecánicas (impactos, desgarros, etc...) a que se ve sometido el cable durante su tendido. Éste presenta además una **mayor deslizabilidad de la cubierta.**
- Asimismo, **la capa semiconductor** interna viene marcada con las instrucciones de uso y una referencia que **permite el traceado incluso sin conocerse la bobina de origen.**

### CABLE AL VOLTALENE H 12/20 kV, 18/30 kV

#### ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR ENDESA (TRADICIONAL) Y E.ON

<b>Tipo:</b>	AL RHZ1-OL
<b>Tensión:</b>	12/20 kV, 18/30 kV
<b>Norma de diseño:</b>	UNE HD 620-10E

#### Composición:



### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE (NORMALIZADO POR ENDESA, DISEÑO TRADICIONAL) AL RHZ1-OL

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95/16 (1)	20986136	23,3	5,5	31	2,5	1020	465	620
1x150/16 (1)	20981089	26,2	5,5	34	2,5	1250	510	680
1x240/16 (1)	20981091	30,4	5,5	38	2,5	1620	570	760
1x400/16 (1)	20981092	35,6	5,5	43,3	2,5	2200	650	866
<b>18/30 kV</b>								
1x95/16	20045773	28,3	8	36	2,5	1270	540	720
1x150/16 (1)	20031318	31,2	8	39	2,5	1500	585	780
1x240/16 (1)	20025636	35,4	8	43	2,5	1910	645	860
1x400/16 (1)	20012187	40,6	8	48,3	2,5	2510	725	966

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )
1x95/16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (2)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (2)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (2)	415	445	610	37600	3130

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1x150/16 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1x240/16 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1x400/16 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE (NORMALIZADO POR E.ON)

AL RHZ1-OL

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
12/20 kV								
1x95/16 (1)	20986136	23,3	5,5	31	2,5	1020	465	620
1x150/16 (1)	20981089	26,2	5,5	34	2,5	1250	510	680
1x240/16 (1)	20981091	30,4	5,5	38	2,5	1620	570	760
1x400/16 (1)	20981092	35,6	5,5	43,3	2,5	2200	650	866

(1) Secciones homologadas por la compañía E.ON

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
12/20 kV					
1x95 /16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (1)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (1)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (1)	415	445	610	37600	3130

(1) Sección homologadas por la compañía E.ON

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
12/20 kV				
1x95 /16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,217
1x150/16 (1)	0,206	0,264	0,114	0,254
1x240/16 (1)	0,125	0,161	0,106	0,306
1x400/16 (1)	0,078	0,100	0,099	0,376

(1) Sección homologadas por la compañía E.ON

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

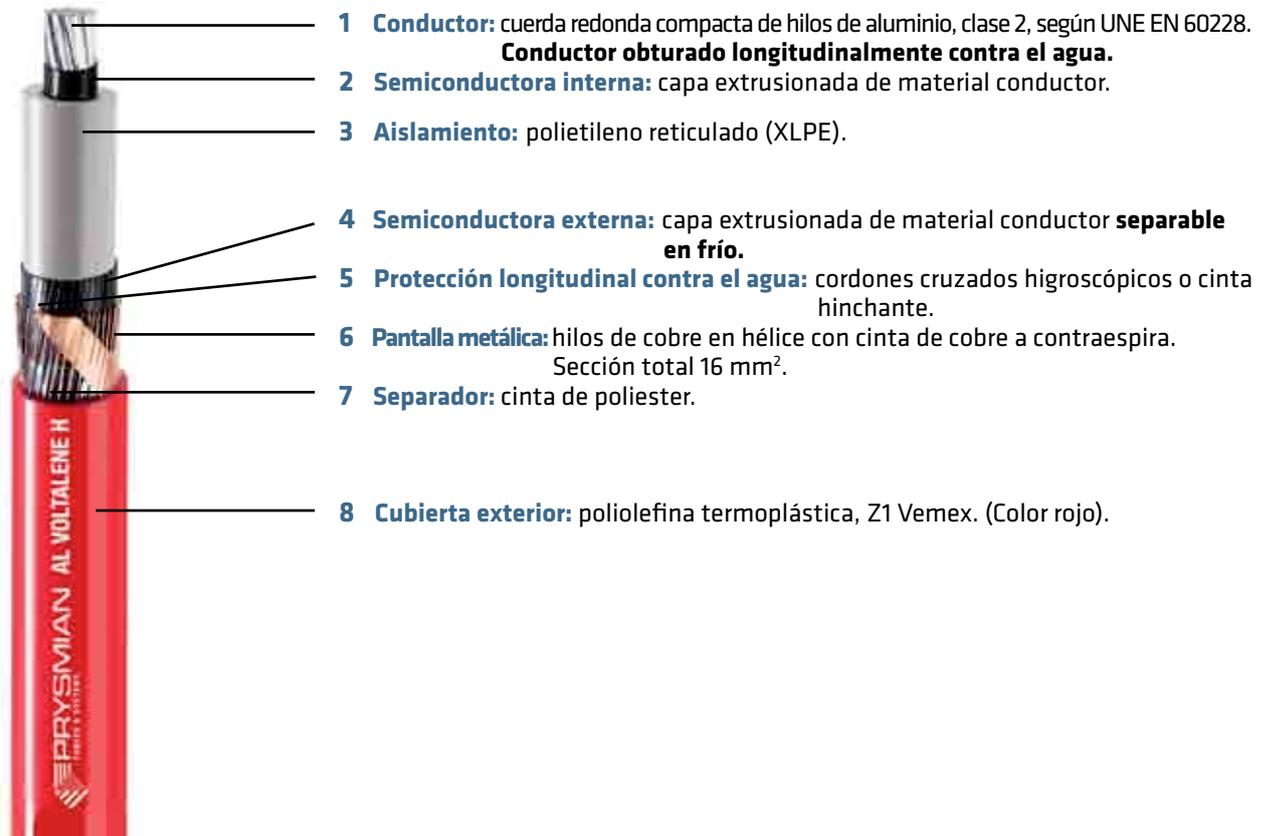
### CABLE AL VOLTALENE H 12/20 kV

#### ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA

<b>Tipo:</b>	AL RHZ1-20L
<b>Tensión:</b>	12/20 kV
<b>Norma de diseño:</b>	UNE HD 620-10E

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

#### Composición:



### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H (NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA) AL RHZ1-20L

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95/16 (1)	37012063	23,3	5,5	31,7	2,5	1020	476	634
1x150/16 (1)	37012064	26,1	5,5	34,4	2,7	1260	516	688
1x240/16 (1)	37012065	30,2	5,5	40	2,7	1640	600	800
1x400/16 (1)	20082438	36,7	5,5	44,7	2,7	2300	671	894

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa  
\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
<b>12/20 kV</b>					
1x95 /16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (1)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (1)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (1)	415	445	610	37600	3130

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa  
\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W  
\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C  
\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>12/20 kV</b>				
1x95 /16 (1)	0,320	0,430	0,125	0,217
1x150/16(1)	0,206	0,277	0,117	0,254
1x240/16(1)	0,125	0,168	0,104	0,306
1x400/16(1)	0,078	0,105	0,100	0,387

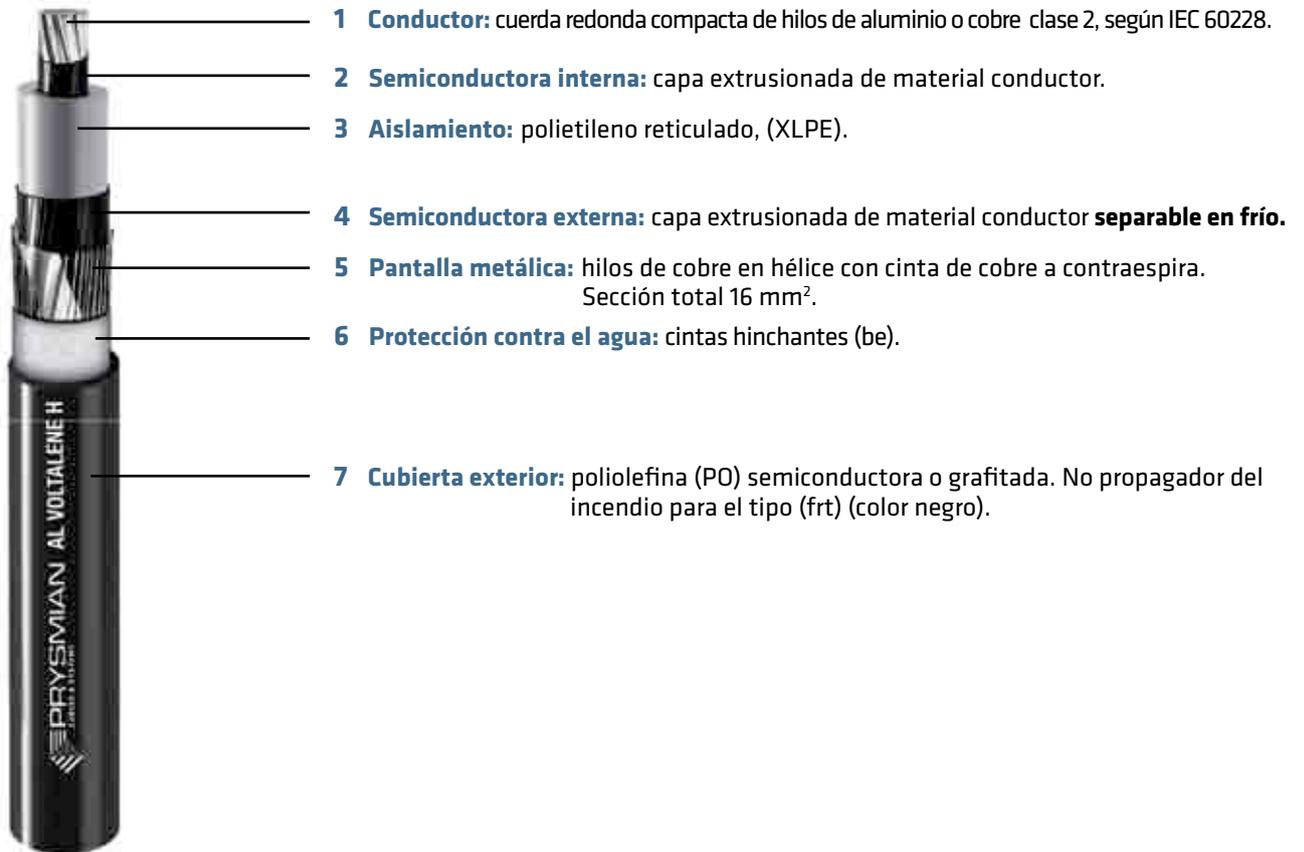
(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa  
**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y con los cables en contacto.

#### ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR EDP

<b>Tipo:</b>	LXHIOZ1 (be), LXHIOZ1 (be, frt), XHIOZ1 (be), XHIOZ1 (be, frt)
<b>Tensión:</b>	6/10 kV, 8,7/15 kV, 18/30 kV
<b>Norma de diseño:</b>	DMA-C33-251/E, HD 620-1, IEC 60502-2

(Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

#### Composición:



### DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H LXHIOZ1 (NORMALIZADO POR EDP) LXHIOZ1, XHIOZ1

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>6/10 kV</b>								
1x95/16 (1)	20083470	20,8	3,4	28,8	1,9	950	432	576
1x240/16 (1)	20083471	26,4	3,4	34,2	2,1	1430	513	684
<b>8,7/15 kV</b>								
1x120/16 (1)	20083472	23,0	4,5	31,0	2,0	1060	465	620
1x240/16 (1)	20083473	28,6	4,5	36,6	2,2	1550	549	732
<b>18/30 kV</b>								
1x120/16 (1)	20083474	30,0	8,0	38,3	2,2	1430	575	766
1x240/16 (1)	20083475	35,6	8,0	44,0	2,4	1980	660	880

(1) Secciones homologadas por la compañía EDP

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	6/10 kV	7/15 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	6	8,7	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	10	15	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	12	17,5	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	75	95	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)			90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)			250

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV
1x120/16 (1)	215	235	295	11200	2900
1x240/16 (1)	320	345	455	22300	2900

(1) Secciones homologadas por la compañía EDP

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)			Capacidad (μF/km)		
			6/10 kV	8,7/15kV	18/30 kV	6/10 kV	8,7/15kV	18/30 kV
	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV	6/10 kV-8,7/15kV y 18/30 kV	6/10 kV	8,7/15kV	18/30 kV	6/10 kV	8,7/15kV	18/30 kV
1x120/16 (1)	0,253	0,325	0,110	0,115	0,129	0,351	0,280	0,182
1x240/16 (1)	0,125	0,161	0,099	0,103	0,115	0,465	0,364	0,231

(1) Secciones homologadas por la compañía EDP

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

### CABLE AFUMEX H 5 kV ó VOLTALENE H 5 kV: CABLE PARA PRIMARIO DE BALIZAMIENTO 1x6 mm<sup>2</sup>

#### CABLE NORMALIZADO POR AENA Y HOMOLOGADO POR AENOR

Cable para circuitos serie de intensidad constante de alimentación a ayudas visuales de aeropuertos.

**Tipo:** RHZ1 (versión Afumex), RHV (versión Voltalene)  
**Tensión:** 5 kV\*  
**Norma de diseño:** UNE 21161

\*Para distribución trifásica es un cable de 6/10 kV pero al utilizarse como primario de balizamiento los receptores se conectan en serie y no tiene sentido hablar de tensión entre fases (10 kV). La revisión vigente de la norma UNE 21161 establece como tensión asignada 5 kV, ya que es la tensión más alta que suele utilizarse en los circuitos serie de ayudas visuales de aeropuertos.

#### Composición:



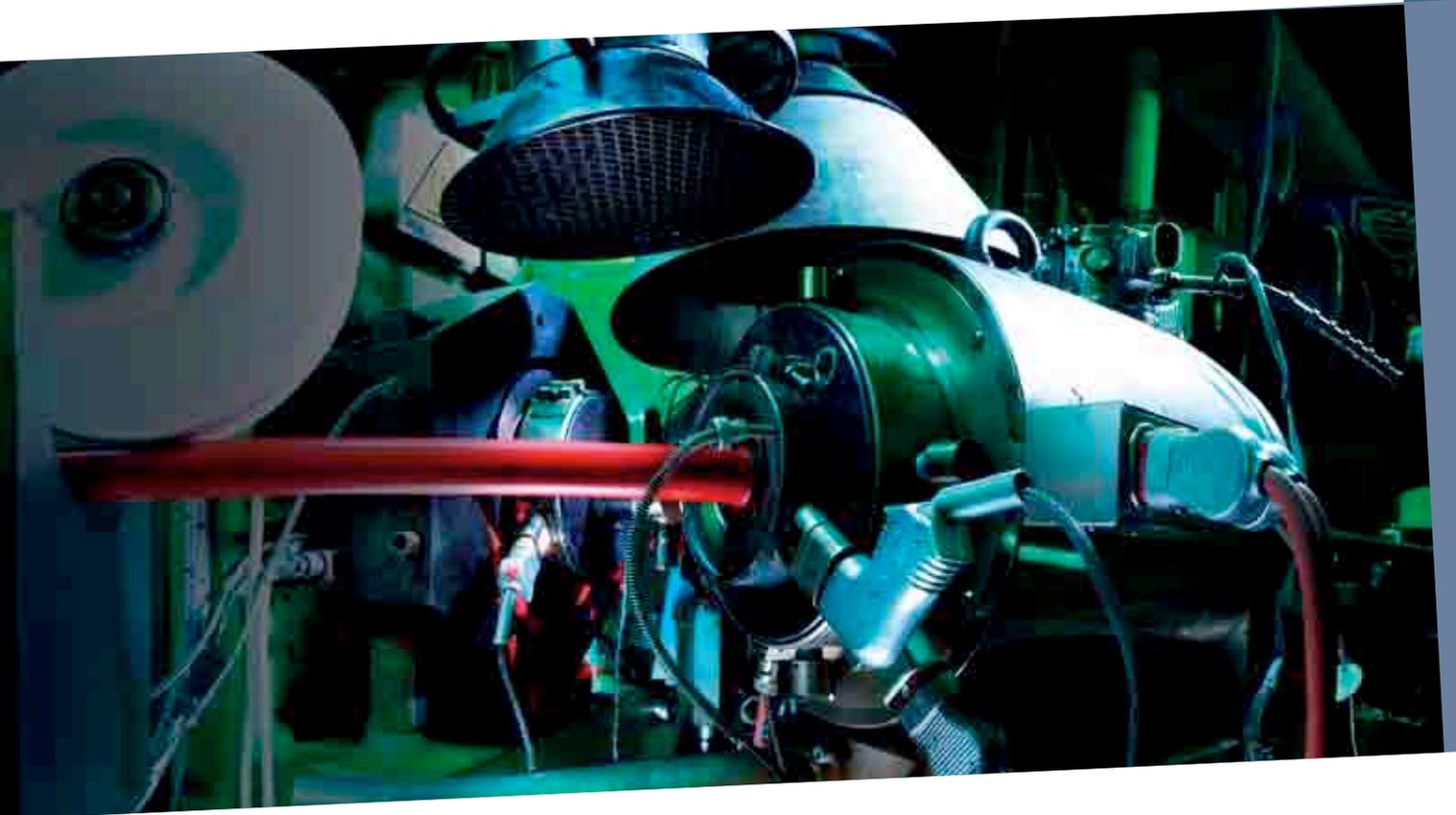
- 1 Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de cobre según UNE EN 60228, clase 2.
- 2 Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado, (XLPE). Espesor nominal mínimo = 3,5 mm. Diámetro exterior del aislamiento =  $11,8 \pm 0,5$  mm.
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.
- 5 Pantalla metálica:** cinta de cobre en hélice aplicada con sobreposición. Espesor nominal = 0,1 mm.
- 6 Cubierta exterior:** tipo AFUMEX en versión AFUMEX H y tipo PVC Flam para versión VOLTALENE H. Espesor nominal = 2 mm. Diámetro exterior del cable =  $18 \pm 0,5$  mm. Color rojo.

La versión AFUMEX comporta las mejores propiedades frente al fuego. Supera los siguientes ensayos:

- No propagación de la llama. UNE EN 60332-1-2\*.
- No propagación del incendio. UNE EN 60332-3-24\*.
- Baja emisión de humos opacos. UNE EN 61034-2.
- Reducida emisión de gases tóxicos. NES-713, NFC-20454. It =1,5.
- Libre de halógenos. UNE EN 50267-2-1.
- Baja corrosividad de los humos. UNE EN 50267-2-2, pH  $\geq 4,3$ , Conductividad  $< 10 \mu\text{S}/\text{mm}$ .

\* Ensayos que también cumple la versión Voltalene (RHV).

Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad es máximas admisibles (A)	
1x6	Instalación enterrada. Dos cables en contacto a 70 cm de profundidad. Tempertura del terreno 25°C. Resistividad del terreno 1 K·m/W	Instalación al aire. Dos cables en contacto. Temperatura al aire 40°C
	80	68



**Cables tipo  
EPROTENAX COMPACT  
(aislamiento de  
HEPR)**



## EPROTENAX COMPACT

### DESIGNACIÓN DE LOS CABLES EPROTENAX COMPACT

Para facilitar la comprensión del modo de designación de los cables EPROTENAX COMPACT se tomará un ejemplo:

AL	EPROTENAX	H	COMPACT	1 x 240/16	mm <sup>2</sup>	12/20	kV
Las siglas AL denotan que el conductor es de aluminio, si no se indica nada, se entiende que el conductor es de cobre.	Es el nombre comercial del cable, e indica que el cable está aislado con goma etileno-propileno	Cable apantallado	COMPACT indica que el aislamiento es etileno-propileno de alto gradiente (HEPR). La cubierta es tipo VEMEX, (o PVC en el caso de cables armados).	La cifra 1 ó 3 denota que el cable es unipolar o tripolar. 240 indica la sección del conductor en mm <sup>2</sup> . 16 indica la sección de la pantalla en mm <sup>2</sup> .		Tensión nominal 12 kV entre conductor (fase) y pantalla y 20 kV entre conductores (fases). La tensión más elevada entre fases puede ser superior (ver tabla de la página 11)	

Otros ejemplos:

- **Cable EPROTENAX H COMPACT 1 x 150/16 mm<sup>2</sup> 12/20 kV.**

Cable unipolar, con conductor de cobre de 150 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con HEPR, apantallado, con alambres de cobre de sección total 16 mm<sup>2</sup>, no armado, para una tensión nominal de 12/20 kV y con cubierta exterior VEMEX.

- **Cable AL EPROTENAX HFA COMPACT 1 x 300/16 mm<sup>2</sup> 6/10 kV.**

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 300 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con HEPR, apantallado con una corona de hilos de cobre con una sección total de 16 mm<sup>2</sup>, armado con flejes de aluminio, para una tensión nominal de 6/10 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados).

- **Cable AL EPROTENAX FA COMPACT 1 x 150 mm<sup>2</sup> 1,8/3 kV.**

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con HEPR, sin pantalla, armado con flejes de aluminio, para una tensión nominal de 1,8/3 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados).

## EPROTENAX COMPACT

### EQUIVALENCIAS ENTRE DESIGNACIONES PRYSMIAN PARA CABLES EPROTENAX COMPACT Y DESIGNACIONES UNE \_\_\_\_\_

EPROTENAX COMPACT	FORMACIÓN	PANTALLA	ARMADURA	DENOMINACIÓN UNE	
				CAMPO NO RADIAL (1)	CAMPO RADIAL
H	Unipolar	Si	No	-	HEPRZ1
	Tripolar	Individual sobre cada fase	No		
FA <sup>1</sup>	Unipolar	No	Flejes aluminio	No existe actualmente designación UNE para estos cables. Se recomienda designarlos según lo explicado en la página anterior.	
F <sup>1</sup>	Tripolar	No	Flejes acero		
HFA	Unipolar	Si	Flejes aluminio		
HF	Tripolar	Si	Flejes acero		
MA <sup>1</sup>	Unipolar	No	Alambres de aluminio <sup>2</sup>		
M <sup>1</sup>	Tripolar	No	Alambres de acero		
HMA	Unipolar	Si	Alambres de aluminio <sup>2</sup>		
HM	Tripolar	Si	Alambres de acero		
P <sup>1</sup>	Unipolar O Tripolar	Con tubo de plomo			
HP <sup>3</sup>		Con tubo de plomo y apantallado individual			
O <sup>1</sup>		Con pantalla conjunta			

(1) Sólo para cables de 1,8/3 kV y 3,6/6 kV de tensión nominal.

(2) La armadura MA sólo debe utilizarse en casos absolutamente necesarios ya que al tratarse de una armadura de una sección considerable de aluminio, se puede inducir unas corrientes de circulación a tierra nada despreciables. Esto puede motivar que la intensidad de corriente admisible por el conductor de fase se vea minorada sobre todo en el caso de que los cables unipolares estén separados entre sí. Ver tablas de intensidades admisibles.

(3) Para tensiones superiores a 3,6/6 kV.

Todos los cables deben disponer de una protección metálica que los envuelva, bien sea al menos una pantalla o una armadura. Requisito exigido en la Norma IEC 60502 para los cables de tensión nominal superior a 1000 V.

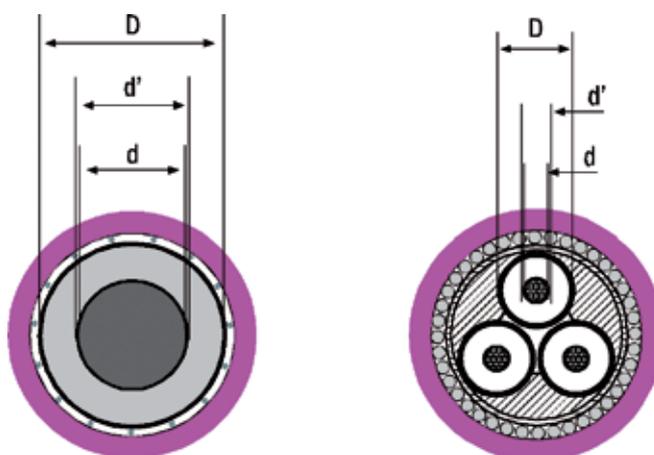
Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

Conviene tener presente que los valores que se indican en las referidas tablas no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo. Son susceptibles de variación sin previo aviso.

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS BAJO AISLAMIENTO DE CABLES EPROTENAX COMPACT (UNIPOLARES Y TRIPOLARES)

Sección mm <sup>2</sup>	d conductor mm	d' semic. int. mm	D bajo aislamiento (unipolar y tripolar)						
			1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
<b>Conductor de Cu</b>									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,3	9,3	12,3	14,3	16,1	15,1	17,9	21,1	25,3
70	9,9	10,9	13,9	15,9	17,7	16,9	19,5	21,9	25,5
95	11,6	12,6	15,6	17,6	19,4	18,6	21,2	23	26
120	13,1	14,1	17,1	19,1	20,9	26,9	22,7	24,5	26,9
150	14,3	15,3	18,3	20,3	22,1	21,5	23,9	25,5	27,7
185	16	17	20	22	23,8	23,2	25,6	27	29
240	18,7	20,1	22,7	25,3	26,9	26,5	28,7	30,3	32,5
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	35,2
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	30,9	33,1	35,1	36,9
500	26,4	28,4	30,8	34,8	35,2	35	37,2	39,2	41
<b>Conductor de Al</b>									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	14,9	17,7	20,9	25,1
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	16,8	19,4	21,8	25,4
<b>95</b>	<b>11,2</b>	<b>12,2</b>	15,2	17,2	19	18,2	<b>20,9</b>	22,6	<b>25,7</b>
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	26,5	22,3	24,1	26,5
<b>150</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	18	20	21,8	21,2	<b>23,8</b>	25,2	<b>27,6</b>
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	23,3	25,7	27,1	29,1
<b>240</b>	<b>17,9</b>	<b>19,3</b>	21,9	24,5	26,1	25,7	<b>28</b>	29,5	<b>31,8</b>
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	34,2
<b>400</b>	<b>23,1</b>	<b>24,5</b>	27,1	30,5	31,3	30,9	<b>33,2</b>	35,1	<b>37</b>
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	34,9	37,1	39,1	40,9



**Nota:** los valores de d, d' y D son iguales para cables unipolares y tripolares siempre que se trate del mismo material de conductor (Cu o Al), el mismo material de aislamiento (XLPE o HEPR) y la misma sección y tensión. Es decir, por ejemplo un cable de 1x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact..

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo FA (armado flejes Al)		Tipo MA (armado alambres Al)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 1,8/3 kV (Conductores de cobre)

1 x 10	13,2	300	18,2	450	19,2	525	18,6	495	19,6	570
1 x 16	14,1	370	19,1	525	20,1	605	19,5	575	20,5	655
1 x 25	15,3	475	20,3	645	21,3	730	20,7	700	21,7	785
1 x 35	16,4	595	21,4	775	22,4	860	21,8	830	22,8	905
1 x 50	17,7	735	22,7	925	23,7	1025	23,1	985	24,1	1085
1 x 70	19,3	955	24,3	1160	25,3	1265	24,7	1225	25,7	1335
1 x 95	21,4	1245	26,4	1460	27,4	1580	26,8	1535	28,0	1675
1 x 120	22,9	1500	27,9	1735	28,9	1865	28,5	1830	29,5	1955
1 x 150	24,1	1750	29,1	1990	30,3	2140	29,7	2090	30,9	2240
1 x 185	25,8	2115	31,0	2385	32,0	2530	31,6	2490	33,6	2735
1 x 240	29,1	2755	34,1	3035	35,3	3215	34,9	3175	36,7	3435
1 x 300	31,2	3340	36,2	3640	38,2	3930	36,8	3765	38,8	4055
1 x 400	34,3	4125	39,3	4450	41,3	4770	40,1	4610	41,9	4910
1 x 500	38,8	5340	43,8	5705	45,8	6060	44,8	5905	47,7	6375

#### Unipolares 1,8/3 kV (Conductores de aluminio)

1 x 10	13,5	245	18,5	400	19,5	475	18,9	445	19,9	525
1 x 16	14,4	285	19,4	445	20,4	525	19,8	495	20,8	575
1 x 25	15,4	330	20,4	500	21,4	590	20,8	555	21,8	640
1 x 35	16,4	380	21,4	560	22,4	650	21,8	615	22,8	710
1 x 50	17,5	435	22,5	620	23,5	720	22,9	685	23,9	785
1 x 70	19,2	520	24,2	725	25,2	830	24,6	790	25,6	900
1 x 95	21,0	635	26,0	850	27,0	965	26,4	925	27,6	1055
1 x 120	22,5	740	27,5	965	28,5	1095	28,1	1060	29,1	1190
1 x 150	23,8	830	28,8	1070	30,0	1215	29,4	1170	30,6	1320
1 x 185	25,9	1000	31,1	1270	32,1	1415	31,7	1375	33,7	1630
1 x 240	28,4	1210	33,4	1485	34,6	1660	34,2	1620	36,0	1875
1 x 300	31,2	1470	36,2	1770	38,2	2060	36,8	1895	38,8	2185
1 x 400	34,8	1820	39,8	2150	41,8	2475	40,6	2315	42,4	2620
1 x 500	39,2	2260	44,2	2630	46,2	2985	45,2	2830	48,1	3315

	Tipo H (no armado)		Tipo F (armado flejes acero)		Tipo M (armado alambres acero)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
--	--------------------	--	------------------------------	--	--------------------------------	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--

#### Tripolares 1,8/3 kV (Conductores de cobre)

3 x 10	25,1	1130	27,4	1260	30,2	1875	28,7	1440	32,5	2280
3 x 16	27,2	1410	29,4	1535	32,4	2200	30,8	1740	34,6	2650
3 x 25	30,2	1850	32,2	1960	35,2	2695	35,8	2555	37,6	3210
3 x 35	32,6	2275	34,9	2440	38,7	3500	38,4	3055	40,0	3755
3 x 50	35,6	2815	37,9	2985	41,7	4135	41,6	3675	44,4	4805
3 x 70	39,2	3640	43,6	4240	45,4	5080	45,4	4600	48,2	5830
3 x 95	44,2	4750	48,7	5440	51,5	6780	50,2	5785	53,0	7190
3 x 120	48,0	5770	52,5	6515	55,3	7995	54,2	6915	57,2	8445
3 x 150	50,8	6685	55,5	7495	58,3	9055	57,4	7950	60,2	9570
3 x 185	54,6	8030	59,6	8925	62,4	10620	61,2	9375	64,0	11095
3 x 240	61,7	10405	66,9	11430	69,7	13340	68,3	11905	71,3	13875
3 x 300	66,2	12480	71,4	13565	74,2	15610	73,0	14110	77,3	17022

#### Tripolares 1,8/3 kV (Conductores de aluminio)

3 x 10	25,7	990	28,1	1125	30,9	1750	29,3	1305	33,1	2170
3 x 16	27,9	1170	30,0	1295	33,0	1990	31,5	1510	35,3	2440
3 x 25	30,4	1410	32,4	1525	35,4	2270	36,0	2120	37,8	2795
3 x 35	32,6	1630	34,9	1790	38,7	2850	38,4	2410	40,0	3105
3 x 50	35,2	1895	37,5	2065	41,3	3190	41,2	2745	44,0	3845
3 x 70	39,0	2320	43,4	2920	45,2	3760	45,2	3275	48,0	4510
3 x 95	43,3	2875	47,8	3550	50,6	4865	49,3	3890	52,1	5270
3 x 120	47,1	3425	51,3	4090	54,1	5510	53,3	4550	56,3	6055
3 x 150	50,1	3880	54,9	4675	57,7	6205	56,7	5125	59,5	6715
3 x 185	54,9	4665	59,8	5565	62,6	7255	61,5	6015	64,3	7735
3 x 240	60,2	5635	65,4	6635	68,2	8490	66,8	7100	69,8	9010
3 x 300	66,2	6830	71,4	7915	74,2	9955	73,0	8460	77,3	11375

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo FA (armado flejes Al)		Tipo MA (armado alambres Al)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 3,6/6 kV (Conductores de cobre)

1 x 10	14,8	345	19,8	510	20,8	590	20,2	560	21,2	645
1 x 16	15,7	420	20,7	590	21,7	680	21,1	645	22,1	735
1 x 25	16,9	530	21,9	715	22,9	805	22,3	770	23,3	870
1 x 35	18,0	650	23,0	845	24,0	945	23,4	905	24,4	1010
1 x 50	19,3	795	24,3	995	25,3	1100	24,7	1065	25,7	1175
1 x 70	20,9	1020	25,9	1235	26,9	1350	26,3	1310	27,5	1445
1 x 95	22,6	1295	27,6	1525	28,6	1650	28,2	1620	29,2	1750
1 x 120	24,1	1560	29,1	1800	30,1	1935	29,7	1900	30,9	2050
1 x 150	25,3	1810	30,3	2060	31,5	2215	31,1	2180	33,1	2425
1 x 185	27,2	2190	32,2	2460	33,2	2610	32,8	2570	34,8	2830
1 x 240	30,3	2825	35,5	3135	37,5	3415	36,1	3260	38,1	3540
1 x 300	32,4	3410	37,4	3720	39,4	4015	38,2	3875	40,2	4180
1 x 400	35,1	4180	40,3	4530	42,1	4834	40,9	4675	42,9	5010
1 x 500	39,6	5400	44,8	5790	46,6	6131	45,6	5975	48,5	6455

#### Unipolares 3,6/6 kV (Conductores de aluminio)

1 x 10	15,1	295	20,1	465	21,1	545	20,5	515	21,5	605
1 x 16	16,0	335	21,0	510	22,0	600	21,4	565	22,4	655
1 x 25	17,0	385	22,0	570	23,0	660	22,4	625	23,4	725
1 x 35	18,0	440	23,0	630	24,0	730	23,4	690	24,4	795
1 x 50	19,1	495	24,1	695	25,1	800	24,5	760	25,5	875
1 x 70	20,8	590	25,8	800	26,8	920	26,2	875	27,4	1010
1 x 95	22,2	690	27,2	915	28,2	1035	27,8	1005	28,8	1130
1 x 120	23,7	795	28,7	1035	29,7	1165	29,3	1130	30,5	1280
1 x 150	25,0	890	30,0	1140	31,2	1290	30,8	1255	32,8	1495
1 x 185	27,3	1075	32,3	1340	33,3	1495	32,9	1455	34,8	1705
1 x 240	29,6	1275	34,8	1580	36,8	1855	35,4	1700	37,4	1980
1 x 300	32,4	1540	37,4	1850	39,4	2145	38,2	2005	40,2	2310
1 x 400	35,6	1875	40,8	2240	42,6	2545	41,4	2380	43,4	2710
1 x 500	40,0	2280	45,2	2715	47,0	3055	46,0	2900	48,9	3400

	Tipo H (no armado)	Tipo F (armado flejes acero)	Tipo M (armado alambres acero)	Tipo HF (armado flejes acero)	Tipo HM (armado alambres acero)
--	--------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

#### Tripolares 3,6/6 kV (Conductores de cobre)

3 x 10	28,7	1385	30,9	1520	33,9	2225	34,5	2080	36,1	2685
3 x 16	31,1	1700	33,2	1835	37,0	2830	36,9	2390	38,5	3115
3 x 25	33,9	2140	36,0	2285	39,8	3370	39,7	2940	42,5	4020
3 x 35	36,4	2610	38,6	2765	42,4	3935	42,2	3465	45,0	4625
3 x 50	39,4	3175	43,6	3755	45,4	4590	45,4	4110	48,2	5345
3 x 70	43,1	4030	47,4	4685	50,2	5995	49,1	5045	51,9	6385
3 x 95	47,3	5115	51,7	5830	54,7	7305	53,5	6245	56,3	7720
3 x 120	50,8	6105	55,5	6915	58,3	8475	57,2	7340	60,0	8960
3 x 150	53,6	7035	58,8	7915	61,3	9550	60,0	8325	63,0	10055
3 x 185	57,4	8410	62,4	9335	65,2	11115	64,2	9845	67,0	11645
3 x 240	64,5	10825	69,6	11890	72,4	13880	71,3	12420	75,6	15295
3 x 300	69,2	12975	74,5	14145	77,3	16300	76,4	14750	80,7	17810

#### Tripolares 3,6/6 kV (Conductores de aluminio)

3 x 10	29,4	1250	31,5	1385	34,5	2120	35,2	1960	36,8	2605
3 x 16	31,7	1465	33,9	1605	37,7	2515	37,3	2205	39,1	2910
3 x 25	34,1	1705	36,2	1850	40,0	2955	39,9	2515	42,7	3590
3 x 35	36,4	1965	38,6	2115	42,4	3285	42,2	2815	45,0	3980
3 x 50	39,0	2250	43,1	2830	44,9	3645	45,0	3180	47,8	4425
3 x 70	42,9	2710	47,2	3360	50,0	4675	48,9	3715	51,7	5060
3 x 95	46,5	3235	50,4	3870	53,4	5325	52,7	4345	55,5	5835
3 x 120	49,9	3755	54,7	4550	57,5	6080	56,3	4965	59,1	6560
3 x 150	52,9	4230	57,9	5095	60,7	6740	59,3	5505	62,3	7205
3 x 185	57,6	5045	62,6	5980	65,4	7754	64,4	6485	67,2	8320
3 x 240	63,0	6050	68,1	7085	70,9	9020	69,8	7605	74,1	10440
3 x 300	69,2	7325	74,5	8495	77,3	10650	76,4	9100	80,7	12155

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
<b>Unipolares 6/10 kV (Conductores de cobre)</b>						
1 x 16	18,7	665	24,1	900	24,8	975
1 x 25	19,8	780	25,2	1030	25,9	1105
1 x 35	20,9	895	26,3	1155	27,0	1235
1 x 50	22,2	1040	27,6	1315	28,3	1400
1 x 70	23,8	1270	29,2	1560	30,1	1670
1 x 95	25,5	1550	31,1	1880	31,8	1980
1 x 120	27,0	1815	32,6	2155	33,5	2280
1 x 150	28,2	2070	34,0	2440	35,7	2650
1 x 185	30,1	2475	35,7	2850	37,4	3075
1 x 240	33,4	3130	39,0	3535	40,7	3790
1 x 300	35,3	3705	41,1	4155	42,8	4415
1 x 400	38,0	4500	43,8	4975	45,5	5255
1 x 500	41,5	5640	47,5	6175	50,2	6620
<b>Unipolares 6/10 kV (Conductores de aluminio)</b>						
1 x 16	18,9	515	24,3	810	25,0	885
1 x 25	19,9	560	25,3	875	26,0	950
1 x 35	20,9	612	26,3	940	27,0	1020
1 x 50	22,0	665	27,4	1010	28,1	1100
1 x 70	23,7	750	29,1	1125	30,0	1235
1 x 95	25,1	845	30,7	1260	31,4	1360
1 x 120	26,6	945	32,2	1390	33,1	1515
1 x 150	27,9	1035	33,7	1520	35,4	1730
1 x 185	30,2	1215	36,2	1725	37,9	1950
1 x 240	32,6	1413	38,3	1975	40,0	2210
1 x 300	35,3	1650	41,1	2285	42,8	2545
1 x 400	38,5	1965	44,3	2635	46,0	2910
1 x 500	41,9	2315	47,9	3075	50,6	3525
<b>Tripolares 6/10 kV (Conductores de cobre)</b>						
3 x 16	35,2	2080	41,0	2850	42,5	3610
3 x 25	37,7	2520	43,5	3400	46,4	4620
3 x 35	40,3	3015	46,1	3950	48,8	5210
3 x 50	43,3	3605	49,3	4625	52,0	5995
3 x 70	47,4	4555	53,8	5680	56,5	7195
3 x 95	51,2	5640	57,6	6835	60,3	8445
3 x 120	54,7	6660	61,3	7960	64,0	9680
3 x 150	57,4	7605	64,0	8975	66,7	10775
3 x 185	61,3	9050	69,0	10600	71,7	12700
3 x 240	68,8	11610	75,8	13270	79,8	16330
3 x 300	73,3	13760	80,5	15555	84,5	18765
<b>Tripolares 6/10 kV (Conductores de aluminio)</b>						
3 x 16	35,6	1830	41,4	2640	42,9	3410
3 x 25	38,0	2090	43,8	2970	46,7	4185
3 x 35	40,3	2370	46,1	3300	48,8	4560
3 x 50	42,9	2685	48,9	3690	51,6	5030
3 x 70	47,1	3245	53,5	4355	56,2	5830
3 x 95	50,4	3745	56,8	4925	59,5	6510
3 x 120	53,8	4300	60,4	5580	63,1	7275
3 x 150	56,8	4800	63,4	6145	66,1	7955
3 x 185	62,4	5690	69,2	7280	71,9	9230
3 x 240	66,9	6715	73,9	8345	77,9	11310
3 x 300	73,3	8125	80,5	9905	84,5	13115

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 8,7/15 kV (Conductores de cobre)

1 x 25	18,8	809	24,2	1065	24,9	1144
1 x 35	19,9	921	25,3	1186	26,2	1283
1 x 50	21,2	1060	26,8	1348	27,5	1446
1 x 70	22,8	1279	28,4	1590	29,1	1688
1 x 95	24,5	1553	30,3	1893	31,8	2074
1 x 120	26,2	1818	31,8	2158	33,5	2362
1 x 150	27,4	2060	33,2	2427	34,7	2623
1 x 185	29,7	2441	35,3	2813	37	3036
1 x 240	32,4	3046	38,2	3469	39,9	3715
1 x 300	34,5	3613	40,3	4055	41,8	4297
1 x 400	37,2	4362	43,2	4849	45,9	5259
1 x 500	40,7	5436	46,7	5961	49,4	6403

#### Unipolares 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)

1 x 25	18,9	600	24,3	921	25	1000
1 x 35	19,9	650	25,3	986	26,2	1083
1 x 50	21	633	26,6	1069	27,3	1156
1 x 70	22,7	708	28,3	1181	29	1279
1 x 95	24,1	880	29,9	1316	31,4	1488
1 x 120	25,8	992	31,4	1441	33,1	1637
1 x 150	27,1	1080	32,9	1572	34,4	1758
1 x 185	29,8	1250	35,4	1772	37,1	1990
1 x 240	31,7	1435	37,5	2009	39,2	2255
1 x 300	34,5	1690	40,3	2316	41,8	2557
1 x 400	37,7	1990	43,7	2669	46,4	3078
1 x 500	41,1	2325	47,1	3078	49,8	3520

	Tipo H (no armado)	Tipo HF (armado flejes acero)	Tipo HM (armado alambres acero)
--	--------------------	-------------------------------	---------------------------------

#### Tripolares 8,7/15 kV (Conductores de cobre)

3 x 25	39,7	2836	45,7	3739	48,4	4985
3 x 35	42,1	3297	48,3	4273	51	5599
3 x 50	45,5	3934	51,9	4999	54,6	6422
3 x 70	49,3	4836	55,5	5971	58,2	7524
3 x 95	53,2	5887	59,8	711	62,5	8761
3 x 120	56,6	6863	63,4	8198	66,1	9946
3 x 150	59,4	7784	66,2	9174	70,2	11723
3 x 185	64,1	9174	71,1	10695	75,1	13671
3 x 240	70,7	11634	77,9	13299	81,9	16331
3 x 300	75	13643	84,1	16228	86,6	18684

#### Tripolares 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)

3 x 25	39,9	2441	45,9	3343	48,6	4622
3 x 35	42,1	2702	48,3	3669	51	4994
3 x 50	45	3078	51,4	4125	54,1	5557
3 x 70	49,1	3613	55,3	4734	58	6254
3 x 95	52,3	4115	58,9	5324	61,6	6952
3 x 120	55,7	4669	62,5	5975	65,2	7700
3 x 150	58,7	5171	65,5	6533	69,5	9091
3 x 185	64,7	6050	71,7	7719	75,7	10462
3 x 240	69,2	7142	76,4	8788	80,4	11727
3 x 300	75	8407	84,1	10969	86,6	13429

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 12/20 kV (Conductores de cobre)

1 x 35	22,7	1009	28,3	1307	29	1400
1 x 50	24	1153	29,6	1465	30,5	1576
1 x 70	25,6	1381	31,4	1725	32,9	1902
1 x 95	27,5	1674	33,1	2018	34,8	2227
1 x 120	29	1925	34,8	2302	36,3	2506
1 x 150	30,4	2190	36	2562	37,7	2790
1 x 185	32,5	2562	38,3	2976	39,8	3190
1 x 240	35,4	3199	41,2	3641	42,7	3883
1 x 300	37,5	3776	43,3	4236	46	4631
1 x 400	40,2	4538	46	5022	48,7	5445
1 x 500	43,7	5626	49,7	6171	52,4	6636

#### Unipolares 12/20 kV (Conductores de aluminio)

1 x 35	23,7	728	28,3	1107	29	1200
1 x 50	24,8	783	29,4	1181	30,3	1297
1 x 70	26,5	878	31,3	1321	32,8	1497
<b>1 x 95</b>	<b>28,6</b>	<b>960</b>	32,7	1441	34,4	1641
1 x 120	30	1093	34,4	1590	35,9	1781
<b>1 x 150</b>	<b>32</b>	<b>1200</b>	35,7	1707	37,4	1925
1 x 185	33,2	1369	38,4	1930	39,9	2148
<b>1 x 240</b>	<b>36</b>	<b>1600</b>	40,5	2181	42	2418
1 x 300	38,5	1833	43,3	2497	46	2892
<b>1 x 400</b>	<b>41,3</b>	<b>2130</b>	46,5	2846	49,2	3264
1 x 500	44,1	2498	50,1	3288	52,8	3739

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
--	--------------------	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--

#### Tripolares 12/20 kV (Conductores de cobre)

3 x 35	48	3873	54,4	4966	57,1	6440
3 x 50	51	4492	57,6	5664	60,3	7245
3 x 70	54,6	5403	61,2	6645	63,9	8323
3 x 95	58,5	6491	65,3	7826	68	9598
3 x 120	61,9	7500	68,9	8947	73,1	11616
3 x 150	64,7	8454	71,7	9951	75,9	12704
3 x 185	69,8	9960	77,2	11625	81,2	14926
3 x 240	76	12411	85,1	14982	87,6	17433
3 x 300	80,5	14508	89,6	17205	92,1	19790

#### Tripolares 12/20 kV (Conductores de aluminio)

3 x 35	48	3283	54,4	4362	57,1	5840
3 x 50	50,5	3636	57,1	4785	59,8	6338
3 x 70	54,4	4180	61	5403	63,7	7087
3 x 95	57,6	4715	64,4	6031	67,1	8709
3 x 120	61	5306	68	6715	72,2	9342
3 x 150	64	5840	71	7305	75,2	10067
3 x 185	70	6840	77,4	8509	81,4	11485
3 x 240	74,5	7910	83,6	10444	86,1	12871
3 x 300	80,5	9277	89,6	11950	92,1	14536

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
<b>Unipolares 15/25 kV (Conductores de cobre)</b>						
1 x 50	27,4	1297	33	1637	34,7	1841
1 x 70	29	1534	34,8	1906	36,3	2102
1 x 95	30,9	1837	36,5	2209	38,2	2437
1 x 120	32,4	2097	38,2	2506	39,7	2725
1 x 150	33,8	2371	39,4	2771	41,1	3016
1 x 185	35,9	2753	41,7	3190	43,2	3422
1 x 240	38,8	3408	44,8	3897	47,5	4306
1 x 300	40,9	3994	46,7	4478	49,4	4915
1 x 400	43,6	3836	49,6	5306	52,3	5761
1 x 500	47,1	5873	53,1	6445	55,8	6938
<b>Unipolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)</b>						
1 x 50	27,2	915	32,8	1353	34,5	1553
1 x 70	28,9	1020	34,7	1502	36,2	1697
1 x 95	30,5	1135	36,1	1632	37,8	1855
1 x 120	32	1240	37,8	1786	39,3	1999
1 x 150	33,5	1360	39,1	1911	40,8	2148
1 x 185	36	1535	41,8	2148	43,3	2381
1 x 240	38,1	1750	44,1	2432	46,8	2831
1 x 300	40,9	2025	46,7	2739	49,4	3176
1 x 400	44,1	2360	50,1	3125	52,8	3580
1 x 500	47,5	2725	53,5	3562	56,2	4055

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
<b>Tripolares 15/25 kV (Conductores de cobre)</b>						
3 x 50	57,6	2483	64,4	6575	67,1	8333
3 x 70	61,2	6236	68	7635	72	10267
3 x 95	65,1	7375	72,1	8835	76,3	11592
3 x 120	68,9	8505	76,1	10095	80,3	13029
3 x 150	71,7	9495	80,6	11885	83,1	14159
3 x 185	76,4	10974	85,5	13950	88	16135
3 x 240	82,6	13522	91,9	16284	94,4	18893
3 x 300	87,1	15675	96,4	18567	98,9	21357
<b>Tripolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)</b>						
3 x 50	57,1	4413	63,9	5691	66,6	7417
3 x 70	61	5008	67,8	6394	71,8	9030
3 x 95	64,2	5589	71,2	7031	75,4	9742
3 x 120	68	6301	75,2	7843	79,7	10741
3 x 150	71,1	6877	80	9221	82,5	11509
3 x 185	76,6	7863	85,7	10416	88,2	12834
3 x 240	81,1	8998	90,4	11727	92,9	14313
3 x 300	87,1	10453	96,4	13313	98,9	16103

## EPROTENAX COMPACT

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
<b>Unipolares 18/30 kV (Conductores de cobre)</b>						
1 x 50	28,4	1432	34,2	1814	35,9	2027
1 x 70	30,2	1693	35,8	2074	37,5	2302
1 x 95	32,1	2004	37,7	2399	39,4	2641
1 x 120	33,6	2274	39,4	2706	40,9	2934
1 x 150	34,8	2530	40,8	2995	43,5	3376
1 x 185	37,1	2943	43,1	3427	45,8	3822
1 x 240	40	3613	45,8	4106	48,5	4534
1 x 300	42,1	4208	48,1	4743	50,8	5203
1 x 400	44,8	4999	50,8	5557	53,5	6040
1 x 500	48,1	6092	54,5	6743	57,2	7259
<b>Unipolares 18/30 kV (Conductores de aluminio)</b>						
1 x 50	31	1095	34	1530	35,7	1748
1 x 70	32,8	1205	35,7	1665	37,4	1888
<b>1 x 95</b>	<b>34,4</b>	<b>1330</b>	37,3	1818	39	2055
1 x 120	35	1435	39	1986	40,5	2218
<b>1 x 150</b>	<b>36,3</b>	<b>1500</b>	40,5	2134	43,2	2516
1 x 185	38	1730	43,2	2385	45,9	2795
<b>1 x 240</b>	<b>40,4</b>	<b>1900</b>	45,1	2637	47,8	3060
1 x 300	42,5	2200	48,1	3004	50,8	3464
<b>1 x 400</b>	<b>45,7</b>	<b>2550</b>	51,3	3376	54	3864
1 x 500	48,7	2876	54,9	3860	57,6	4376

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
<b>Tripolares 18/30 kV (Conductores de cobre)</b>						
3 x 50	61,7	5999	68,7	7496	72,7	10128
3 x 70	65,8	7152	72,8	8691	76,8	11499
3 x 95	69,7	8342	76,9	9937	81,1	12969
3 x 120	73,1	9440	82,2	11932	84,7	14317
3 x 150	75,9	10463	85	13029	87,5	15471
3 x 185	80,6	11992	89,9	14927	92,4	17438
3 x 240	86,8	14624	96,3	17577	98,8	20404
3 x 300	91,1	16782	100,8	19907	103,3	22873
<b>Tripolares 18/30 kV (Conductores de aluminio)</b>						
3 x 50	61,3	5208	68,3	6608	72,3	9244
3 x 70	65,6	5929	72,6	7445	76,6	10258
3 x 95	68,8	6552	76	8124	80,2	11109
3 x 120	72,2	7226	81,3	9667	83,8	12016
3 x 150	75,2	7840	84,3	10360	86,8	12820
3 x 185	80,8	8886	90,1	11658	92,6	14229
3 x 240	85,3	10090	94,8	12997	97,3	15750
3 x 300	91,1	11560	100,8	14652	103,3	17619

#### Nota:

En los cables de tensiones nominales 1,8/3 y 3,6/6 kV la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice. En los cables de tensiones nominales comprendidas entre 6/10 y 18/30 kV la pantalla metálica está constituida por una corona de hilos de cobre. En los cables tripolares, la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice sobre la capa semiconductor externa de cada fase.

## EPROTENAX COMPACT

### TABLAS DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

**TABLA I**

**Características mecánicas, físicas y químicas mínimas de la goma etileno propileno de alto módulo (HEPR), según prescripciones de la norma IEC 60502 y UNE-HD 620-9E.**

Características	Unidad	HEPR
<b>Mecánicas</b>		
Valores en estado inicial:		
- Carga rotura mínima	N/cm <sup>2</sup>	850
- Carga rotura mínima	%	200
- Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	N/cm <sup>2</sup>	450
Después de envejecimiento en estufa de aire:		
- Tratamiento		
Temperatura	°C	150
Duración	h	168
Variación del valor inicial admitido:		
- Carga de rotura	%	± 30
- Alargamiento	%	± 30
<b>Físicas</b>		
a) Absorción de agua:		
- Método ponderal:		
Temperatura	°C	100
Duración	h	24
- Variación de masa admitida	mg/cm <sup>2</sup>	3
b) Ensayo de resistencia al ozono:		
- Concentración de ozono, en volumen	%	0,025 a 0,030
- Duración del ensayo sin aparición de grietas	h	30
<b>Químicas</b>		
Comprobación de la reticulación:		
- Tratamiento		
Temperatura	°C	200
Tiempo bajo carga	min.	15
Esfuerzo mecánico	N/cm <sup>2</sup>	20
- Alargamiento máximo bajo carga	%	175
- Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	%	15

Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE EN 60811.

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA II**
**Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX ≡ DMZ1) de los cables EPROTENAX COMPACT.**

Características	Unidad	HEPR	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Mecánicas</b>			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	12,50	15
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	150	500
b) Después de envejecimiento			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	110± 2
Duración	h	168	336
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
c) Después de envejecimiento a cable completo			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100± 2	100± 2
Duración	h	168	168
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	± 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
<b>Físico-Químicas</b>			
a) Pérdida de masa			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100± 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima	mg/cm <sup>2</sup>	1,5	0,5
b) Presión a temperatura elevada			
- Tratamiento			
Temperatura	°C	90	115± 2
Tiempo bajo carga	h	6	6
Coeficiente k	-	0,7	0,7
- Profundidad máxima de la huella	%	50	50
c) Comportamiento a baja temperatura:			
- Tratamiento: Temperatura	°C	-15	-30 ± 2
- Tipo de muestra: Halterio	-	-	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	20	20
d) Resistencia al desgarrar (con corte)			
- Tratamiento: Temperatura	°C	20 ± 5	20 ± 5
- Resistencia mínima	N/mm <sup>2</sup>	10	24
e) Contracción a cable completo			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 ± 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA II (CONTINUACIÓN)**

**Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX≡DMZ1) de los cables EPROTENAX COMPACT.**

Características	Unidad	HEPR	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Físico-Químicas</b>			
f) Resistencia a la abrasión			
- Tratamiento			
Temperatura	°C		20 ± 5
Masa aplicada	kg		36
Velocidad	m/s		0,3 ± 15%
- Mínimo número de desplazamientos	-		8
g) Absorción de agua (método gravimétrico)			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	85 ± 2	85 ± 2
Duración	h	336	336
- Variación máxima de masa	mg/cm <sup>2</sup>	5	0,5
h) Contenido en metales pesados			
- Contenido en plomo	%	>1	<0,5 (*)
i) Emisión de gases ácidos (corrosividad)			
- Valor mínimo de pH	pH	3	4,3
- Valor máximo de la conductividad	μS/mm	100	10
j) Pérdida de las características mecánicas debido a la exposición a la intemperie			
- Variación máxima de la resistencia a la tracción	%	25	15
- Variación máxima del alargamiento	%	25	15

Las características de la cubierta normal corresponden al tipo de mezcla ST2 (PVC) especificado en la norma IEC 60502.

Las características de la cubierta VEMEX corresponden al tipo de mezcla de poliolefina especificado en la UNE HD 620. Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la norma UNE 60811.

(\*) El compuesto utilizado para la cubierta Z1 (VEMEX), no contiene hidrocarburos volátiles ni halógenos, ni metales pesados (excepto una mínima cantidad de Pb en caso de cubiertas con coloración roja).

**TABLA III**

**Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20°C en Ω/km**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx Ω/km	
	Cobre desnudo	Aluminio
10	1,830	-
16	1,150	1,910
25	0,727	1,200
35	0,524	0,868
50	0,387	0,641
70	0,268	0,443
<b>95</b>	0,193	<b>0,320</b>

Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx Ω/km	
	Cobre desnudo	Aluminio
120	0,153	0,253
<b>150</b>	0,124	<b>0,206</b>
185	0,0991	0,164
<b>240</b>	0,0754	<b>0,125</b>
300	0,0601	0,100
<b>400</b>	0,0470	<b>0,078</b>
500	0,0366	0,0605

Los valores que figuran en la presente tabla están de acuerdo a la norma UNE EN 60228. Los diámetros de las cuerdas son aproximados.

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA IV**  
Capacidad en  $\mu\text{F}/\text{km}$

Sección nominal $\text{mm}^2$	Cables unipolares y tripolares apantallados						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
10	0.248	0.199	-	-	-	-	-
16	0.282	0.224	0.208	-	-	-	-
25	0.327	0.257	0.234	-	-	-	-
35	0.368	0.288	0.262	0.275	0.199	-	-
50	0.416	0.324	0.293	0.309	0.229	0.183	0.150
70	0.475	0.367	0.332	0.342	0.258	0.215	0.176
<b>95</b>	0.499	0.414	0.374	0.385	<b>0.283</b>	0.249	<b>0.204</b>
120	0.550	0.454	0.409	0.423	0.315	0.271	0.232
<b>150</b>	0.590	0.487	0.438	0.441	<b>0.333</b>	0.294	<b>0.250</b>
185	0.648	0.533	0.488	0.482	0.366	0.324	0.281
<b>240</b>	0.752	0.617	0.553	0.543	<b>0.435</b>	0.365	<b>0.301</b>
300	0.816	0.668	0.599	0.587	0.455	0.387	0.340
<b>400</b>	0.853	0.735	0.658	0.646	<b>0.501</b>	0.417	<b>0.367</b>
500	0.907	0.793	0.737	0.718	0.556	0.465	0.409

Valores informativos calculados en base a los datos dimensionales de los cables que figuran en este catálogo

**TABLA V**  
Tensiones de ensayo en fábrica

Tensión nominal $U_0/U$ (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para $U \leq 30$ kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, $U_p$ (kV)
1.8/3	6.5	-	-
3.6/6	12.5	6.3	60
6/10	21	10.5	75
8.7/15	30.5	15.2	95
12/20	42	21	125
15/25	52.5	26.2	145
18/30	63	31.5	170

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA VI**

**Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (90 °C)**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
<b>95</b>	0.245	<b>0.403</b>	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
<b>150</b>	0.159	<b>0.262</b>	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
<b>240</b>	0.098	<b>0.161</b>	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
<b>400</b>	0.062	<b>0.102</b>	-	-
500	0.051	0.084	-	-

**TABLA VII**

**Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.087
70	0.359	0.591	0.365	0.601
<b>95</b>	0.259	<b>0.430</b>	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
<b>150</b>	0.168	<b>0.277</b>	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
<b>240</b>	0.104	<b>0.168</b>	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
<b>400</b>	0.066	<b>0.105</b>	-	-
500	0.054	0.089	-	-

**Nota:** La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sen \varphi)$ . Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 41).

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA VIII**

**Reactancia la frecuencia de 50 Hz**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase						
	Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
<b>Tres cables unipolares en contacto mutuo</b>							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
<b>95</b>	0.099	0.102	0.110	0.115	<b>0.118</b>	0.121	<b>0.129</b>
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
<b>150</b>	0.093	0.096	0.102	0.108	<b>0.110</b>	0.115	<b>0.118</b>
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
<b>240</b>	0.088	0.090	0.097	0.101	<b>0.102</b>	0.106	<b>0.109</b>
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
<b>400</b>	0.085	0.086	0.091	0.095	<b>0.096</b>	0.100	<b>0.102</b>
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099
<b>Un cable tripolar</b>							
10	0.115	-	-	-	-	-	-
16	0.107	-	-	-	-	-	-
25	0.100	0.105	0.118	0.127	-	-	-
35	0.095	0.100	0.112	0.120	0.121	-	-
50	0.091	0.095	0.106	0.114	0.113	0.124	0.135
70	0.086	0.090	0.100	0.107	0.106	0.115	0.125
95	0.083	0.087	0.096	0.102	0.101	0.108	0.115
120	0.081	0.084	0.093	0.098	0.097	0.103	0.110
150	0.079	0.082	0.090	0.096	0.095	0.100	0.105
185	0.079	0.081	0.089	0.094	0.093	0.097	0.101
240	0.076	0.079	0.085	0.090	0.090	0.093	0.097

**Nota:** La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sen \varphi)$ . Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 41).

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA IX**

**Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) sin armadura.**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	(Temperatura máxima en el conductor 105 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Cu</b>					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
	<b>Conductores de Al</b>					
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
<b>95</b>	<b>275</b>	240	<b>215</b>	<b>200</b>	205	190
120	320	280	245	230	235	215
<b>150</b>	<b>360</b>	315	<b>275</b>	<b>255</b>	265	240
185	415	360	315	290	295	275
<b>240</b>	<b>495</b>	425	<b>365</b>	<b>345</b>	345	325
300	565	485	410	390	390	365
<b>400</b>	<b>660</b>	-	<b>470</b>	<b>450</b>	-	-
500	775	-	540	515	-	-
630	905	-	615	590	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
- (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
- (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
- (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
- (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m de profundidad.
- (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C:	25
Temperatura del aire °C:	40
Resistividad térmica terreno K·m/W:	1,5
Temperatura del conductor en °C:	105

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA IX bis**

**Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) con armadura.**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	(Temperatura máxima en el conductor 105 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Cu</b>					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	105	105	98	100	94
25	155	140	135	125	130	120
35	190	170	160	145	155	145
50	225	205	190	175	185	170
70	280	255	235	215	225	210
95	335	305	275	250	265	245
120	385	350	310	285	300	280
150	435	395	345	315	335	310
185	495	450	385	355	380	350
240	575	530	435	400	440	415
300	650	605	480	445	495	465
400	745	-	530	490	-	-
500	855	-	585	545	-	-
630	975	-	635	595	-	-
	<b>Conductores de Al</b>					
16	90	80	80	76	78	72
25	115	110	100	95	100	90
35	140	130	125	115	120	110
50	170	160	150	135	140	130
70	210	195	180	165	170	160
95	255	235	215	195	205	190
120	295	270	245	220	230	215
150	330	305	270	250	260	240
185	380	345	305	280	290	270
240	445	405	350	325	335	315
300	505	470	390	360	385	360
400	585	-	440	405	-	-
500	675	-	490	460	-	-
630	775	-	545	510	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
- (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
- (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
- (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
- (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m de profundidad.
- (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C:	25
Temperatura del aire °C:	40
Resistividad térmica terreno K·m/W:	1,5
Temperatura del conductor en °C:	105

## EPROTENAX COMPACT

**TABLA X**

**Diámetros medios aproximados (en mm) de las pantallas constituidas por cintas de cobre.**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensiones nominales U <sub>0</sub> /U en kV						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
10	9.4	11.0	-	-	-	-	-
16	10.3	11.9	12.8	-	-	-	-
25	11.5	13.1	13.9	16.1	-	-	-
35	12.6	14.2	15.0	17.2	16.8	-	-
50	13.9	15.5	16.3	18.5	18.1	19.5	21.9
70	15.5	17.1	17.9	20.1	19.7	21.1	23.5
95	17.6	18.8	19.6	21.8	21.4	22.8	25.9
120	19.1	20.3	21.1	23.3	22.9	24.3	26.7
150	20.3	21.5	22.3	24.5	24.1	25.5	27.9
185	22.0	23.2	24.4	26.6	26.2	27.6	30
240	25.1	26.3	27.1	29.3	28.9	30.3	32.7
300	27.5	28.2	29.0	31.2	30.8	32.2	34.6
400	29.9	30.7	31.5	33.7	33.3	34.7	37.3
500	34.2	35.0	34.8	37.0	37.6	38	41,2

**TABLA XI**

**Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por cintas de cobre de 0,1 mm de espesor (cables trifásicos).**

Diámetro medio de pantalla mm	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<13,5	2030	1550	1330	1110	880	775	710	660	685
13,5 a 27	2540	1935	1665	1390	1100	970	885	830	786
>27,0	3555	2710	2330	1945	1545	1355	1240	1160	1100

Los datos relacionados en esta tabla se han calculado de acuerdo con la norma IEC 60949. Si el cable considerado es trifásico, con las pantallas metálicas en contacto, la intensidad de retorno en un cortocircuito monofásico circularía por las pantallas de los tres conductores. Por ello, la pantalla metálica de cada fase debe ser capaz de soportar un tercio de la intensidad de cortocircuito requerida.

**TABLA XII**

**Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm (cables unipolares).**

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

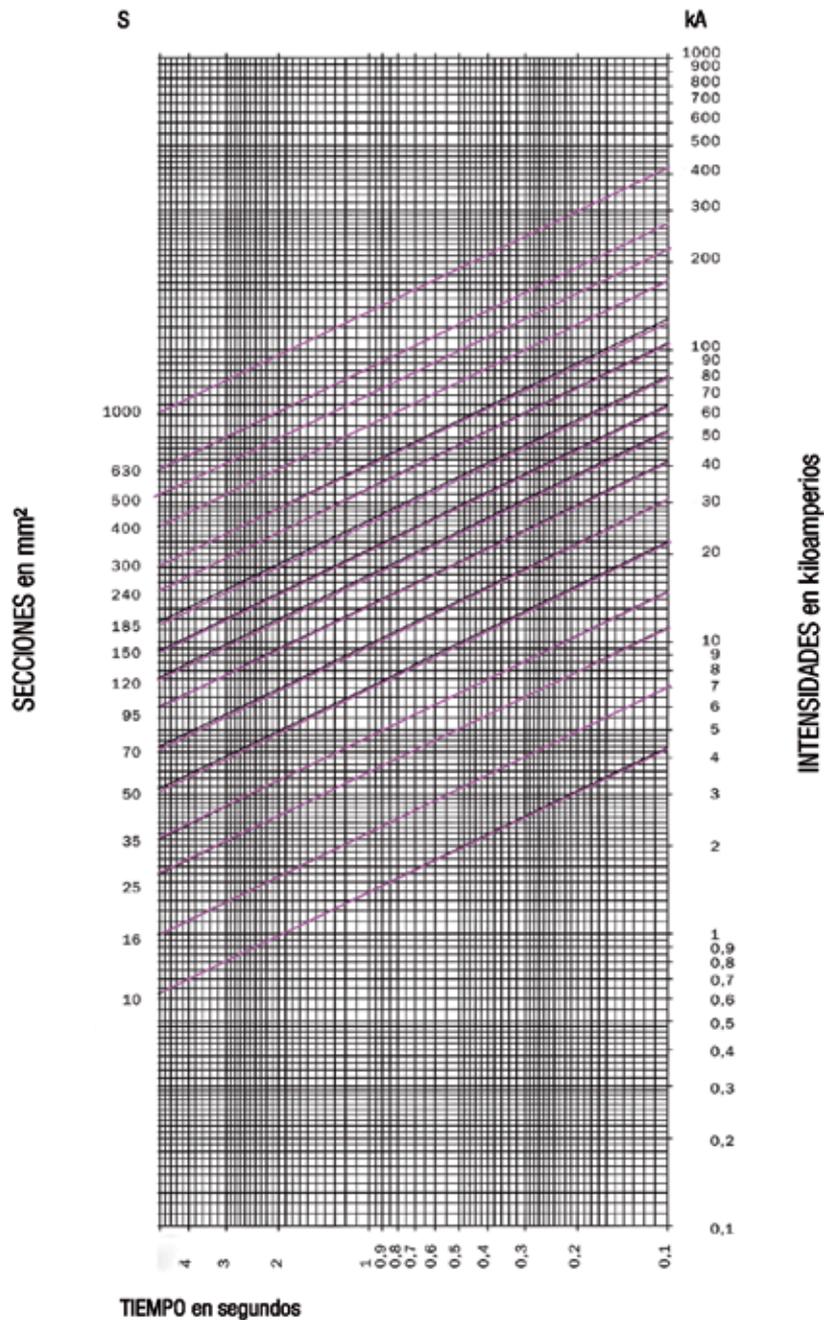
Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

## EPROTENAX COMPACT

### GRÁFICOS DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR PARA LOS CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT

#### GRÁFICO I

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de **cobre**.  
(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).

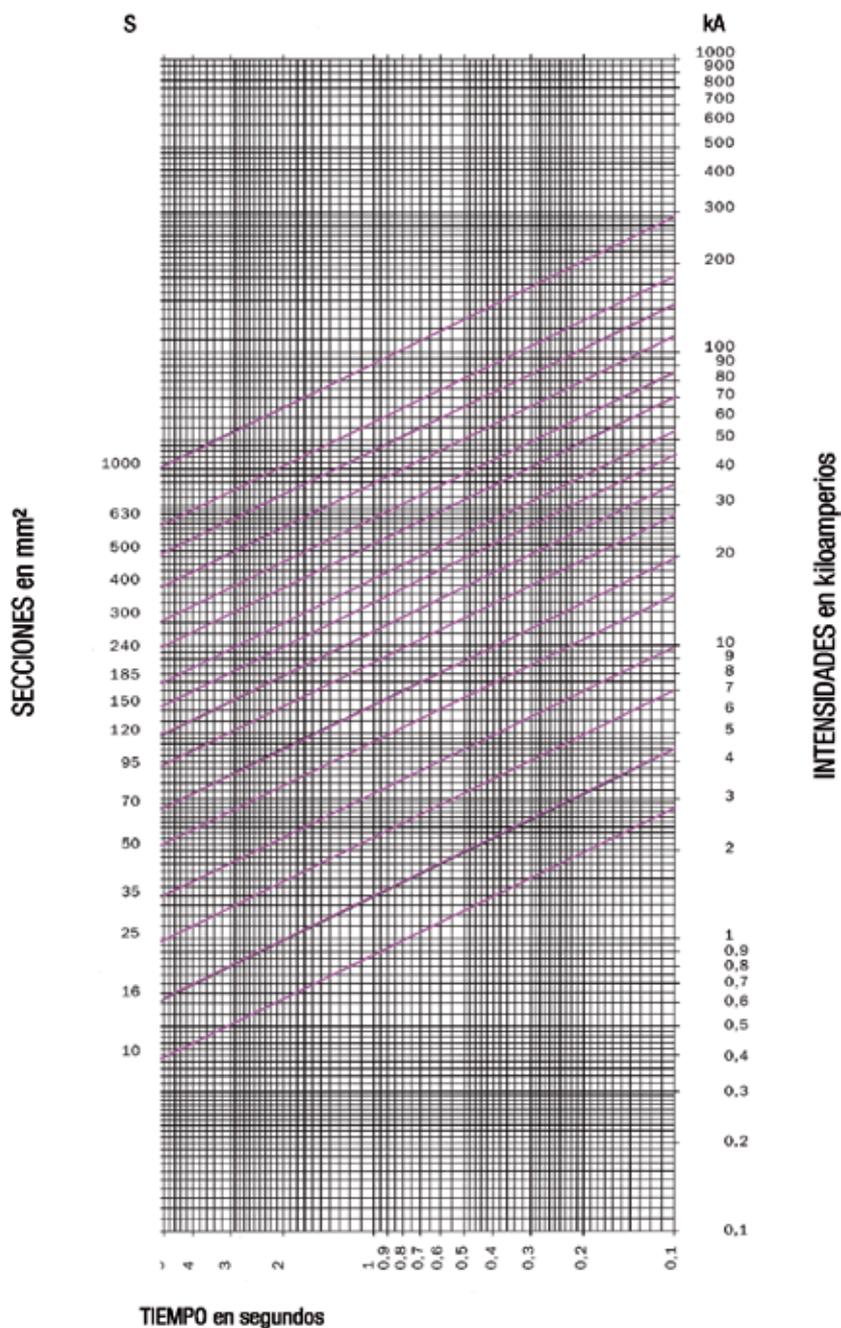


Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.  
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

## EPROTENAX COMPACT

### GRÁFICO II

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de **aluminio**.  
(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.  
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.



**Cables tipo  
VOLTALENE  
(aislamiento de XLPE)**



### DESIGNACIÓN DE LOS CABLES VOLTALENE

Para facilitar la comprensión del modo de designación de los cables VOLTALENE se tomará un ejemplo:

AL	VOLTALENE	H	VEMEX	1 x 240/16	mm <sup>2</sup>	12/20	kV
Las siglas AL denotan que el conductor es de aluminio, si no se indica nada, se entiende que el conductor es de cobre.	Es el nombre comercial del cable, e indica que el cable está aislado con polietileno reticulado (XLPE)	Cable apantallado	La presencia de la palabra VEMEX indica que la cubierta exterior es de dicho material.	La cifra 1 ó 3 denota que el cable es unipolar o tripolar. 240 indica la sección del conductor en mm <sup>2</sup> . 16 indica la sección de la pantalla en mm <sup>2</sup> .		Tensión nominal 12 kV entre conductor (fase) y pantalla y 20 kV entre conductores (fases). La tensión más elevada entre fases puede ser superior (ver tabla de la página 11).	

Otros ejemplos:

- **Cable VOLTALENE H VEMEX 1 x 240/25 mm<sup>2</sup> 18/30 kV.**

Cable unipolar, con conductor de cobre de 240 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con XLPE, apantallado, con alambres de cobre de sección total 25 mm<sup>2</sup>, no armado, para una tensión nominal de 18/30 kV y con cubierta exterior VEMEX.

- **Cable AL VOLTALENE HMA 1 x 300/16 mm<sup>2</sup> 6/10 kV.**

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 300 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con XLPE, apantallado con una corona de hilos de cobre con una sección total de 16 mm<sup>2</sup>, armado con hilos de aluminio, para una tensión nominal de 6/10 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados).

- **Cable AL VOLTALENE HF 3 x 150 mm<sup>2</sup> 1,8/3 kV.**

Cable tripolar, con conductores de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección, aislados con XLPE, sin pantalla, armado con flejes de acero, para una tensión nominal de 1,8/3 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados).

### EQUIVALENCIAS ENTRE DESIGNACIONES PRYSMIAN PARA CABLES VOLTALENE Y DESIGNACIONES UNE

VOLTALENE	FORMACIÓN	PANTALLA	ARMADURA	DENOMINACIÓN UNE	
				CAMPO NO RADIAL (1)	CAMPO RADIAL
H	Unipolar	Si	No	-	RHZ1
	Tripolar	Individual sobre cada fase	No		
FA	Unipolar	No	Flejes aluminio	RFAV	-
F	Tripolar		Flejes acero	RFV	-
HFA	Unipolar	Si	Flejes aluminio	-	RHVFAV
HF	Tripolar		Flejes acero	-	RHVfV
MA	Unipolar	No	Alambres de aluminio <sup>2</sup>	RMAV	-
M	Tripolar		Alambres de acero	RMV	-
HMA	Unipolar	Si	Alambres de aluminio <sup>2</sup>	-	RHVMAV
HM	Tripolar		Alambres de acero	-	RHVfMV
P	Unipolar o Tripolar	Con tubo de plomo		RPV	-
HP <sup>3</sup>		Con tubo de plomo y apantallado individual		-	RHVfPV
O		Con pantalla conjunta		ROZ1	-

(1) Sólo para cables de 1,8/3 kV y 3,6/6 kV de tensión nominal.

(2) La armadura MA sólo debe utilizarse en casos absolutamente necesarios ya que al tratarse de una armadura de una sección considerable de aluminio, se puede inducir unas corrientes de circulación a tierra nada despreciables. Esto puede motivar que la intensidad de corriente admisible por el conductor de fase se vea minorada sobre todo en el caso de que los cables unipolares estén separados entre sí. Ver tablas de intensidades admisibles.

(3) Para tensiones superiores a 3,6/6 kV.

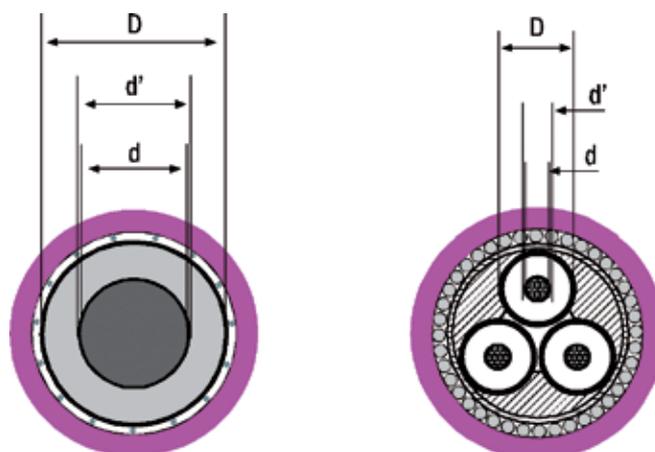
Todos los cables deben disponer de una protección metálica que los envuelva, bien sea al menos una pantalla o una armadura. Requisito exigido en la Norma IEC 60502 para los cables de tensión nominal superior a 1000 V.

Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

Conviene tener presente que los valores que se indican en las referidas tablas no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo. Son susceptibles de variación sin previo aviso.

### DIÁMETROS BAJO AISLAMIENTO DE CABLES VOLTALENE (UNIPOLARES Y TRIPOLARES)

Sección mm <sup>2</sup>	d conductor mm	d' semic. int. mm	D bajo aislamiento (unipolar y tripolar)						
			1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
<b>Conductor de Cu</b>									
35	7	8	11	13	14,8	17	19	-	-
50	8,3	9,3	12,3	14,3	16,1	18,3	20,3	22,9	25,3
70	9,9	10,9	13,9	15,9	17,7	19,9	21,9	24,5	26,9
95	11,6	12,6	15,6	17,6	19,4	21,6	23,6	26,2	28,6
120	13,1	14,1	17,1	19,1	20,9	23,1	25,1	27,7	30,1
150	14,3	15,3	18,3	20,3	22,1	24,3	26,3	28,9	31,3
185	16	17	20	22	23,8	26	28	30,6	33
240	18,7	20,1	22,7	25,3	26,9	29,1	31,1	33,7	36,1
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	31	33	35,6	38
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	33,5	35,5	38,1	40,5
500	26,4	28,4	30,8	34,8	35,2	37,4	39,4	42	44,4
<b>Conductor de Al</b>									
35	7	8	11	13	14,8	17	19	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	18,1	20,1	22,7	25,1
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	19,8	21,8	24,4	26,8
<b>95</b>	<b>11,2</b>	<b>12,2</b>	15,2	17,2	19	21,2	<b>23,3</b>	25,8	<b>28,3</b>
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	22,7	24,7	27,3	29,7
<b>150</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	18	20	21,8	24	<b>26,1</b>	28,6	<b>31,2</b>
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	26,1	28,1	30,7	33,1
<b>240</b>	<b>17,9</b>	<b>19,3</b>	21,9	24,5	26,1	28,3	<b>30,2</b>	32,9	<b>34,5</b>
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	31	33	35,6	35,6
<b>400</b>	<b>23,1</b>	<b>24,5</b>	27,1	30,5	31,3	33,5	<b>35,5</b>	38,1	<b>38,1</b>
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	37,3	39,3	41,9	41,9



**Nota:** los valores de d, d' y D son iguales para cables unipolares y tripolares siempre que se trate del mismo material de conductor (Cu o Al), el mismo material de aislamiento (XLPE o HEPR) y la misma sección y tensión. Es decir, por ejemplo un cable de 1x240, 12/20 kV, Al Voltalene presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al Voltalene.

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo FA (armado flejes Al)		Tipo MA (armado alambres Al)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 1,8/3 kV (Conductores de cobre)

1 x 10	12.8	275	17.8	425	18.5	480	18.2	470	18.9	525
1 x 16	13.8	350	18.8	510	19.5	565	19.2	555	19.9	615
1 x 25	14.9	455	19.9	620	20.6	680	20.3	670	21.0	735
1 x 35	16.0	565	21.0	745	21.7	810	21.4	795	22.1	865
1 x 50	17.3	705	22.3	890	23.0	965	22.7	950	23.4	1020
1 x 70	18.9	925	23.9	1125	24.6	1205	24.3	1190	25.0	1265
1 x 95	20.6	1195	25.6	1410	26.3	1495	26.0	1480	26.7	1570
1 x 120	22.1	1445	27.1	1670	27.8	1765	27.5	1745	28.4	1855
1 x 150	23.3	1690	28.3	1925	29.0	2025	28.9	2020	29.6	2125
1 x 185	25.4	2085	30.4	2335	31.3	2460	31.0	2440	31.9	2565
1 x 240	28.3	2690	33.3	2965	34.0	3090	33.9	3080	35.6	3300
1 x 300	30.2	3250	35.4	3560	37.1	3800	36.0	3685	37.7	3920
1 x 400	32.9	4015	38.1	4350	39.8	4600	38.7	4485	40.4	4745
1 x 500	36.8	5145	42.0	5515	43.7	5800	42.8	5682	45.5	6100

#### Unipolares 1,8/3 kV (Conductores de aluminio)

1 x 16	14.0	260	19.0	420	19.7	480	19.4	465	20.1	525
1 x 25	15.0	305	20.0	475	20.7	535	20.4	525	21.1	585
1 x 35	16.0	355	21.0	530	21.7	585	21.4	585	22.1	650
1 x 50	17.1	405	22.1	590	22.8	660	22.5	650	23.2	720
1 x 70	18.8	490	23.8	690	24.5	765	24.2	750	24.9	830
1 x 95	20.2	580	25.2	790	25.9	875	25.6	860	26.3	950
1 x 120	21.7	685	26.7	905	27.4	1000	27.1	980	28	1090
1 x 150	23.0	770	28.0	1005	28.7	1100	28.6	1100	29.3	1200
1 x 185	25.5	955	30.5	1210	31.4	1335	31.1	1315	32	1442
1 x 240	27.6	1140	32.6	1410	33.3	1525	33.2	1525	34.9	1735
1 x 300	30.2	1380	35.4	1690	37.1	1925	36	1810	37.7	2050
1 x 400	33.4	1695	38.6	2035	40.3	2290	39.2	2170	40.9	2435
1 x 500	37.2	2075	42.4	2450	44.1	2730	43.2	2620	45.9	3035.5

	Tipo H (no armado)		Tipo F (armado flejes acero)		Tipo M (armado alambres acero)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
--	--------------------	--	------------------------------	--	--------------------------------	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--

#### Tripolares 1,8/3 kV (Conductores de cobre)

3 x 10	24.0	1035	26.6	1175	29.3	1745	27.6	1335	31.5	2155
3 x 16	26.4	1330	28.7	1460	31.6	2100	30.0	1655	33.7	2525
3 x 25	29.0	1715	31.3	1865	34.0	2550	34.6	2400	36.3	3025
3 x 35	31.7	2170	33.9	2310	37.8	3320	37.3	2905	39.0	3590
3 x 50	34.7	2690	36.9	2840	40.8	3945	40.5	3510	43.2	4595
3 x 70	38.4	3505	42.7	4100	44.4	4905	44.2	4400	46.9	5585
3 x 95	42.2	4495	46.8	5170	49.5	6430	48.4	5520	51.1	6845
3 x 120	45.7	5425	50.2	6145	52.9	7510	52.1	6545	54.8	7974
3 x 150	48.9	6380	53.6	7170	56.3	8645	55.3	7570	58.0	9070
3 x 185	53.6	7850	58.7	8770	61.4	10405	60.2	9180	62.9	10840
3 x 240	59.8	10055	64.7	11030	67.4	12850	66.6	11550	69.3	13400
3 x 300	64.1	12065	69.4	13170	72.1	15125	71.1	13695	75.3	16530

#### Tripolares 1,8/3 kV (Conductores de aluminio)

3 x 16	26.8	1060	29.2	1200	32.1	1850	30.4	1395	34.1	2285
3 x 25	29.2	1270	31.5	1425	34.2	2110	34.8	1960	36.5	2585
3 x 35	31.7	1515	33.9	1660	37.8	2675	37.3	2260	39.0	2945
3 x 50	34.3	1770	36.4	1925	40.3	3030	40.1	2590	42.8	3640
3 x 70	38.2	2175	42.5	2780	44.2	3555	44.0	3070	46.7	4265
3 x 95	41.4	2605	45.9	3270	48.6	4505	47.6	3620	50.3	4915
3 x 120	44.8	3075	49.3	3790	52.0	5130	51.2	4190	53.9	5595
3 x 150	48.2	3565	52.9	4355	55.6	5800	54.6	4755	57.3	6270
3 x 185	53.8	4450	58.9	5385	61.6	7020	60.4	5795	63.1	7455
3 x 240	58.3	5270	63.2	6235	65.9	8005	65.1	6745	67.8	8535
3 x 300	64.1	6390	69.4	7510	72.1	9465	71.1	8035	75.3	10875

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 3, 6/6 kV (Conductores de cobre)

1 x 10	13.8	305	19.2	505	19.9	565
1 x 16	14.8	380	20.2	595	20.9	660
1 x 25	15.9	480	21.3	710	22.0	780
1 x 35	17.0	600	22.4	840	23.1	915
1 x 50	18.3	735	23.7	995	24.4	1070
1 x 70	19.9	960	25.3	1235	26.0	1320
1 x 95	21.6	1230	27.0	1530	27.9	1635
1 x 120	23.1	1485	28.7	1810	29.4	1910
1 x 150	24.3	1730	29.9	2070	30.8	2190
1 x 185	26.4	2130	32.2	2510	33.7	2705
1 x 240	29.5	2745	35.3	3170	36.8	3385
1 x 300	32.0	3350	37.6	3790	39.3	4035
1 x 400	35.1	4145	40.9	4645	42.4	4895
1 x 500	39.0	5290	45.0	5855	47.7	6290

#### Unipolares 3, 6/6 kV (Conductores de aluminio)

1 x 16	15.0	290	20.4	505	21.1	570
1 x 25	16.0	335	21.4	565	22.1	635
1 x 35	17.0	385	22.4	625	23.1	700
1 x 50	18.1	435	23.5	695	24.2	770
1 x 70	19.8	525	25.2	800	25.9	885
1 x 95	21.2	620	26.6	910	27.5	1015
1 x 120	22.7	720	28.3	1045	29.0	1140
1 x 150	24.0	810	29.6	1150	30.5	1270
1 x 185	26.5	1005	32.3	1390	33.8	1585
1 x 240	28.8	1195	34.6	1615	36.1	1820
1 x 300	32.0	1475	37.6	1915	39.3	2160
1 x 400	35.6	1830	41.4	2330	42.9	2590
1 x 500	39.4	2220	45.4	2795	48.1	3240

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
--	--------------------	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--

#### Tripolares 3, 6/6 kV (Conductores de cobre)

3 x 10	26.4	1185	30.0	1510	33.7	2380
3 x 16	28.7	1485	34.3	2165	36.0	2767
3 x 25	31.5	1905	37.1	2640	38.8	3305
3 x 35	33.9	2330	39.7	3140	41.4	3865
3 x 50	36.9	2870	42.9	3760	45.6	4925
3 x 70	40.5	3697	46.7	4690	49.4	5960
3 x 95	44.6	4735	50.6	5785	53.3	7150
3 x 120	48.4	5740	54.8	6920	57.5	8430
3 x 150	51.2	6650	57.8	7920	60.5	9505
3 x 185	55.9	8145	62.5	9520	65.2	11230
3 x 240	62.6	10440	69.4	11995	72.1	13920
3 x 300	68.3	12720	75.3	14440	79.3	17370

#### Tripolares 3, 6/6 kV (Conductores de aluminio)

3 x 16	29.2	1220	34.8	1910	36.5	2535
3 x 25	31.7	1460	37.3	2205	39.0	2890
3 x 35	33.9	1680	39.7	2490	41.4	3220
3 x 50	36.4	1945	42.4	2830	45.1	3965
3 x 70	40.3	2370	46.5	3360	49.2	4635
3 x 95	43.7	2835	49.7	3870	52.4	5215
3 x 120	47.6	3380	54.0	4555	56.7	6035
3 x 150	50.6	3830	57.2	5100	59.9	6655
3 x 185	56.1	4740	62.7	6140	65.4	7885
3 x 240	61.1	5640	67.9	7180	70.6	9050
3 x 300	68.3	7045	75.3	8780	79.3	11715

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 6/10 kV (Conductores de cobre)

1 x 16	18.7	625	24.1	860	24.8	940
1 x 25	19.8	730	25.2	980	25.9	1065
1 x 35	20.9	850	26.3	1110	27.0	1200
1 x 50	22.2	995	27.6	1265	28.3	1360
1 x 70	23.8	1220	29.2	1505	30.1	1625
1 x 95	25.5	1495	31.1	1820	31.8	1930
1 x 120	27.0	1750	32.6	2090	33.5	2225
1 x 150	28.2	2000	34.0	2370	35.7	2590
1 x 185	30.5	2425	36.1	2800	37.8	3040
1 x 240	33.4	3045	39.0	3450	40.7	3715
1 x 300	35.3	3620	41.1	4065	42.8	4335
1 x 400	38.0	4400	43.8	4875	45.5	5165
1 x 500	41.5	5530	47.5	6060	50.2	6525

#### Unipolares 6/10 kV (Conductores de aluminio)

1 x 16	18.9	535	24.3	775	25.0	855
1 x 25	19.9	585	25.3	835	26.0	920
1 x 35	20.9	635	26.3	895	27.0	985
1 x 50	22.0	695	27.4	965	28.1	1060
1 x 70	23.7	785	29.1	1075	30.0	1190
1 x 95	25.1	880	30.7	1200	31.4	1315
1 x 120	26.6	990	32.2	1325	33.1	1460
1 x 150	27.9	1085	33.7	1450	35.4	1670
1 x 185	30.6	1300	36.2	1675	37.9	1915
1 x 240	32.7	1495	38.3	1890	40.0	2150
1 x 300	35.3	1745	41.1	2195	42.8	2465
1 x 400	38.5	2085	44.3	2565	46.0	2862
1 x 500	41.9	2460	47.9	3000	50.6	3470

	Tipo H (no armado)	Tipo HF (armado flejes acero)	Tipo HM (armado alambres acero)
--	--------------------	-------------------------------	---------------------------------

#### Tripolares 6/10 kV (Conductores de cobre)

3 x 16	35.2	1995	41.0	2830	42.5	3565
3 x 25	37.7	2430	43.5	3320	46.4	4535
3 x 35	40.3	2911	46.1	3850	48.8	5085
3 x 50	43.3	3495	49.3	4520	52.0	5864
3 x 70	47.4	4435	53.8	5595	56.5	7075
3 x 95	51.2	5500	57.6	6750	60.3	8330
3 x 120	54.7	6496	61.3	7850	64.0	9535
3 x 150	57.4	7445	64.0	8855	66.7	10620
3 x 185	62.2	9005	69.0	10555	71.7	12485
3 x 240	68.8	11415	75.8	13145	79.8	16127
3 x 300	73.3	13550	80.5	15420	84.5	18585

#### Tripolares 6/10 kV (Conductores de aluminio)

3 x 16	35.6	1740	41.4	2580	42.9	3310
3 x 25	38.0	1995	43.8	2885	46.7	4095
3 x 35	40.3	2265	46.1	3205	48.8	4440
3 x 50	42.9	2570	48.9	3585	51.6	4895
3 x 70	47.1	3110	53.5	4265	56.2	5710
3 x 95	50.4	3600	56.8	4825	59.5	6380
3 x 120	53.8	4140	60.4	5475	63.1	7130
3 x 150	56.8	4630	63.4	6030	66.1	7802
3 x 185	62.4	5625	69.2	7180	71.9	9105
3 x 240	66.9	6530	73.9	8215	77.9	11100
3 x 300	73.3	7895	80.5	9765	84.5	12930

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
<b>Unipolares 8,7/15 kV (Conductores de cobre)</b>						
1 x 25	22.0	810	27.4	1080	28.1	1175
1 x 35	23.1	930	28.5	1210	29.4	1325
1 x 50	24.4	1075	30.0	1385	30.7	1495
1 x 70	26.0	1305	31.6	1635	32.3	1750
1 x 95	27.7	1590	33.5	1955	35.0	2155
1 x 120	29.4	1870	35.0	2230	36.7	2460
1 x 150	30.6	2120	36.4	2515	37.9	2740
1 x 185	32.9	2550	38.5	2950	40.2	3210
1 x 240	35.6	3165	41.4	3615	43.1	3895
1 x 300	37.7	3765	43.5	4235	45.0	4510
1 x 400	40.4	4560	46.4	5080	49.1	5535
1 x 500	43.9	5700	49.9	6260	52.6	6750
<b>Unipolares 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)</b>						
1 x 25	22.1	660	27.5	935	28.2	1030
1 x 35	23.1	715	28.5	1000	29.4	1110
1 x 50	24.2	775	29.8	1085	30.5	1190
1 x 70	25.9	870	31.5	1200	32.2	1310
1 x 95	27.3	975	33.1	1335	34.6	1535
1 x 120	29.0	1105	34.6	1465	36.3	1685
1 x 150	30.3	1205	36.1	1595	37.6	1810
1 x 185	33.0	1430	38.6	1830	40.3	2085
1 x 240	34.9	1615	40.7	2055	42.4	2330
1 x 300	37.7	1895	43.5	2365	45	2640
1 x 400	40.9	2245	46.9	2770	49.6	3235
1 x 500	44.3	2635	50.3	3195	53	3685
<b>Tripolares 8,7/15 kV (Conductores de cobre)</b>						
3 x 25	42.9	2915	48.9	3930	51.6	5245
3 x 35	45.3	3400	51.5	4495	54.2	5890
3 x 50	48.7	4070	55.1	5260	57.8	6765
3 x 70	52.5	5025	58.7	6265	61.4	7870
3 x 95	56.4	6135	63.0	7520	65.7	9265
3 x 120	59.8	7170	66.6	8660	69.3	10510
3 x 150	62.6	8150	69.4	9705	73.4	12405
3 x 185	67.3	9760	74.3	11455	78.3	14400
3 x 240	73.9	12240	81.1	14120	85.1	17340
3 x 300	78.2	14375	87.3	17255	89.8	19850
<b>Tripolares 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)</b>						
3 x 25	43.1	2480	49.1	3500	51.8	4850
3 x 35	45.3	2750	51.5	3845	54.2	5240
3 x 50	48.2	3140	54.6	4325	57.3	5830
3 x 70	52.3	3695	58.5	4935	61.2	6540
3 x 95	55.5	4220	62.1	5590	64.8	7305
3 x 120	58.9	4800	65.7	6270	68.4	8095
3 x 150	61.9	5325	68.7	6865	72.7	9580
3 x 185	67.9	6460	74.9	8170	78.9	11105
3 x 240	72.4	7420	79.6	9265	83.6	12385
3 x 300	78.2	8720	87.3	11595	89.8	14190

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 12/20 kV (Conductores de cobre)

1 x 35	25.1	1010	30.7	1325	31.4	1440
1 x 50	26.4	1155	32.0	1490	32.9	1620
1 x 70	28.0	1395	33.8	1760	35.3	1965
1 x 95	29.9	1700	35.5	2065	37.2	2305
1 x 120	31.4	1965	37.2	2365	38.7	2595
1 x 150	32.8	2240	38.4	2640	40.1	2900
1 x 185	34.9	2660	40.7	3100	42.2	3355
1 x 240	37.8	3305	43.6	3775	45.1	4045
1 x 300	39.9	3910	45.7	4400	48.4	4845
1 x 400	42.6	4715	48.4	5230	51.1	5705
1 x 500	46.1	5865	52.1	6445	54.8	6970

#### Unipolares 12/20 kV (Conductores de aluminio)

1 x 35	27,5	795	30.7	1115	31.4	1225
1 x 50	28,5	855	31.8	1190	32.7	1320
1 x 70	30,2	960	33.7	1325	35.2	1530
<b>1 x 95</b>	<b>31,7</b>	<b>1020</b>	35.1	1450	36.8	1680
1 x 120	33,2	1200	36.8	1600	38.3	1820
<b>1 x 150</b>	<b>34,4</b>	<b>1260</b>	38.1	1715	39.8	1970
1 x 185	36,9	1535	40.8	1980	42.3	2230
<b>1 x 240</b>	<b>40</b>	<b>1640</b>	42.9	2210	44.4	2480
1 x 300	42	2040	45.7	2530	48.4	2975
<b>1 x 400</b>	<b>45</b>	<b>2400</b>	48.9	2925	51.6	3410
1 x 500	48,4	2700	52.5	3385	55.2	3905

	Tipo H (no armado)	Tipo HF (armado flejes acero)	Tipo HM (armado alambres acero)
--	--------------------	-------------------------------	---------------------------------

#### Tripolares 12/20 kV (Conductores de cobre)

3 x 35	50.4	3980	56.8	5205	59.5	6760
3 x 50	53.4	4625	60.0	5945	62.7	7610
3 x 70	57.0	5580	63.6	6985	66.3	8754
3 x 95	60.9	6730	67.7	8250	70.4	10120
3 x 120	64.3	7795	71.3	9425	75.5	12260
3 x 150	67.1	8805	74.1	10495	78.3	13415
3 x 185	72.2	10545	79.6	12430	83.6	15550
3 x 240	78.4	12995	87.5	15880	90.0	18470
3 x 300	82.9	15225	92.0	18251	94.5	20985

#### Tripolares 12/20 kV (Conductores de aluminio)

3 x 35	50.4	3330	56.8	4555	59.5	6115
3 x 50	52.9	3680	59.5	5000	62.2	6635
3 x 70	56.8	4250	63.4	5650	66.1	7425
3 x 95	60.0	4810	66.8	6310	69.5	8150
3 x 120	63.4	5420	70.4	7030	74.6	9815
3 x 150	66.4	5975	73.4	7650	77.6	10580
3 x 185	72.4	7165	79.8	9055	83.8	12170
3 x 240	76.9	8165	86.0	10995	88.5	13565
3 x 300	82.9	9570	92.0	12595	94.5	15325

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
<b>Unipolares 15/25 kV (Conductores de cobre)</b>						
1 x 50	29.2	1290	34.8	1650	36.5	1880
1 x 70	30.8	1535	36.6	1930	38.1	2150
1 x 95	32.7	1845	38.3	2240	40.0	2500
1 x 120	34.2	2120	40.0	2550	41.5	2800
1 x 150	35.6	2400	41.2	2825	42.9	3105
1 x 185	37.7	2830	43.5	3300	45.0	3575
1 x 240	40.6	3485	46.6	4005	49.3	4460
1 x 300	42.7	4105	48.5	4620	51.2	5105
1 x 400	45.4	4920	51.4	5490	54.1	6000
1 x 500	48.9	6090	54.9	6695	57.6	7245
<b>Unipolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)</b>						
1 x 50	29.0	990	34.6	1350	36.3	1570
1 x 70	30.7	1100	36.5	1495	38.0	1715
1 x 95	32.3	1230	37.9	1620	39.6	1875
1 x 120	33.8	1350	39.6	1780	41.1	2025
1 x 150	35.3	1480	40.9	1905	42.6	2175
1 x 185	37.8	1705	43.6	2180	45.1	2450
1 x 240	39.9	1925	45.9	2445	48.6	2885
1 x 300	42.7	2190	48.5	2750	51.2	3235
1 x 400	45.9	2450	51.9	3185	54.6	3695
1 x 500	49.3	2908	55.3	3640	58.0	4185

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
<b>Tripolares 15/25 kV (Conductores de cobre)</b>						
3 x 50	59.4	5390	66.2	6875	68.9	8730
3 x 70	63.0	6400	69.8	7965	73.8	10720
3 x 95	66.9	7595	73.9	9280	78.1	12205
3 x 120	70.7	8785	77.9	10600	82.1	13714
3 x 150	73.5	9835	82.4	12510	84.9	14910
3 x 185	78.2	11550	87.3	14430	89.8	17025
3 x 240	84.4	14085	93.7	17210	96.2	19965
3 x 300	88.9	16370	98.2	19640	100.7	22535
<b>Tripolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)</b>						
3 x 50	58.9	4455	65.7	5925	68.4	7745
3 x 70	62.8	5065	69.6	6625	73.6	9325
3 x 95	66.0	5665	73.0	7330	77.2	10205
3 x 120	69.8	6400	77.0	8190	81.5	11260
3 x 150	72.9	6995	81.8	9645	84.3	12065
3 x 185	78.4	8175	87.5	11060	90	13650
3 x 240	82.9	9235	92.2	12305	94.7	15040
3 x 300	88.9	10715	98.2	13985	100.7	16880

### DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Nº de conductores x sección	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

#### Unipolares 18/30 kV (Conductores de cobre)

1 x 50	31.6	1405	37.4	1810	39.1	2055
1 x 70	33.4	1675	39.0	2080	40.7	2340
1 x 95	35.3	1995	40.9	2420	42.6	2690
1 x 120	36.8	2275	42.6	2735	44.1	2995
1 x 150	38.0	2545	44.0	3035	46.7	3460
1 x 185	40.3	3000	46.3	3520	49.0	3975
1 x 240	43.2	3670	49.0	4190	51.7	4675
1 x 300	45.3	4295	51.3	4865	54.0	5375
1 x 400	48.0	5125	54.0	5720	56.7	6260
1 x 500	51.3	6280	57.7	6970	60.4	7545

#### Unipolares 18/30 kV (Conductores de aluminio)

1 x 50	31.4	1050	37.2	1510	28.9	1755
1 x 70	33.3	1160	38.9	1645	40.6	1895
<b>1 x 95</b>	<b>36</b>	<b>1270</b>	40.5	1795	42.2	2065
1 x 120	37.2	1425	42.2	1960	43.7	2225
<b>1 x 150</b>	<b>39</b>	<b>1500</b>	43.7	2110	46.4	2540
1 x 185	41.5	1790	46.4	2400	49.1	2855
<b>1 x 240</b>	<b>43</b>	<b>1910</b>	48.3	2625	51.0	3095
1 x 300	45.3	2350	51.3	2995	54.0	3505
<b>1 x 400</b>	<b>48.3</b>	<b>2510</b>	54.5	3420	57.2	3955
1 x 500	51.7	3000	58.1	3910	60.8	4485

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
--	--------------------	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--

#### Tripolares 18/30 kV (Conductores de cobre)

3 x 50	64.9	6175	71.9	7815	75.9	10606
3 x 70	69.0	7305	76.0	9040	80.0	12020
3 x 95	72.9	8550	80.1	10405	84.3	13620
3 x 120	76.3	9705	85.4	12515	87.9	15035
3 x 150	79.1	10785	88.2	13680	90.7	16260
3 x 185	83.8	12560	93.1	15660	95.6	18435
3 x 240	90.0	15165	99.5	18520	102.0	21515
3 x 300	94.3	17450	104.0	21000	106.5	24140

#### Tripolares 18/30 kV (Conductores de aluminio)

3 x 50	64.5	5235	71.5	6860	75.5	9660
3 x 70	68.8	5970	75.8	7695	79.8	10685
3 x 95	72.0	6610	79.2	8445	83.4	11615
3 x 120	75.4	7305	84.5	10085	87.0	12565
3 x 150	78.4	7940	87.5	10815	90.0	13410
3 x 185	84.0	9185	93.3	12295	95.8	15060
3 x 240	88.5	10295	98.0	13595	100.5	16505
3 x 300	94.3	11795	104.0	15345	106.5	18480

#### Nota:

En los cables de tensiones nominales 1,8/3 y 3,6/6 kV la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice. En los cables de tensiones nominales comprendidas entre 6/10 y 18/30 kV la pantalla metálica está constituida por una corona de hilos de cobre. En los cables tripolares, la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice sobre la capa semiconductor externa de cada fase.

### TABLAS DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES VOLTALENE

**TABLA I**  
**Características mecánicas, físicas y químicas mínimas del polietileno reticulado (XLPE), según prescripciones de la norma IEC 60502 y UNE HD 620-10E.**

Características	Unidad	XLPE
<b>Mecánicas</b>		
Valores en estado inicial: - Carga rotura mínima - Alargamiento mínimo	N/cm <sup>2</sup> %	1250 200
Después de envejecimiento en estufa de aire: - Tratamiento Temperatura Duración	°C h	135 168
Variación del valor inicial admitido: - Carga de rotura - Alargamiento	% %	± 25 ± 25
<b>Físicas</b>		
a) Absorción de agua: - Método ponderal: Temperatura Duración - Variación de masa admitida	°C h mg/cm <sup>2</sup>	85 336 1
b) Ensayo de contracción: Temperatura Duración - Contracción de masa admitida	°C h %	130 1 4
b) Ensayo de resistencia: - Concentración de ozono, en volumen - Duración del ensayo sin aparición de grietas	% h	
<b>Químicas</b>		
Comprobación de la reticulación: - Tratamiento Temperatura Tiempo bajo carga Esfuerzo mecánico - Alargamiento máximo bajo carga - Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	°C min. N/cm <sup>2</sup> % %	200 15 20 175 15

Conviene tener presente que los valores que se indican en las referidas tablas no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo. Son susceptibles de variación sin previo aviso.

Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la norma UNE EN 60811

**TABLA II**
**Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX ≡ DMZ1) de los cables VOLTALENE.**

Características	Unidad	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Mecánicas</b>			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	12,50	15
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	150	500
b) Después de envejecimiento			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	110±2
Duración	h	168	336
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
c) Después de envejecimiento a cable completo			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100± 2	100± 2
Duración	h	168	168
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	± 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
<b>Físico-Químicas</b>			
a) Pérdida de masa			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100± 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima	mg/cm <sup>2</sup>	1,5	0,5
b) Presión a temperatura elevada			
- Tratamiento			
Temperatura	°C	90	115± 2
Tiempo bajo carga	h	6	6
Coeficiente k	-	0,7	0,7
- Profundidad máxima de la huella	%	50	50
c) Comportamiento a baja temperatura:			
- Tratamiento: Temperatura	°C	-15	-30 ± 2
- Tipo de muestra: Halterio	-	-	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	20	20
d) Resistencia al desgarro (con corte)			
- Tratamiento: Temperatura	°C	20 ± 5	20 ± 5
- Resistencia mínima	N/mm <sup>2</sup>	10	24
e) Contracción a cable completo			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 ± 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7

**TABLA II (CONTINUACIÓN)**

**Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX ≡ DMZ1) de los cables VOLTALENE.**

Características	Unidad	HEPR	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Físico-Químicas</b>			
f) Resistencia a la abrasión - Tratamiento Temperatura Masa aplicada Velocidad - Mínimo número de desplazamientos	°C kg m/s -		20 ± 5 36 0,3 ± 15% 8
g) Absorción de agua (método gravimétrico) - Tratamiento: Temperatura Duración - Variación máxima de masa	°C h mg/cm <sup>2</sup>	85 ± 2 336 5	85 ± 2 336 0,5
h) Contenido en metales pesados - Contenido en plomo	%	>1	<0,5 (*)
i) Emisión de gases ácidos (corrosividad) - Valor mínimo de pH - Valor máximo de la conductividad	pH μS/mm	3 100	4,3 10
j) Pérdida de las características mecánicas debido a la exposición a la intemperie - Variación máxima de la resistencia a la tracción - Variación máxima del alargamiento	% %	25 25	15 15

Las características de la cubierta normal corresponden al tipo de mezcla ST2 especificado en la Norma IEC 60502.

Las características de la cubierta VEMEX corresponden al tipo de mezcla de poliolefina especificado en UNE HD 620. Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE 60811.

(\*) El compuesto utilizado para la cubierta Z1 (VEMEX), no contiene hidrocarburos volátiles ni halógenos, ni metales pesados (excepto una mínima cantidad de Pb en caso de cubiertas con coloración roja).

**TABLA III**  
**Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20°C en  $\Omega$ /km**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx $\Omega$ /km		Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx $\Omega$ /km	
	Cobre desnudo	Aluminio		Cobre desnudo	Aluminio
10	1,830	-	120	0,153	0,253
16	1,150	1,910	<b>150</b>	0,124	<b>0,206</b>
25	0,727	1,200	185	0,0991	0,164
35	0,524	0,868	<b>240</b>	0,0754	<b>0,125</b>
50	0,387	0,641	300	0,0601	0,100
70	0,268	0,443	<b>400</b>	0,0470	<b>0,078</b>
<b>95</b>	0,193	<b>0,320</b>	500	0,0366	0,0605

Los valores que figuran en la presente tabla están de acuerdo con la Norma UNE EN 60228.

**TABLA IV**  
**Capacidad en  $\mu$ F/km**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Cables unipolares y tripolares apantallados						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
10	0.229	0.195	-	-	-	-	-
16	0.265	0.223	0.179	-	-	-	-
25	0.304	0.255	0.202	0.166	-	-	-
35	0.343	0.286	0.226	0.184	0.161	-	-
50	0.388	0.323	0.253	0.205	0.178	0.154	0.139
70	0.444	0.368	0.286	0.231	0.199	0.171	0.154
<b>95</b>	0.504	0.416	0.322	0.258	<b>0.217</b>	0.190	<b>0.167</b>
120	0.556	0.458	0.353	0.281	0.241	0.206	0.183
<b>150</b>	0.598	0.491	0.378	0.300	<b>0.254</b>	0.218	<b>0.192</b>
185	0.671	0.550	0.421	0.333	0.283	0.240	0.213
<b>240</b>	0.765	0.604	0.477	0.375	<b>0.306</b>	0.269	<b>0.229</b>
300	0.831	0.612	0.516	0.405	0.343	0.289	0.254
<b>400</b>	0.918	0.634	0.567	0.444	<b>0.389</b>	0.315	<b>0.277</b>
500	0.939	0.670	0.635	0.495	0.417	0.349	0.306

Valores informativos calculados en base a los datos dimensionales de los cables que figuran en este catálogo.

**TABLA V**

**Tensiones de ensayo en fábrica**

Tensión nominal U <sub>0</sub> /U (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para U <sub>0</sub> ≤ 30 kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)
1,8/3	6.5	-	-
3,6/6	12.5	6.3	60
6/10	21	10.5	75
8,7/15	30.5	15.2	95
12/20	42	21	125
15/25	52.5	26.2	145
18/30	63	31.5	170

**TABLA VI**

**Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (90 °C)**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
<b>95</b>	0.245	<b>0.430</b>	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
<b>150</b>	0.159	<b>0.277</b>	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
<b>240</b>	0.098	<b>0.168</b>	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
<b>400</b>	0.062	<b>0.105</b>	-	-
500	0.051	0.084	-	-

**Nota:** La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  
 $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sen \varphi)$ . Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar.  
 (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 41).

**TABLA VII**  
**Reactancia la frecuencia de 50 Hz**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase						
	Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
<b>Tres cables unipolares en contacto mutuo</b>							
10	0.136	0.141	-	-	-	-	-
16	0.126	0.130	0.143	-	-	-	-
25	0.117	0.121	0.134	0.141	-	-	-
35	0.111	0.115	0.128	0.135	0.146	-	-
50	0.106	0.109	0.122	0.128	0.138	0.144	0.149
70	0.100	0.103	0.115	0.120	0.130	0.136	0.141
<b>95</b>	0.095	0.098	0.110	0.115	<b>0.125</b>	0.129	<b>0.132</b>
120	0.092	0.095	0.106	0.111	0.120	0.123	0.127
<b>150</b>	0.090	0.092	0.102	0.108	<b>0.117</b>	0.120	<b>0.123</b>
185	0.088	0.091	0.100	0.104	0.112	0.118	0.120
<b>240</b>	0.085	0.088	0.097	0.101	<b>0.119</b>	0.116	<b>0.114</b>
300	0.083	0.087	0.093	0.097	0.104	0.108	0.111
<b>400</b>	0.081	0.085	0.091	0.095	<b>0.101</b>	0.104	<b>0.106</b>
500	0.080	0.084	0.089	0.092	0.098	0.100	0.102
<b>Un cable tripolar</b>							
10	0.115	0.122	-	-	-	-	-
16	0.107	0.113	0.127	-	-	-	-
25	0.100	0.105	0.118	0.127	-	-	-
35	0.095	0.100	0.112	0.120	0.126	-	-
50	0.091	0.095	0.106	0.114	0.120	0.127	0.133
70	0.086	0.090	0.100	0.107	0.113	0.119	0.125
95	0.083	0.087	0.096	0.102	0.107	0.114	0.119
120	0.081	0.084	0.093	0.098	0.103	0.109	0.114
150	0.079	0.082	0.090	0.096	0.101	0.106	0.111
185	0.079	0.081	0.089	0.094	0.098	0.103	0.108
240	0.076	0.079	0.085	0.090	0.094	0.099	0.103

**Nota:** La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  
 $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sen \varphi)$ . Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar.  
 (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 41).

**TABLA VIII**

**Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (Voltalene) sin armadura.**

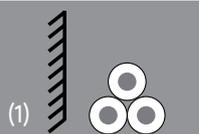
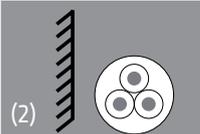
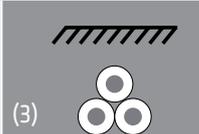
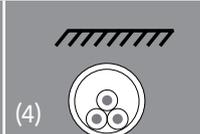
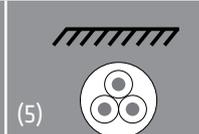
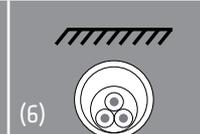
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	(Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<b>Conductores de Cu</b>					
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	91	98	90
25	155	140	130	120	125	115
35	185	170	155	145	150	140
50	220	205	180	170	175	160
70	275	255	225	205	220	200
95	335	305	265	245	260	235
120	385	345	300	280	290	265
150	435	395	340	315	325	300
185	500	445	380	355	370	335
240	590	525	440	415	425	395
300	680	600	490	460	475	445
400	790	-	560	520	-	-
500	930	-	635	605	-	-
630	1095	-	715	675	-	-
	<b>Conductores de Al</b>					
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
<b>95</b>	<b>255</b>	235	<b>205</b>	<b>190</b>	200	180
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	305	<b>260</b>	<b>245</b>	255	230
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	405	<b>345</b>	<b>320</b>	330	305
300	520	465	390	365	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
- (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
- (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
- (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
- (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.
- (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C:	25
Temperatura del aire °C:	40
Resistividad térmica terreno K·m/W:	1,5
Temperatura del conductor en °C:	90

**TABLA VIII bis**

**Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (Vortalene) con armadura.**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	(Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
	<b>Conductores de Cu</b>					
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	94	100	92
25	150	140	130	120	125	115
35	180	165	155	140	150	140
50	210	200	180	165	180	165
70	265	250	225	200	220	200
95	315	300	260	235	260	235
120	360	340	295	265	295	270
150	405	385	325	295	330	300
185	460	440	360	330	370	340
240	530	510	410	375	425	395
300	600	580	450	410	480	445
400	680	-	495	450	-	-
500	775	-	540	505	-	-
630	885	-	585	545	-	-
	<b>Conductores de Al</b>					
16	88	80	80	72	76	70
25	110	105	100	92	95	90
35	135	130	120	110	115	105
50	160	155	140	130	140	125
70	200	190	175	155	170	150
95	240	225	205	185	200	180
120	275	260	230	210	225	205
150	310	295	255	235	250	230
185	355	335	290	265	285	255
240	415	390	330	300	325	295
300	470	455	365	335	375	345
400	540	-	410	375	-	-
500	620	-	455	425	-	-
630	710	-	505	470	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
- (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
- (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
- (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
- (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.
- (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25  
 Temperatura del aire °C: 40  
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5  
 Temperatura del conductor en °C: 90

**TABLA IX**

**Diámetros medios aproximados (en mm) de las pantallas constituidas por cintas de cobre.**

sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensiones nominales U <sub>0</sub> /U en kV						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
10	9.0	10.0	-	-	-	-	-
16	10.0	11.0	12.8	-	-	-	-
25	11.1	12.1	13.9	16.1	-	-	-
35	12.2	13.2	15.0	17.2	19.2	-	-
50	13.5	14.5	16.3	18.5	20.5	23.1	25.5
70	15.1	16.1	17.9	20.1	22.1	24.7	27.1
95	16.8	17.8	19.6	21.8	23.8	26.4	28.8
120	18.3	19.3	21.1	23.3	25.3	27.9	30.3
150	19.5	20.5	22.3	24.5	26.5	29.1	31.5
185	21.6	22.6	24.4	26.6	28.6	31.2	33.6
240	24.3	25.5	27.1	29.3	31.3	33.9	35.1
300	26.2	27.8	29.0	31.2	33.2	35.8	38.2
400	28.7	30.7	31.5	33.7	35.7	38.3	40.8
500	30.9	34.9	35.3	37.5	39.6	42.1	44.5

**TABLA X**

**Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por cintas de cobre de 0,1 mm de espesor (cables trifásicos)**

Diámetro medio de pantalla mm	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<13,5	2350	1790	1540	1280	1020	890	820	760	720
13,5 a 27	2930	2240	1920	1600	1270	1120	1020	960	900
>27,0	4110	3130	2690	2250	1780	1570	1430	1340	1270

Los datos relacionados en esta tabla se han calculado de acuerdo con la Norma IEC 949. Si el cable considerado es trifásico, con las pantallas metálicas en contacto, la intensidad de retorno en un cortocircuito monofásico circularía por las pantallas de los tres conductores. Por ello, la pantalla metálica de cada fase debe ser capaz de soportar un tercio de la intensidad de cortocircuito requerida.

**TABLA XI**

**Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm (cables unipolares).**

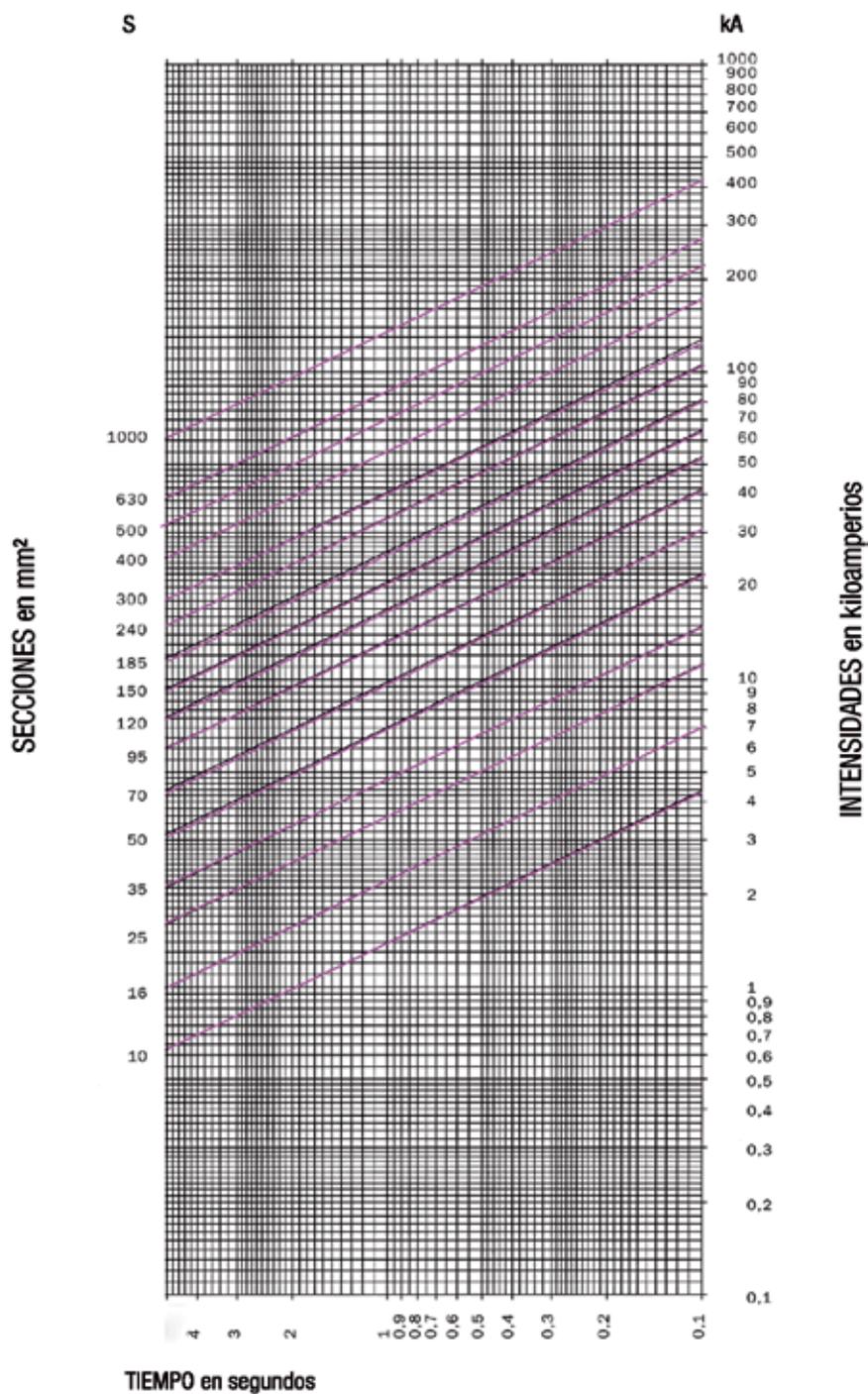
Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la Norma IEC 60949.

### GRÁFICOS DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR PARA LOS CABLES TIPO VOLTALENE

#### GRÁFICO I

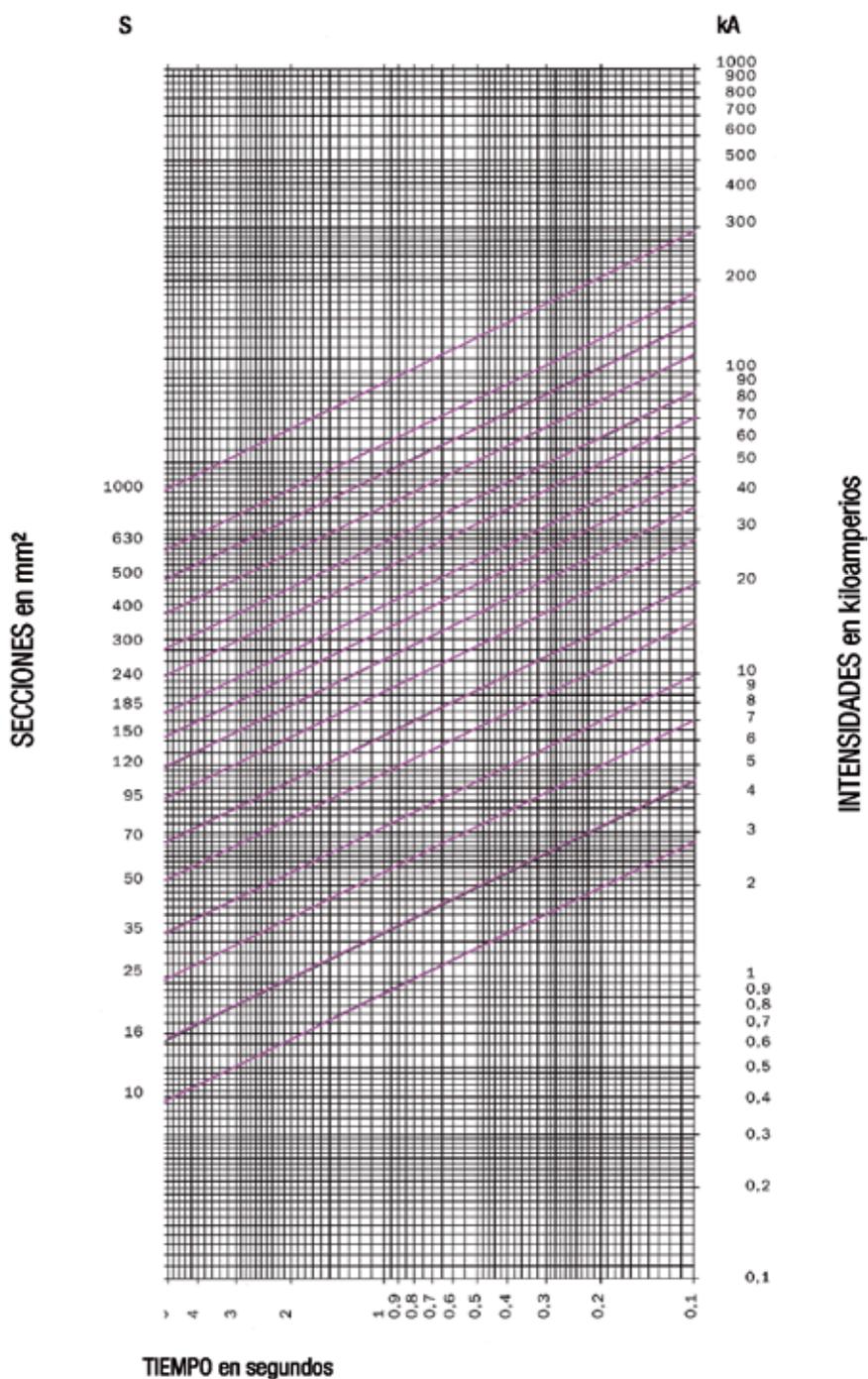
Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de **cobre**.  
(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



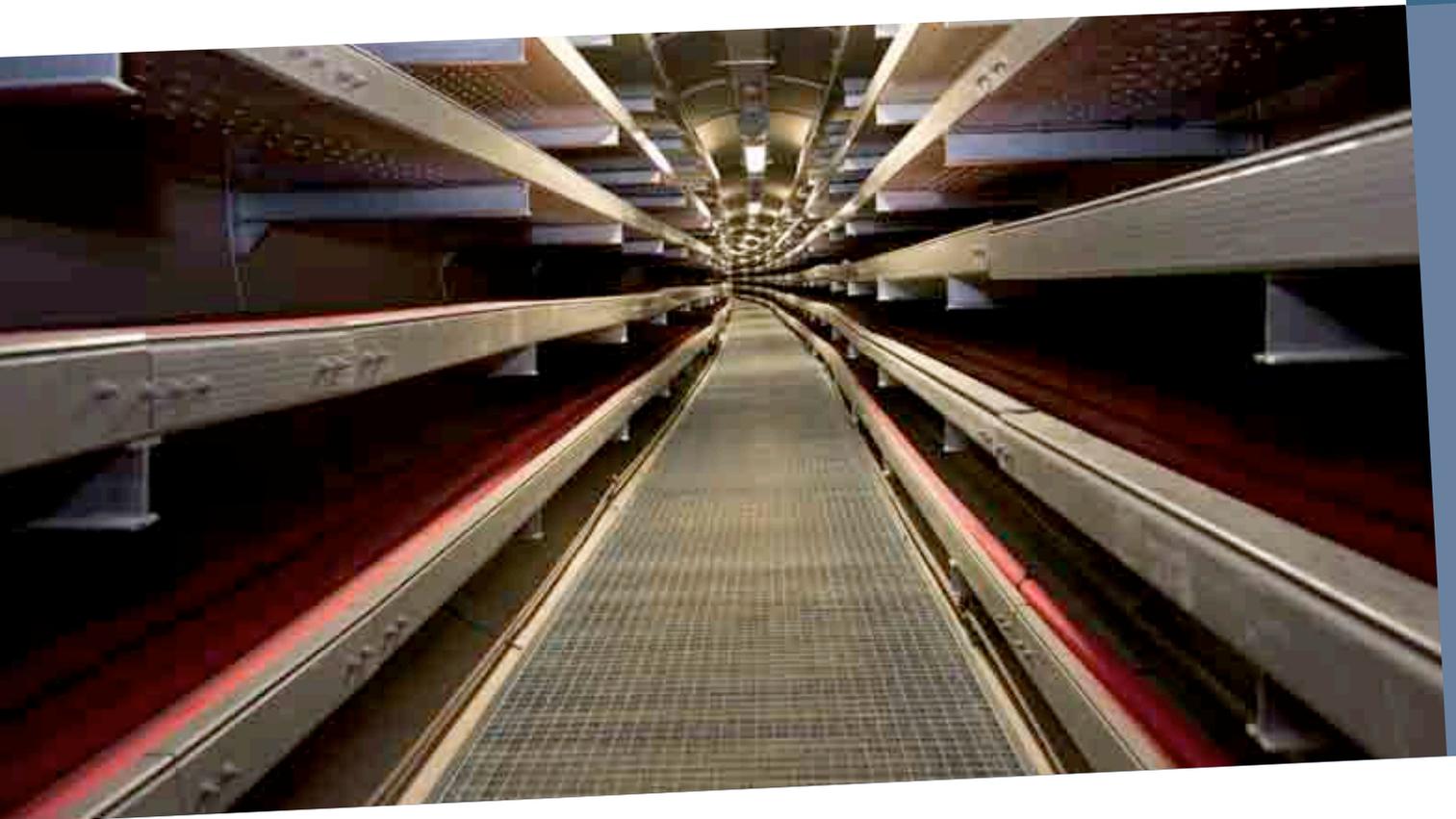
Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.  
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

### GRÁFICO II

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de **aluminio**.  
(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 90 °C.  
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

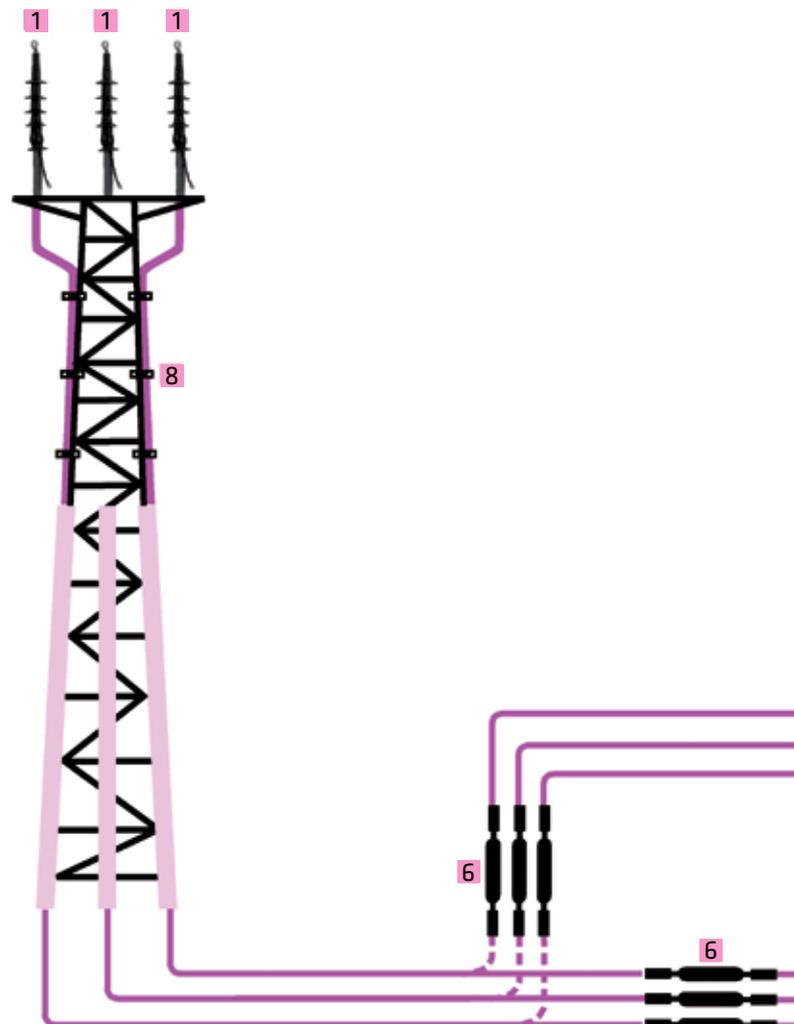


**Accesorios para cables  
EPROTENAX COMPACT  
y VOLTALENE**

### Media Tensión 12/20 kV

CABLE VOLTALENE Y EPROTENAX		EMPALME KIT 1 FASE	TERMINACIONES KIT 3 FASES			CONECTORES SEPARABLES KIT 1 FASE		
			INTERIOR ENFILABLE	EXTERIOR ENFILABLE	EXTERIOR CONTRÁCTIL FRÍO	250 A	630 A, EN "T" ASIMÉTRICA ROSCADA	630 A, EN T ROSCADA
1 x 95 mm <sup>2</sup>	AL HEPRZ1	ELASPEED 1E 00/24 HEPR	TMF-1 00/24 I HEPR	TMF-1 00/24 E HEPR	PCT-25 J2 00/24 HEPR	MSCE-250A 95/24-T3	MSCEA-630A 95-240/24-T3	MSCT-630A 95-240/24-T3
1 x 150 mm <sup>2</sup>			TMF-2 00/24 I HEPR	TMF-2 00/24 E HEPR		-		
1 x 240 mm <sup>2</sup>		ELASPEED 1F 00/24 HEPR ELASPEED 1F 00/24 HEPR	TMF-2 00/24 I HEPR	TMF-3 00/24 E HEPR		-	MSCEA-630A 300-240/24-T3	MSCT-630A 300-240/24-T3
1 x 300 mm <sup>2</sup>			ELASPEED 1H 00/24 HEPR	TMF-3 00/24 I HEPR	TMF-3 00/24 E HEPR	PCT-25 J4 00/24 HEPR		
1 x 400 mm <sup>2</sup>								
1 x 95 mm <sup>2</sup>	AL RHZ1	ELASPEED 1E 00/24	TMF-2 00/24 I	TMF-2 00/24 E	PCT-25 J2 00/24	MSCE-250A 95/24-T3	MSCEA-630A 95-240/24-T3	MSCT-630A 95-240/24-T3
1 x 150 mm <sup>2</sup>						-		
1 x 240 mm <sup>2</sup>		ELASPEED 1IP 00/24		TMF-3 00/24 E		-	MSCEA-630A 300-240/24-T3	MSCT-630A 300-240/24-T3
1 x 300 mm <sup>2</sup>			ELASPEED 1IP 00/24	TMF-3 00/24 I	TMF-3 00/24 E	PCT-25 J4 00/24		
1 x 400 mm <sup>2</sup>								

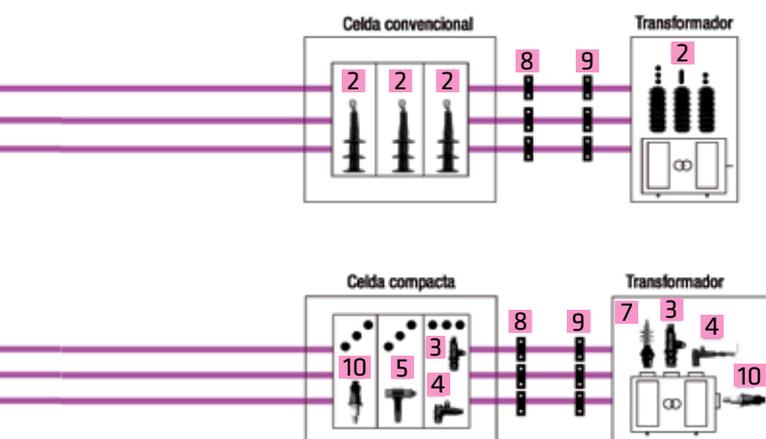
12/20 kV			
<b>1</b>	TMF-E (Pág. 134)	PCT Exterior (Pág. 138)	
<b>2</b>	TMF-I (Pág. 132)	PCT Interior (Pág. 136)	TMF-R (Pág. 130)
<b>3</b>	MSCE-250A (Pág. 150)	MSCS-400A (Pág. 153)	
<b>4</b>	MSCS-250A (Pág. 147)	MSCE-400A (Pág. 156)	
<b>5</b>	MSCT-630A (Pág. 159)	MSCEA-630A (Pág. 162)	
<b>6</b>	ELASPEED (Pág. 140)	ECOSPEED (Pág. 143)	
<b>7</b>	TPE-250 (Pág. 159)		
<b>8</b>	Abrazaderas plásticas (Pág. 183)		
<b>9</b>	Fichas de sujeción (Pág. 186)		
<b>10</b>	Conector separable Innex (Pág. 178)		



### Media Tensión hasta 18/30 kV

CABLE VOLTALENE Y EPROTENAX		EMPALME KIT 1 FASE	TERMINACIONES KIT 3 FASES			CONECTORES SEPARABLES KIT 1 FASE	
			INTERIOR ENFILABLE	EXTERIOR ENFILABLE	EXTERIOR CONTRÁCTIL FRÍO	400 A, ACODADA	630 A, EN "T" ROSCADA
1 x 95 mm <sup>2</sup>	AL HEPRZ1	ELASPEED 1H 00/36 HEPR	TMF-2 00/36 I HEPR	TMF-2 00/36 E HEPR	PCT-35 J2 00/36	MSCE-400A 95-240/24-T3	MSCT-630A 95-240/24-T3
1 x 150 mm <sup>2</sup>			TMF-3 00/36 I HEPR	TMF-3 00/36 E HEPR			
1 x 240 mm <sup>2</sup>		ELASPEED 1IP 00/36 HEPR			PCT-35 J4 00/36	MSCE-400A 300-400/24-T3	MSCT-630A 300-400/24-T3
1 x 300 mm <sup>2</sup>			ELASPEED 1I 00/36 HEPR	TMF-4 00/36 I HEPR			
1 x 400 mm <sup>2</sup>							
1 x 95 mm <sup>2</sup>	AL RHZ1	ELASPEED 1H 00/36	TMF-2 00/36 I	TMF-2 00/36 E	PCT-35 J2 00/36	MSCE-400A 95-240/24-T3	MSCT-630A 95-240/24-T3
1 x 150 mm <sup>2</sup>			TMF-3 00/36 I	TMF-3 00/36 E			
1 x 240 mm <sup>2</sup>		ELASPEED 1IP 00/36			PCT-35 J4 00/36	MSCE-400A 95-240/24-T3	MSCT-630A 300-400/24-T3
1 x 300 mm <sup>2</sup>			ELASPEED 1I 00/36	TMF-4 00/36 I			
1 x 400 mm <sup>2</sup>							

18/30 kV			
<b>1</b>	TMF-E (Pág. 134)	PCT Exterior (Pág. 138)	
<b>2</b>	TMF-I (Pág. 132)	PCT Interior (Pág. 136)	TMF-R (Pág. 130)
<b>3</b>	MSCE-250A (Pág. 150)		
<b>4</b>	MSCS-400A (Pág. 147)		
<b>5</b>	MSCT-630A (Pág. 159)		
<b>6</b>	ELASPEED (Pág. 140)	ECOSPEED (Pág. 143)	
<b>7</b>	TPE-250 (Pág. 159)		
<b>8</b>	Abrazaderas plásticas (Pág. 183)		
<b>9</b>	Fichas de sujeción (Pág. 186)		
<b>10</b>	Conector separable Innex (Pág. 178)		



### TERMINAL ELASTICFIT TMF-R (Denominación internacional: ELTImb)

#### DESCRIPCIÓN

**TERMINAL MONOBLOC PREMOLDEADO FLEXIBLE DE INTERIOR DE ALTURA REDUCIDA, (hasta 15/25 kV).**

HD 628 y HD 629; (También para cables de 18/30 kV pero con tensión de servicio de 25 kV).

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4 ; IEC 60055.

Nivel máximo de tensión: 15/25 kV.

#### COMPONENTES

**1 - CONTACTO METÁLICO:**

Contacto metálico de Cu, Al-Cu o Al estañado.

**2 - CAPUCHÓN DE PROTECCIÓN:**

Moldeado en elastómero antitracking.

Impide la penetración de agua.

Se posiciona sobre el final del cuerpo externo (4) y el contacto (1).

**3 - REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN:**

Incorporado en el mismo cuerpo externo (4).

Controla y distribuye el campo eléctrico en el corte de pantalla del cable.

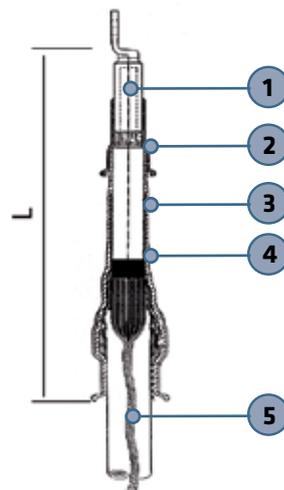
**4 - CUERPO PREMOLDEADO EXTERNO:**

Moldeado en elastómero anti-tracking.

Diseñado para estancar totalmente el cable y la toma de tierra.

**5 - TOMA DE TIERRA:**

Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



#### CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.

- FACILIDAD DE MONTAJE: La concepción misma de una terminación Monobloc, lubricada internamente en el proceso de fabricación, permite un montaje fácil. La terminación se desliza a mano, sin ninguna herramienta especial como ayuda; a continuación se conecta el terminal metálico de conexión y se desliza un capuchón de elastómero para asegurar el sellado perfecto de la terminación. La unidad Monobloc admite todo tipo de contactos metálicos.

#### APLICACIÓN (Orientativa)

Para diámetros sobre aislamiento del cable (\*Tensión servicio 15/25kV). Válido para cables RHZ1 y HEPRZ1.

Sección conductor mm <sup>2</sup>	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	*18/30 kV
35	TMF2-R	TMF2-R	TMF2-R	TMF3-R	TMF3-R
50	TMF2-R	TMF2-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R
70	TMF2-R	TMF2-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R
95	TMF2-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R
120	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R
150	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R
185	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R
240	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R	TMF3-R

TMF2-R: min 15,5 mm; max 26 mm.

TMF3-R: min 19,9 mm; max 32 mm.

**IMPORTANTE:** Para Servicio de Exterior añadir las correspondientes aletas. Estos terminales son aptos para ser utilizados en cables aislados en papel impregnado, utilizando el kit de adaptación CPI-400.

**EJEMPLOS DE PEDIDO:** Cable 12/20 kV, aislamiento seco, 240 mm<sup>2</sup> Al le corresponde el: TMF3-R-240/24 AL. Cable 15/25 kV, aislamiento de papel, 95 mm<sup>2</sup> Cu le corresponde el: TMF3-R-95/30 R-CPI.

### TERMINAL ELASTICFIT TMF-R (Denominación internacional: ELTImb)

---

#### CRITERIOS DE DISEÑO

---

##### Modo de utilización recomendado

Modelo TMF	Diámetro sobre aislamiento cable (mm)		L (mm)
	Mín.	Máx.	
TMF2-R	15.5	26	340
TMF3-R	19.9	32	

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar página 83 para cables Eprotenax y la página 107 para cables Voltalene.

### TERMINAL ELASTICFIT TMF-I ELTI (Denominación internacional: ELTI)

#### DESCRIPCIÓN

**TERMINAL MODULAR PREMOLDEADO FLEXIBLE DE INTERIOR, (hasta 18/30 kV).**

HD 628 y HD 629.

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4.

Nivel máximo de tensión: 36 kV.

#### COMPONENTES

**1 - CONTACTO METÁLICO:**

Contacto metálico de Cu o Al-Cu.

**2 - ALETAS AISLANTES:**

Aletas modulares deslizantes fabricadas en elastómero anti-tracking.

**3 - REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN:**

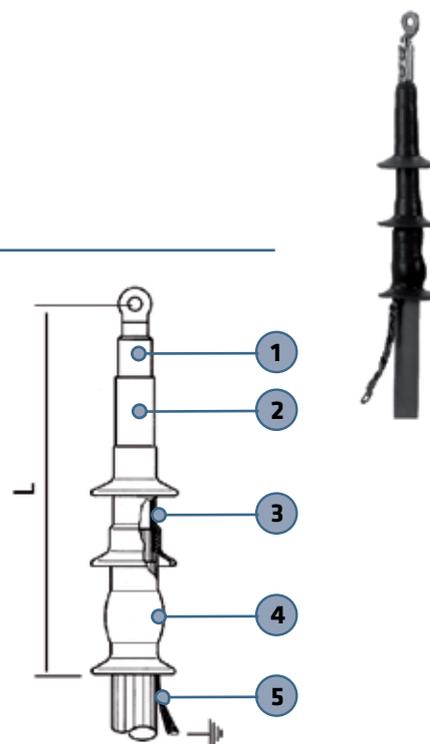
Moldeado elastico, distribuye las líneas de campo eléctrico.

**4 - PROTECTOR TOMA TIERRA:**

Protector de goma elastomérica que impide la penetración de agua y protege la toma de tierra.

**5 - TOMA DE TIERRA:**

Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



#### CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.
- Posiciones: vertical, angular o invertida.
- No precisa herramientas especiales, calentamiento ni rellenos.
- Se puede poner en servicio inmediatamente.
- Piezas modulares introducidas sobre el cable con la ayuda de un lubricante especial.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Tensión kV	L (mm) aprox.	Número de aletas
6/10	435	2
8,7/15	435	2
12/20	435	2
18/30	450	4

## TERMINAL ELASTICFIT TMF-I ELTI (Denominación internacional: ELTI)

### APLICACIÓN (Orientativa)

Sección conductor mm²	RHZ1 3,6/6 kV	RHZ1 6/10 kV	RHZ1 8,7/15 kV	RHZ1 12/20 kV	HEPRZ1 12/20 kV	RHZ1 12/25 kV	RHZ1 18/30 kV	HEPRZ1 18/30 kV
25	TMF0-I	TMF0-I	TMF1-I	TMF1-I	-	TMF1-I	TMF2-I	-
35	TMF0-I	TMF0-I	TMF1-I	TMF1-I	TMF1-I	TMF1-I	TMF2-I	-
50	TMF0-I	TMF1-I	TMF1-I	TMF2-I	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I
70	TMF0-I	TMF1-I	TMF1-I	TMF2-I	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I
95	TMF0-I	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I
120	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF3-I	TMF3-I
150	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF3-I	TMF3-I
185	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I
185	TMF1-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I
240	TMF2-I	TMF2-I	TMF2-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I
300	TMF2-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF4-I	TMF3-I
400	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF4-I	TMF4-I
500	TMF3-I	TMF3-I	TMF3-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I
630	TMF4-I	TMF3-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I
800	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I	TMF4-I
1000	-	TMF4-I	TMF4-I	TMF5-I	TMF5-I	-	TMF5-I	TMF5-I

### CRITERIOS DE DISEÑO

#### Modo de utilización recomendado

Modelo TMF	Diámetro sobre aislamiento cable (mm)		Modelo ELTI
	Mínimo	Máximo	
TMF0-I	13	22	A
TMF1-I	15,5	26	B
TMF2-I	20	33	C
TMF3-I	26	43	D
TMF4-I	36	61	E
TMF5-I	49,5	80	F

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar página 83 para cables Eprotenax y la página 107 para cables Voltalene.

**IMPORTANTE:** Estos terminales son aptos para ser utilizados en cables aislados en papel impregnado, utilizando el kit de adaptación CPI-400.

**EJEMPLOS DE PEDIDO:** Cable con aislamiento de papel 1x150, AI,18/30 kV, para interior, le corresponde el tipo TMF-3 - 150/36 I AI CPI.

### TERMINAL ELASTICFIT TMF-E ELTO (Denominación internacional: ELTO)

#### DESCRIPCIÓN

**TERMINAL MODULAR PREMOLDEADO FLEXIBLE DE EXTERIOR, (hasta 18/30 kV).**

Ref. norma: HD-628 ; HD-629.  
Correspondencia con la norma: IEC 60502-4  
Nivel máximo de tensión: 36 kV.

#### COMPONENTES

**1 - CONTACTO METÁLICO:**

Contacto metálico de Cu o Al-Cu.

**2 - ALETAS AISLANTES:**

Aletas modulares deslizantes fabricadas en elastómero anti-tracking.

**3 - REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN:**

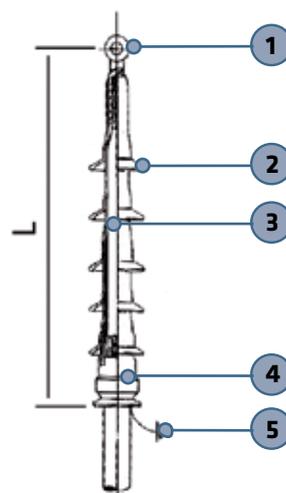
Moldeado elastico, distribuye las líneas de campo eléctrico.

**4 - PROTECTOR TOMA TIERRA:**

Protector de goma elastomérica que impide la penetración de agua y protege la toma de tierra.

**5 - TOMA DE TIERRA:**

Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



#### CARACTERÍSTICAS

- PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.
- Posiciones: vertical, angular o invertida.
- No precisan herramientas especiales, calentamiento ni rellenos.
- Se pueden poner en servicio inmediatamente.
- Piezas modulares introducidas sobre el cable con la ayuda de un lubricante especial.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Tensión kV	L (mm) aprox.	Número de aletas
6/10	450	4
8,7/15	450	4
12/20	450	4
18/30	500	5

Un aumento de la Línea de Fuga, se obtiene incrementando el número de aletas.

## TERMINAL ELASTICFIT TMF-E ELTO (Denominación internacional: ELTO)

### APLICACIÓN (Orientativa)

Sección conductor mm <sup>2</sup>	RHZ1 3,6/6 kV	RHZ1 6/10 kV	RHZ1 8,7/15 kV	RHZ1 12/20 kV	HEPRZ1 12/20 kV	RHZ1 15/25 kV	RHZ1 18/30 kV	HEPRZ1 18/30 kV
25	TMF0-E	TMF0-E	TMF1-E	TMF1-E	-	TMF1-E	TMF2-E	-
35	TMF0-E	TMF0-E	TMF1-E	TMF1-E	TMF1-E	TMF1-E	TMF2-E	-
50	TMF0-E	TMF1-E	TMF1-E	TMF2-E	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E
70	TMF0-E	TMF1-E	TMF1-E	TMF2-E	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E
95	TMF0-E	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E
120	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF3-E	TMF3-E
150	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF3-E	TMF3-E
185	TMF1-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E
240	TMF2-E	TMF2-E	TMF2-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E
300	TMF2-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF4-E	TMF3-E
400	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF4-E	TMF4-E
500	TMF3-E	TMF3-E	TMF3-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E
630	TMF4-E	TMF3-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E
800	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E	TMF4-E
1000	-	TMF4-E	TMF4-E	TMF5-E	TMF5-E	-	TMF5-E	TMF5-E

IMPORTANTE: Estos Terminales son aptos para ser utilizados en cables aislados en papel impregnado, utilizando el kit de adaptación CPI-400.

EJEMPLO DE PEDIDO: Cable aislamiento seco 1x150 Al, 12/20 kV, para exterior, le corresponde el tipo TMF-2 - 150/24 E Al.

### CRITERIOS DE DISEÑO

#### Modo de utilización recomendado

Modelo TMF	Diámetro sobre aislamiento cable (mm)		Modelo ELTO
	Mínimo	Máximo	
TMF0-E	13	22	A
TMF1-E	15,5	26	B
TMF2-E	20	33	C
TMF3-E	26	43	D
TMF4-E	36	61	E
TMF5-E	49,5	80	F

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 79 y 107 para cables Eprotenax y Voltalene respectivamente.

## TERMINAL COLDFIT PCT/CDTI (INTERIOR)

### DESCRIPCIÓN

#### TERMINAL POLIMÉRICO DE INTERIOR CONTRÁCTIL EN FRÍO, (hasta 18/30 kV)

HD-628 ; HD-629.

Ref. norma: IEEE 481996

Nivel máximo de tensión: 18/30 kV



### COMPONENTES

#### 1- CONTACTO METÁLICO:

Contacto metálico de Cu o Al-Sn, compresión o tornillería fusible.

#### 2- CUERPO AISLANTE:

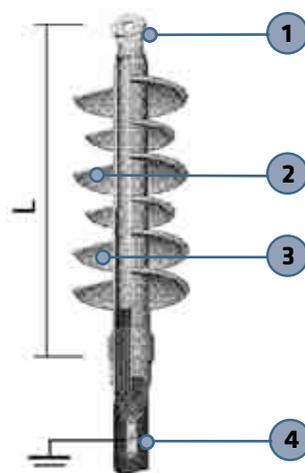
Fabricado con una formulación de goma de silicona de gran memoria elástica que ofrece una alta estanqueidad y óptimas características eléctricas.

#### 3- REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN INTEGRADO:

Tubo flexible de alta permitividad integrado en el cuerpo aislante del terminal que efectúa el control del campo eléctrico en la zona próxima al corte de la semiconductora externa del cable. Mientras se va extrayendo el soporte, el conjunto RLT+cuerpo aislante se contrae uniformemente sobre el cable y en la posición correcta. No son necesarias operaciones adicionales durante la instalación.

#### 4- TOMA DE TIERRA:

Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



### CARACTERÍSTICAS

- Cubre una amplia gama de aplicaciones con un reducido número de modelos.
- Adaptable a cables de papel impregnado y a cables unipolares de aislamiento seco (PE, XLPE, EPR), con conductor de Cu o Al de hasta 18/30 kV.
- Máxima facilidad de instalación.
- No necesita herramientas especiales, aportación de calor, encintados o rellenos.
- Instalación vertical o inclinada.
- Se puede energizar inmediatamente después de su conexión a la línea.

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (COLDFIT INTERIOR)

Modelo	Línea de fuga mínima (mm)	L (mm)
PCT15	381	295
PCT25	578	368
PCT35	762	427

## TERMINAL COLDFIT PCT/CDTI (INTERIOR)

### APLICACIÓN (Orientativa)

#### Modelos según aplicación, (COLDFIT PCT de interior)

Sección conductor mm <sup>2</sup>	6/10 kV RHZ1	8,7/15 kV RHZ1	12/20 kV		18/30 kV	
			RHZ1	HEPRZ1	RHZ1	HEPRZ1
50	-	PCT 15-J1	PCT 15-J1	PCT 15-J1	PCT 35-J2	PCT 35-J2
70	PCT 15-J1	PCT 15-J1	PCT 15-J2	PCT 15-J1	PCT 35-J2	PCT 35-J2
95	PCT 15-J1	PCT 15-J1	PCT 15-J2	PCT 15-J1	PCT 35-J2	PCT 35-J2
120	PCT 15-J1	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
150	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
185	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
240	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
300	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 35-J4	PCT 35-J4
400	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
500	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
630	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
800	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
1000	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4

### CRITERIOS DE DISEÑO (COLDFIT INTERIOR)

#### Modo de utilización recomendado

Modelo TMF	Hasta 12/20 kV diámetro sobre aislamiento cable (mm)	
	Mínimo	Máximo
PCT15-J1	16,3	28,5
PCT15-J2	21,3	35,1
PCT15-J4	33	53,3

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 79 y 107 para cables Eprotenax y Voltalene respectivamente.

### TERMINAL COLDFIT PCT/CDTO (EXTERIOR)

#### DESCRIPCIÓN

##### TERMINAL POLIMÉRICO DE EXTERIOR CONTRÁCTIL EN FRÍO, (hasta 18/30 kV)

HD-628 ; HD-629.

Ref. norma: IEEE 481996

Nivel máximo de tensión: 18/30 kV



#### COMPONENTES

##### 1- CONTACTO METÁLICO:

Contacto metálico de Cu o Al-Sn, compresión o tornillería fusible.

##### 2- CUERPO AISLANTE:

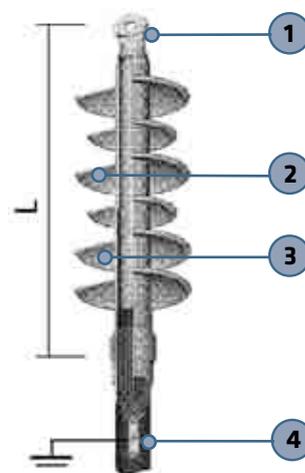
Fabricado con una formulación de goma de silicona de gran memoria elástica que ofrece una alta estanqueidad y óptimas características eléctricas.

##### 3- REPARTIDOR LINEAL DE TENSIÓN INTEGRADO:

Tubo flexible de alta permitividad integrado en el cuerpo aislante del terminal que efectúa el control del campo eléctrico en la zona próxima al corte de la semiconductora externa del cable. Mientras se va extrayendo el soporte, el conjunto RLT+cuerpo aislante se contrae uniformemente sobre el cable y en la posición correcta. No son necesarias operaciones adicionales durante la instalación.

##### 4- TOMA DE TIERRA:

Utilizando los propios hilos de la pantalla del cable.



#### CARACTERÍSTICAS

- Cubre una amplia gama de aplicaciones con un reducido número de modelos.
- Adaptable a cables de papel impregnado y a cables unipolares de aislamiento seco (PE, XLPE, EPR), con conductor de Cu o Al de hasta 18/30 kV.
- Máxima facilidad de instalación.
- No necesita herramientas especiales, aportación de calor, encintados o rellenos.
- Instalación vertical o inclinada.
- Se puede energizar inmediatamente después de su conexión a la línea.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (COLDFIT EXTERIOR)

Modelo	Línea de fuga mínima (mm)	L (mm)
PCT15	381	295
PCT25	578	368
PCT35	762	427

## TERMINAL COLDFIT PCT/CDTO (EXTERIOR)

### APLICACIÓN (Orientativa)

#### Modelos según aplicación, (COLDFIT PCT de exterior)

Sección conductor mm <sup>2</sup>	6/10 kV RHZ1	8,7/15 kV RHZ1	12/20 kV		18/30 kV	
			RHZ1	HEPRZ1	RHZ1	HEPRZ1
50	-	PCT 15-J1	-	-	PCT 35-J2	PCT 35-J2
70	PCT 15-J1	PCT 15-J1	PCT 25-J2	-	PCT 35-J2	PCT 35-J2
95	PCT 15-J1	PCT 15-J1	PCT 25-J2	PCT 25-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
120	PCT 15-J1	PCT 15-J2	PCT 25-J2	PCT 25-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
150	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 25-J2	PCT 25-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
185	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 25-J2	PCT 25-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
240	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 25-J2	PCT 25-J2	PCT 35-J2	PCT 35-J2
300	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 25-J2	PCT 25-J2	PCT 35-J4	PCT 35-J4
400	PCT 15-J2	PCT 15-J2	PCT 25-J4	PCT 25-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
500	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 25-J4	PCT 25-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
630	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 25-J4	PCT 25-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
800	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 25-J4	PCT 25-J4	PCT 35-J4	PCT 35-J4
1000	PCT 15-J4	PCT 15-J4	PCT 25-J4	PCT 25-J4	-	-

### CRITERIOS DE DISEÑO (COLDFIT EXTERIOR)

#### Modo de utilización recomendado

Modelo TMF	Diámetro sobre aislamiento cable (mm)	
	Mínimo	Máximo
<b>Hasta 8,7/15 kV</b>		
PCT 15-J1	16,3	28,5
PCT 15-J2	21,3	35,1
PCT 15-J4	33	53,3
<b>Hasta 12/20 kV</b>		
PCT 25-J2	21,3	35,1
PCT 25-J4	33	53,3
<b>Hasta 18/30 kV</b>		
PCT 35-J2	21,3	35,1
PCT 35-J4	33	53,3

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 79 y 107 para cables Eprotenax y Voltalene respectivamente.

### DESCRIPCIÓN

#### EMPALME UNIVERSAL CONTRÁCTIL EN FRÍO. Versión 1.2, (hasta 18/30 kV)

Denominación técnica: EPJMe-1C (24 kV) y EPJMe-1C (36 kV)

Ref. norma: HD 628; HD 629.

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4; IEC 60055.

Nivel máximo de tensión: 18/30 kV.



### COMPONENTES

#### 1- MUELLE DE PRESIÓN CTE.:

Conecta la malla con la pantalla del cable.

#### 2- SEMICONDUCTORA DEL CABLE:

Envuelve y protege de descargas eléctricas.

#### 3- CINTA DE SELLADO

#### 4- AISLAMIENTO DEL CABLE:

Aislamiento del cable.

#### 5- ENVOLVENTE:

Protección externa del empalme.

#### 6- PANTALLA:

Malla de cobre que da continuidad a la pantalla del cable.

#### 7- CAPA SEMICONDUCTORA:

Continuidad semiconductoras externa cables.

#### 8- CAPA AISLANTE:

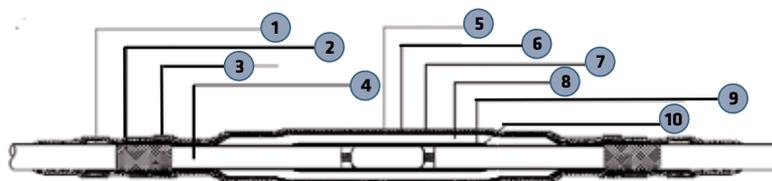
Aislante.

#### 9- CAPA DIELECTRICA:

De alta constante dieléctrica.

#### 10- ELECTRODO:

Integrado en los empalmes para 12/20 kV.



### CARACTERÍSTICAS

#### EMPALME CONTRÁCTIL EN FRÍO:

- Completamente integrado.
- Alta fiabilidad.
- Para todo tipo de cables.

Versión unipolar y tripolar.

Desde 6/10 kV hasta 18/30 kV.

Para cables con aislamiento polimérico y papel impregnado.

Con posibilidad de refuerzos mecánicos.

Fácil y rápido de instalar.

- Nuevo soporte autoextraíble, para un ahorro de tiempo, una disminución de errores de extracción del soporte y una instalación más limpia.
- Nuevas placas de sellado que minimizan la posibilidad de error tanto en la cantidad como en el dimensionado e incorpora un film que facilita el deslizamiento de la cubierta.
- Nuevo aceite lubricante, que facilita el desdoblamiento de la cubierta.

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Modelo Empalme	Tensión (kV)	Diámetro mínimo sobre aislamiento	Diámetro máximo cubierta exterior
D	12/20	17.2	32.0
E	12/20	19.0	34.0
F	12/20	23.1	44.0
H	18/30	24.4	46.0
IP	18/30	27.8	52.0
I	18/30	31.9	62.0

Este empalme puede emplearse para unir cables trifásicos con igual o diferente naturaleza de aislante y campo eléctrico (empalmes mixtos), lo que le permite ampliar el carácter de aplicación universal que tenía hasta ahora empalmando cables unipolares de aislamiento seco y papel. En los empalmes tripolares para cables de aislamiento de papel impregnado y mixtos está incluida la caja de protección de poliéster y microesferas.

Para cables con papel impregnado, añadir el kit de adaptación CPI-E.

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 79 y 107 para cables Eprotenax y Voltalene, respectivamente.

### APLICACIÓN

Empalme Universal Contráctil en frío EPJMe-1C (24 kV) y EPJMe-1C (36 kV).

Sección mm <sup>2</sup>	6/10 kV RHZ1	8,7/15 kV RHZ1	12/20 kV		15/25 kV RHZ1	18/30 kV	
			RHZ1	HEPRZ1		RHZ1	HEPRZ1
50	-	D	D	D	E-D	H	H
70	D	E-D	E-D	D-E	H	H	H
95	D	E-D	F-D-E	E-D	H	H-IP	H
120	E-D	E	F-D-E-H	E-D	H	H-IP	H
150	E-D	F-E	F-E-H	E-F	IP-H	H-IP	H
185	F-E	F-H	F-H	F-E-H	IP-H	H-IP-I	H-IP
240	F-H	F-H-IP	F-H-IP	F-H-IP	I-H-IP	IP-H-I	IP-H
300	H-IP	H-IP	IP-H-I	H-IP	I-H-IP	IP-H-I	IP-H-I
400	H-IP	H-IP-I	IP-H-I	H-I-IP	I-IP	I-IP	I-IP
500	H-IP-I	H-IP-I	I-IP	I-IP	I-IP	I-IP	I-IP
630	H-IP-I	H-IP-I	I-IP	I-IP	I	I	I
800	I	I	I	I	I	I	I

**Nota:** se ha remarcado la talla más recomendable para cada sección en color AZUL.

### PROCESO DE MONTAJE

	<p>Se realizan cortes para la extracción de la cubierta exterior dejando una distancia para la conexión de la pantalla de hilos de cable y se extrae la capa semiconductora (con especial cuidado de no afectar al aislamiento) para posteriormente hacer la conexión de los conductores. Una vez hecha la unión de los conductores, centramos el empalme sobre el manguito.</p>
	<p>Por medio de las dos palancas suministradas rompemos el tubo de soporte realizando un movimiento de torsión sobre el empalme. Posteriormente se cortan las gomas que mantienen sujeta la pantalla y mediante los anillos metálicos de presión constante suministrados realizaremos la operación de conexión de las pantallas. Sobre los cables previamente preparados aplicamos las placas de sellado de goma vulcanizable.</p>
	<p>Finalizaremos el montaje del empalme desdoblado las cubiertas, estirando de las cintas de goma incorporadas en el propio empalme.</p>

### DESCRIPCIÓN

#### EMPALME UNIVERSAL CONTRÁCTIL EN FRÍO, (hasta 18/30 kV)

Nuevo empalme Gama ECOSPEED 24 kV y 36kV.

Ref. Norma: HD 628; HD 629.

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4; IEC 60055

Nivel de tensión hasta: 18/30 KV



### COMPONENTES

#### 1- CAPA DIELÉCTRICA:

De alta constante dieléctrica.

#### 2- SEMICONDUCTORA DEL CABLE:

Envuelve y protege de descargas eléctricas.

#### 3- CINTA DE SELLADO

#### 4- AISLAMIENTO DEL CABLE:

Aislamiento del cable.

#### 5- ENVOLVENTE:

Protección externa del empalme.

#### 6- PANTALLA:

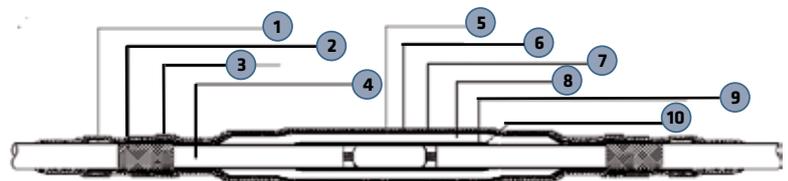
Malla de cobre que da continuidad a la pantalla del cable.

#### 7- CAPA SEMICONDUCTORA:

Continuidad semiconductoras externa cables.

#### 8- CAPA AISLANTE:

Aislante.



### CARACTERÍSTICAS

#### EMPALME CONTRÁCTIL EN FRÍO:

- Completamente integrado, todos los componentes están incluidos en el cuerpo del empalme, permitiendo el centraje y la fácil extracción del soporte. Consta en los extremos de un sistema que permite la sujeción de la pantalla sin necesidad de otros componentes
- Alta fiabilidad.
- Para todo tipo de cables.

Versión unipolar y tripolar.

Hasta 18/30 KV.

Para cables con aislamiento polimérico y papel impregnado.

Con posibilidad de refuerzos mecánicos.

Fácil y rápido de instalar.

- Nuevo soporte autoextraíble, para un ahorro de tiempo, una disminución de errores de extracción del soporte y una instalación más limpia.
- Nuevas placas de sellado que minimizan la posibilidad de error tanto en la cantidad como en el dimensionado e incorpora un film que facilita el deslizamiento de la cubierta.
- Nuevo aceite lubricante, que facilita el desdoblamiento de la cubierta.

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Tensión (kV)	Modelo Empalme	Referencia	Diámetro sobre aislamiento		Diámetro cubierta exterior
			Mínimo	Máximo	Máximo
12/20	0	151556	19,0	32,0	40,0
	0	162662	24,0	32,0	44,0
18/30	0	151656	19,0	32,0	40,0
	1	202070-1	28,0	39,0	55,0
	3	202070-3	34,0	39,0	55,0
	4	252580-4	36,0	49,0	62,0

Este empalme puede emplearse para unir cables tripolares con igual o diferente naturaleza de aislante y campo eléctrico (empalmes mixtos), lo que le permite ampliar el carácter de aplicación universal que tenía hasta ahora empalmando cables unipolares de aislamiento seco y papel.

En los empalmes tripolares para cables de aislamiento de papel impregnado y mixtos está incluida la caja de protección de poliéster y microesferas.

Para cables con papel impregnado, añadir el kit de adaptación CPI-E.

Para consulta de los diámetros sobre aislamiento en función de la sección y tensión, consultar páginas 79 y 107 para cables Eprotenax y Voltalene, respectivamente.

### APLICACIÓN

Sección conductor mm <sup>2</sup>	6/10 kV RHZ1	8,7/15 kV RHZ1	12/20 kV		18/30 kV	
			RHZ1	HEPRZ1	RHZ1	HEPRZ1
25	-	-	-	-	-	-
35	-	-	151556	151556	151556	151556
50	-	-	151556	151556	151556	151556
70	-	151556	151556	151556	151556	151556
95	151556	151556	151556	151556	151556	151556
120	151556	151556	151556	151556	202070-1	202070-1
150	151556	151556	151556	151556	202070-1	202070-1
185	151556	151556	151556	151556	202070-1	202070-1
240	151556	151556	151556	151556	202070-1	202070-1
300	202070-1	202070-1	202070-1	202070-1	202070-3	202070-3
400	202070-1	202070-1	202070-1	202070-1	202070-3	202070-3
500	202070-3	202070-3	202070-3	202070-3	202070-3	202070-3
630	202070-3	202070-3	202070-3	202070-3	202070-3	202070-3

Nota: se ha remarcado la talla más recomendable para cada sección en color AZUL.

### PROCESO DE MONTAJE

	<p>Fijación del extremo del cable y empalme.</p>
	<p>Extracción de los soportes en espiral, se puede ajustar el contrado del empalme en los 5 cm iniciales.</p>
	<p>Comprobación definitiva del correcto posicionamiento del empalme mediante la guía de centrado.</p>

## INTERFASES PARA CONECTORES SEPARABLES

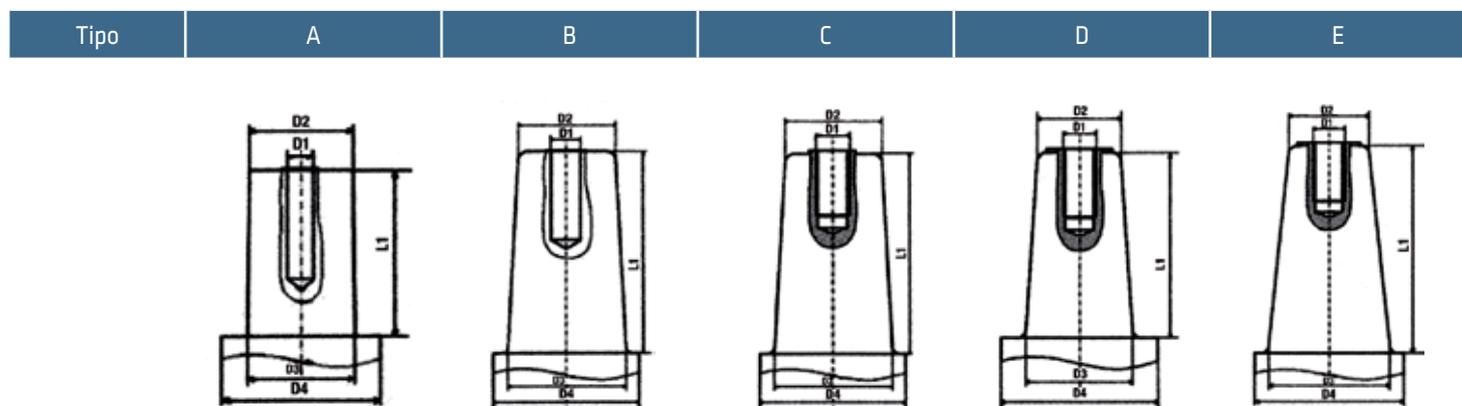
### CONECTORES SEPARABLES DISPONIBLES PARA LAS DIFERENTES INTERFASES

Según CENELEC EN 50180 y EN 50181

Tipos		250A		400 A				630 A					
Interfase	Tipo de contacto	12/20 kV		12/20 kV		18/30 kV		12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV		
		Conector acodado	Conector recto	Conector acodado	Conector recto	Conector acodado	Conector recto	Conector en T roscado	Conector acodado roscado	Conector en T roscado			
A	DESLIZANTE	MSCE-250A (pág. 150)	MSCE-250A (pág. 147)										
B	DESLIZANTE			MSCE-400 A (pág. 156)	MSCS-400A (pág. 153)	MSCE-400A (pág. 156)	MSCS-400A (pág. 153)						
C	ROSCADO							MSCT-630 A (pág. 159)	MSCT-630 A (pág. 159)	MSCEA-630 A (pág. 162)	MSCEA-630 A (pág. 162)	FMCTXs-24 (pág. 165)	FMCTXs-36 (pág. 165)
D	ROSCADO												
E	ROSCADO												

### DIMENSIONES DE LAS INTERFASES DE CENELEC

Según CENELEC EN 50180 y EN 50181



D1	Ø 7,9 mm Profundidad: 32 mm	Ø 14 mm Profundidad: 40 mm	M 16 Longitud: 29 mm	M 16 Longitud: 29 mm	M 16 Longitud: 29 mm
D2	Ø 31 mm	Ø 46 mm	Ø 46 mm	Ø 39,9 mm	Ø 39,9 mm
D3	Ø 32,5 mm	Ø 56 mm	Ø 56 mm	Ø 52,1 mm	Ø 61,5 mm
D4	Ø 48,5 mm	Ø 70 mm	Ø 70 mm	Ø 76,2 mm	Ø 76,2 mm
L1	48 mm	90 mm	90 mm	81 mm	103,7 mm
<b>Utilización y/o notas</b>	250 A Contacto deslizante Hasta 12/20 kV	4000 A Contacto deslizante Hasta 18/30 kV Mismas dimensiones que Interfase C	630 A Contacto roscado Hasta 18/30 kV Mismas dimensiones que Interfase B	1250 A Contacto roscado Hasta 12/20kV	1250 A Contacto roscado Hasta 18/30kV

### ELASCON MSCS-250A CONECTOR SEPARABLE RECTO

#### APLICACIONES

- Para la conexión de cables poliméricos (XLPE, HEPR, EPR, PE...) de MT a transformadores, unidades de conmutación, motores, etc.
- Instalación en interiores y exteriores. El conector está completamente protegido de la humedad y conectado a tierra.
- Máxima intensidad en régimen permanente: 250 A.
- Máxima intensidad en régimen de sobrecarga: 300 A, (8 horas por período de 24 horas).
- Manipular sin tensión



INTERFASE  
A

#### CABLES

- Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
- Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
- Pantalla semiconductor extraída o encintada.
- Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1).
- Tensión de aislamiento hasta 24 KV (Um).
- Secciones del conductor: de 25 mm<sup>2</sup> a 95 mm<sup>2</sup>

#### NORMATIVAS

- Cumple con los requisitos de la VDE 0278 - NF C 33-051 - NF C 33-001 - CENELEC HD 629.1 S2 - IEC 60502-4.
- Interfaces: CENELEC EN 50180 - EN 50181.
- Contacto metálico: IEC 61238-1 A, HN 68-S-91.

#### CALIDAD ASEGURADA

- La empresa ha sido evaluada por terceros, asegurando su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001-EN 29001, versión 2000.

#### PACKING

- Se suministra como un kit de 3 conectores unipolares, conteniendo todos los componentes necesarios.
- Peso y volumen de envío (aprox.) del kit: 3 kg / 0,006 m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

- Sólo una referencia de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 25 mm<sup>2</sup> a 95 mm<sup>2</sup> tanto en cobre como en aluminio.
- No necesita herramientas especiales, calentar, encintar, o rellenar.
- Posición Vertical, inclinada o invertida.
- Sin distancia mínima entre fases.
- La tres fases pueden también ser bloqueadas juntas y al equipo mediante el uso de un anillo metálico (suministrado separadamente).
- Puesta en marcha inmediatamente después de conectar el conector al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

#### OTROS PRODUCTOS

- Productos asociados, tales como pasatapas FMBOm-250, FMBOh-250, FMBOcm, FMBA-250 y accesorios.
- Conector Recto separable MSCE-250A.

### ELASCON MSCS-250A CONECTOR SEPARABLE RECTO

#### DESCRIPCIÓN

##### 1. Contacto metálico Al / Cu de 25 / 95 mm<sup>2</sup>.

Contacto del conductor metálico con contacto de cobre diseñado con anillo de cierre.

Sólo un contacto cubre las secciones entre 25 y 95 mm<sup>2</sup>, tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

##### 2. Semiconductora interior.

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

##### 3. Semiconductora externa (espesor de 3 mm).

Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra.

##### 4. Cuerpo aislante.

Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

##### 5. Punto de prueba.

Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

##### 6. Abrazaderas de anclaje.

Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas.

##### 7. Ojal de Puesta a tierra.

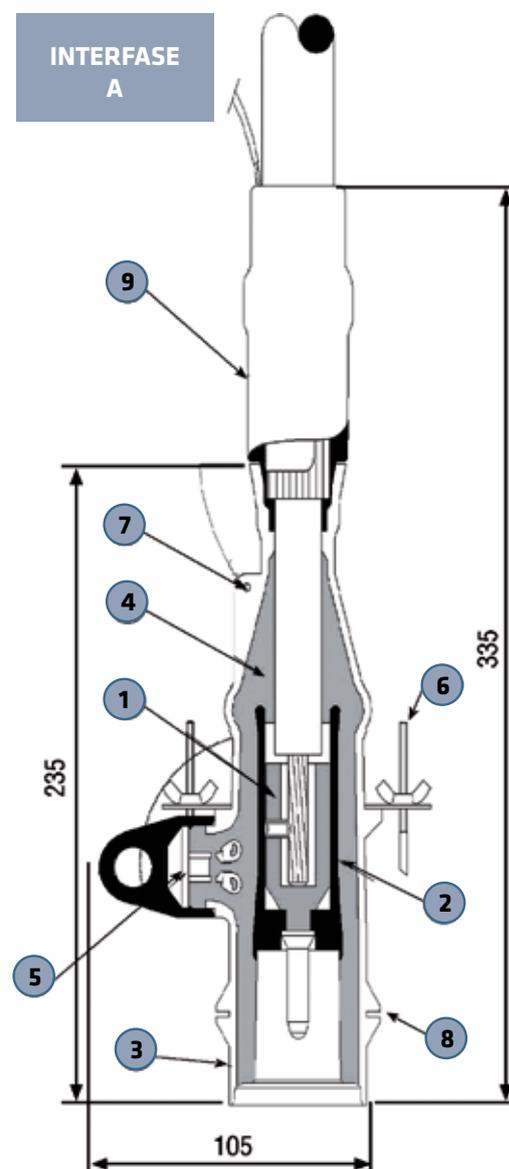
Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla del cable.

##### 8. Hendidura de fijación.

Resaltes para la fijación del anillo metálico suministrado cuando es requerido para las tres fases.

##### 9. Protector de toma a tierra.

Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.



## ELASCON MSCS-250A CONECTOR SEPARABLE RECTO

### GUÍAS DE SELECCIÓN

1. Selecciona en la tabla siguiente el modelo correspondiente al diámetro sobre aislamiento del cable y a la tensión (Um) en KV.

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)		Sección Conductor mm <sup>2</sup>		Referencia
	Mínimo	Máximo			
12 kV	11,8	17,2	25	50	MSCS-250A-25-50/24
	17,2	25	70	95	MSCS-250A-70-95/24
17 kV	13,7	17,2	25	35	MSCA-250A-25-35/24
	17,2	25	70	95	MSCS-250A-50-95/24
24 kV	17,2	25	25	95	MSCS-250A-25-95/24

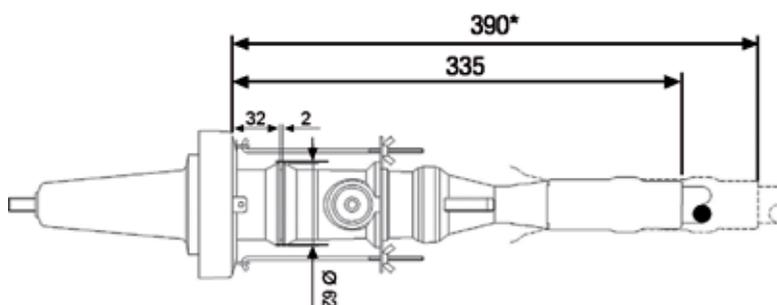
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

### INSTALACIÓN

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.

(\*) Dimensión mínima necesaria para la desconexión



### EJEMPLO DE PEDIDO

Cable Polimérico Unipolar 12/20 KV de 50 mm<sup>2</sup> en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre:

**MSCS-250A-25-95/24-T3**

### ELASCON MSCE-250A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### APLICACIONES

- Para la conexión de cables polímeros de MT a transformadores, unidades de conmutación, motores, etc.
- Instalación en interiores y exteriores. El conector está completamente protegido de la humedad y conectado a tierra.
- Máxima intensidad en régimen permanente: 250 A.
- Máxima intensidad en régimen de sobrecarga: 300 A, (8 horas por período de 24 horas).
- Manipular sin tensión.



INTERFASE  
A

#### CABLES

- Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
- Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
- Pantalla semiconductor extraída o encintada.
- Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1).
- Tensión de aislamiento hasta 24 KV (Um).
- Secciones del conductor: de 25 mm<sup>2</sup> a 950 mm<sup>2</sup>.

#### NORMATIVAS

- Cumple con los requisitos de la VDE 0278 - NF C 33-051 - NF C 33-001 - CENELEC HD 629.1 S2 - IEC 60502-4.
- Interfaces: CENELEC EN 50180 - EN 50181
- Contacto metálico: IEC 61238-1 A, HN 68-S-91.

#### CALIDAD ASEGURADA

- La empresa ha sido evaluada por terceros, asegurando su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001-EN 29001, versión 2000.

#### PACKING

- Se suministra como un kit de 3 conectores unipolares, conteniendo todos los componentes necesarios.
- Peso y volumen de envío (aprox.) del kit: 3kg. / 0,006 m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

- Sólo una referencia de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 25 mm<sup>2</sup> a 95 mm<sup>2</sup> tanto en cobre como en aluminio.
- No necesita herramientas especiales, calentar, encintar, o rellenar.
- Posición Vertical, inclinada o invertida.
- Sin distancia mínima entre fases.
- Puesta en marcha inmediatamente después de conectar el conector al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

#### OTROS PRODUCTOS

- Productos asociados, tales como pasatapas FMBOm-250, FMBOh-250, FMBOcm, FMBA-250 y accesorios.
- Conector Recto separable MSCS-250A.

### ELASCON MSCE-250A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### DESCRIPCIÓN

**1. Contacto metálico Al / Cu de 25 / 95 mm<sup>2</sup>.**

Sólo dos contactos cubren las secciones entre 25 y 95 mm<sup>2</sup>, tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

**2. Tornillo de fijación.**

Compuesto de cobre roscado en contacto del conductor.

**3. Semiconductora interior.**

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

**4. Semiconductora externa (espesor de 3 mm).**

Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra.

**5. Cuerpo aislante.**

Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

**6. Punto de prueba.**

Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector

**7. Abrazaderas.**

Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas.

**8. Ojal de Puesta a tierra.**

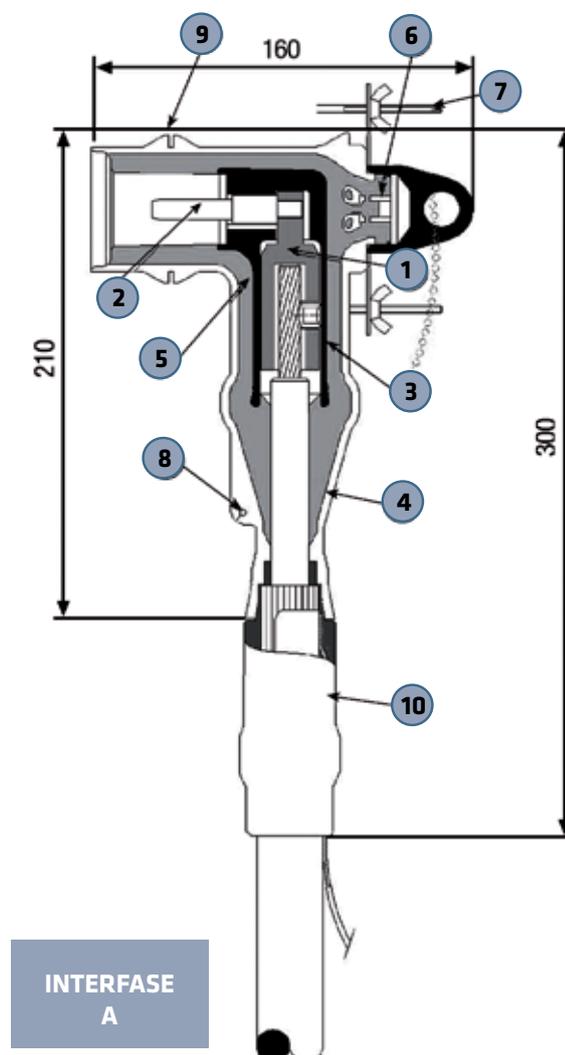
Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla del cable.

**9. Hendidura de fijación.**

Resaltes para la fijación del anillo metálico suministrado cuando es requerido para las tres fases.

**10. Protector de toma a tierra.**

Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.



## ELASCON MSCE-250A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

### GUÍAS DE SELECCIÓN

1. Selecciona en la tabla siguiente el modelo correspondiente al diámetro sobre aislamiento del cable y a la tensión (Um) en KV.

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)		Sección Conductor mm <sup>2</sup>		Referencia
	Mínimo	Máximo			
12 kV	11,8	17,2	25	50	MSCE-250A-25-50/24
	17,2	25	70	95	MSCE-250A-70-95/24
17 kV	13,7	17,2	25	35	MSCE-250A-25-35/24
	17,2	25	70	95	MSCE-250A-50-95/24
24 kV	17,2	25	25	95	MSCE-250A-25-95/24

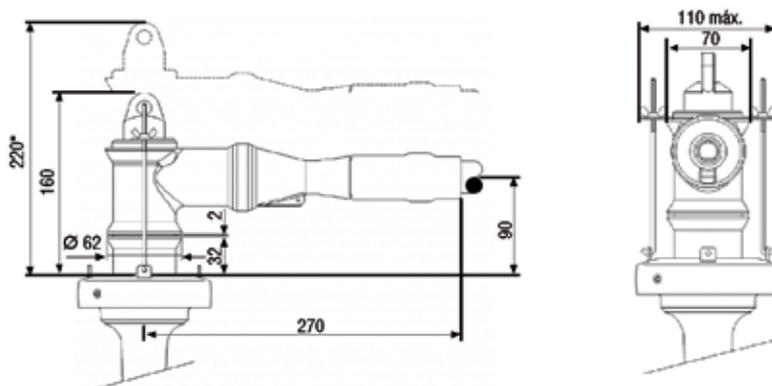
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1)
T2	Cintas de cobre
T3v	Hilos de cobre

### INSTALACIÓN

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.

(\* Dimension mínima necesaria para la desconexión)



### EJEMPLO DE PEDIDO

Cable Polimérico Unipolar 12/20 KV de 50 mm<sup>2</sup> en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre:

**MSCE-250A-50/24-T3**

### ELASCON MSCS-400A CONECTOR SEPARABLE RECTO

---

#### APLICACIONES

---

- Para la conexión de cables poliméricos de MT a transformadores, unidades de conmutación, motores, etc.
- Instalación en interiores y exteriores. El conector está completamente protegido de la humedad y conectado a tierra.
- Máxima intensidad en régimen permanente: 400 A.
- Máxima intensidad en régimen de sobrecarga: 600 A, (8 horas por período de 24 horas).
- Manipular sin tensión.



#### CABLES

---

- Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, EPR, PE...).
- Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
- Pantalla semiconductor extraída o encintada.
- Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1).
- Tensión de aislamiento hasta 18/30 KV.
- Secciones del conductor: hasta 24 kV  $\Rightarrow$  de 35 mm<sup>2</sup> a 400 mm<sup>2</sup>.  
36 kV  $\Rightarrow$  de 35 mm<sup>2</sup> a 400 mm<sup>2</sup>.

#### NORMATIVAS

---

- Cumple con los requisitos de la CENELEC HD 629.1 S2 - IEC 60502-4 - NF C 33-051 - NF C 33-001.
- Interfaces: CENELEC EN 50180 - EN 50181.
- Contacto metálico: IEC 61238-1 A, HN 68-S-91.

#### CALIDAD ASEGURADA

---

- La empresa ha sido evaluada por terceros, asegurando su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001-EN 29001, versión 2000.

#### PACKING

---

- Se suministra como un kit de 3 conectores unipolares, conteniendo todos los componentes necesarios.
- Peso y volumen de envío (aprox.) del kit: 4,5 kg / 0,01 m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

---

- No necesita herramientas especiales, calentar, encintar, o rellenar.
- Posición Vertical, inclinada o invertida.
- Sin distancia mínima entre fases.
- Puesta en marcha inmediatamente después de conectar el conector al pasatapas...
- Un conector desenchufado no debe ser activado.

#### OTROS PRODUCTOS

---

- Productos asociados, tales como pasatapas FMBOs-400 y accesorios.

### ELASCON MSCS-400A CONECTOR SEPARABLE RECTO

#### DESCRIPCIÓN

##### 1. Contacto metálico multisección Al / Cu.

Contacto del conductor metálico con contacto de cobre diseñado con anillo de cierre.

Cubre las secciones entre 35 y 400 mm<sup>2</sup>, tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

##### 2. Semiconductora interior.

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

##### 3. Semiconductora externa (espesor de 3 mm).

Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra.

Permite evacuación de corrientes de corto circuito.

##### 4. Cuerpo aislante.

Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

##### 5. Punto de prueba.

Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

##### 6. Tapón.

Premoldeado de semiconductora EPDM. Protege el divisor capacitivo durante su uso normal.

##### 7. Abrazadera de anclaje.

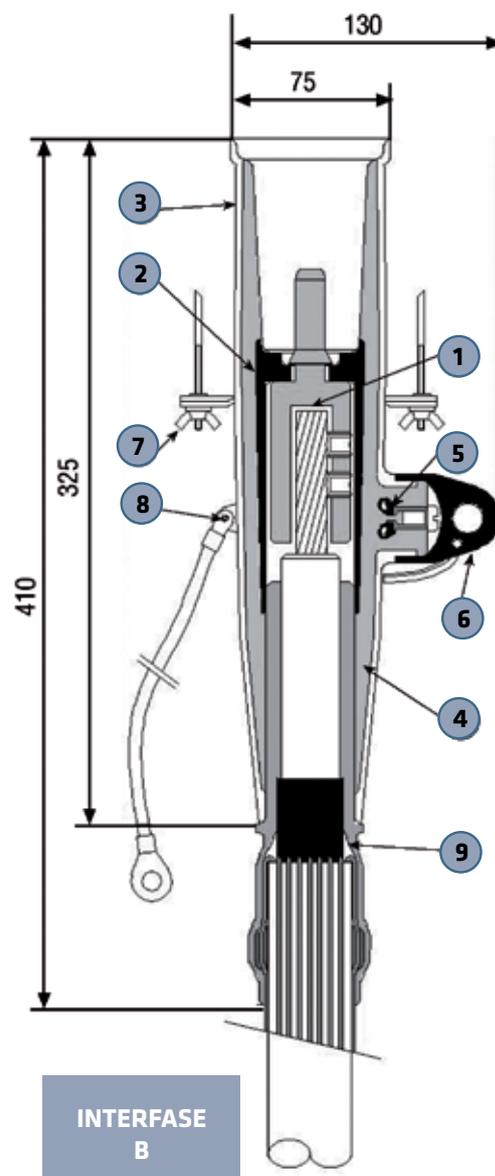
Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas.

##### 8. Ojal de Puesta a tierra.

Para la conexión del conector uniéndola a la pantalla metálica del cable.

##### 9. Protector de toma a tierra.

Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.



### ELASCON MSCS-400A CONECTOR SEPARABLE RECTO

#### GUÍAS DE SELECCIÓN

1. Selecciona en la tabla siguiente el modelo correspondiente al diámetro sobre aislamiento del cable y a la tensión (Um) en KV.

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	25 - 95	MSCS-400A-25-95/24-T3-P1
	rC	30,2	30,8	120	MSCS-400A-120/24-T3-P1
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCS-400A-150-240/24-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCS-400A-300-400/24-T3-P1
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCS-400A-25-95/36-T3-P1
	rD	22,7	33,1	120	MSCS-400A-120/36-T3-P1
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCS-400A-150-240/36-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCS-400A-300-400/36-T3-P1

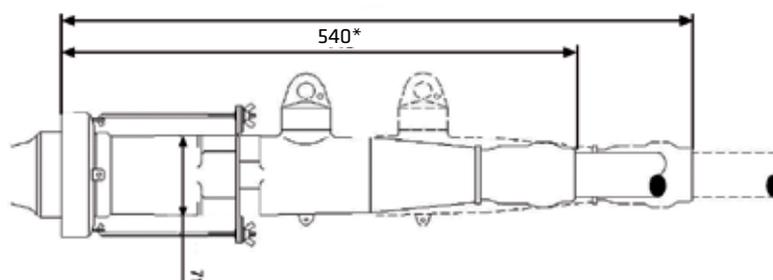
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

#### INSTALACIÓN

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.

(\*) Dimensión mínima necesaria para la desconexión



#### EJEMPLO DE PEDIDO

Cable Polimérico Unipolar 20 kV de 1x50 mm<sup>2</sup>, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre, conductor de aluminio:

**MSCS-400A-25-95/24-T3**  
o  
**MSCS-400A-150-240/24-T3**

### ELASCON MSCE-400A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### APLICACIONES

- Para la conexión de cables polímeros de MT a transformadores, unidades de conmutación, motores, etc.
- Instalación en interiores y exteriores. El conector está completamente protegido de la humedad y conectado a tierra.
- Máxima intensidad en régimen permanente: 400 A.
- Máxima intensidad en régimen de sobrecarga: 600 A, (8 horas por período de 24 horas).
- Manipular sin tensión.
- Testado por detector de voltaje a través de un divisor capacitivo.



#### CABLES

- Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, EPR, PE...).
- Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
- Pantalla semiconductor extraída o encintada.
- Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1).
- Tensión de aislamiento hasta 18/30 (36) KV.
- Secciones del conductor: hasta 24 kV de  $\Rightarrow 35 \text{ mm}^2$  a  $400 \text{ mm}^2$ .  
36 kV de  $\Rightarrow 35 \text{ mm}^2$  a  $400 \text{ mm}^2$ .

#### NORMATIVAS

- Cumple con los requisitos de la CENELEC HD 629.1 S2 - IEC 60502-4 - NF C 33-051 - NF C 33-001.
- Interfaces: CENELEC EN 50180 - EN 50181
- Contacto metálico: IEC 61238-1 A, HN 68-S-91.

#### CALIDAD ASEGURADA

- La empresa ha sido evaluada por terceros, asegurando su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001-EN 29001, versión 2000.

#### PACKING

- Se suministra como un kit de 3 conectores unipolares, conteniendo todos los componentes necesarios.
- Peso y volumen de envío (aprox.) del kit: 6kg. / 0,013 m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

- No necesita herramientas especiales, calentar, encintar, o rellenar.
- Posición Vertical, inclinada o invertida.
- Sin distancia mínima entre fases.
- Voltage del aislante hasta 18/30 (36) kV.
- Puesta en marcha inmediatamente después de conectar el conector al pasatapas...
- Un conector desenchufado no debe ser activado.

#### OTROS PRODUCTOS

- Productos asociados, tales como pasatapas FMBOm-400 y accesorios.
- Conector Recto separable MSCS/EC-400B.

### ELASCON MSCE-400A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### DESCRIPCIÓN

**1. Contacto del conductor multisección Al / Cu.**

Cubre la sección entre 35 y 300 mm<sup>2</sup>, tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

**2. Tornillo de fijación.**

Compuesto de cobre roscado en contacto del conductor.

**3. Semiconductora interior.**

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

**4. Semiconductora externa (espesor de 3 mm).**

Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra.

Permite la evacuación de corrientes de corto circuito.

**5. Cuerpo aislante.**

Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

**6. Punto de prueba.**

Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

**7. Abrazaderas.**

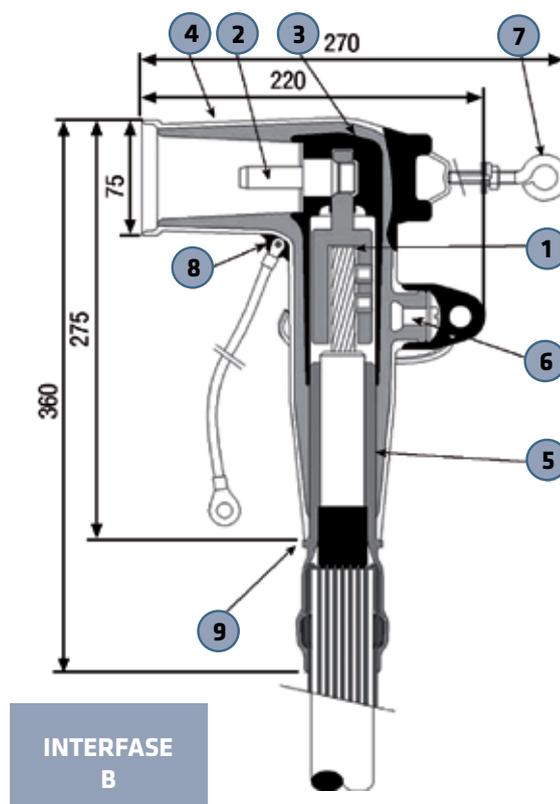
Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas o a otros accesorios.

**8. Ojal de Puesta a tierra.**

Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla metálica del cable.

**9. Protector de toma a tierra.**

Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.



### ELASCON MSCS-400A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### GUÍAS DE SELECCIÓN

1. Selecciona en la tabla siguiente el modelo correspondiente al diámetro sobre aislamiento del cable y a la tensión (Um) en KV.

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	35 - 95	MSCE-400A-35-95/24-T3-P1
	rC	30,2	30,8	120	MSCE-400A-120/24-T3-P1
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCE-400A-150-240/24-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCE-400A-300-400/24-T3-P1
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCE-400A-35-95/36-T3-P1
	rD	22,7	33,1	120	MSCE-400A-120/36-T3-P1
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCE-400A-150-240/36-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCE-400A-300-400/36-T3-P1

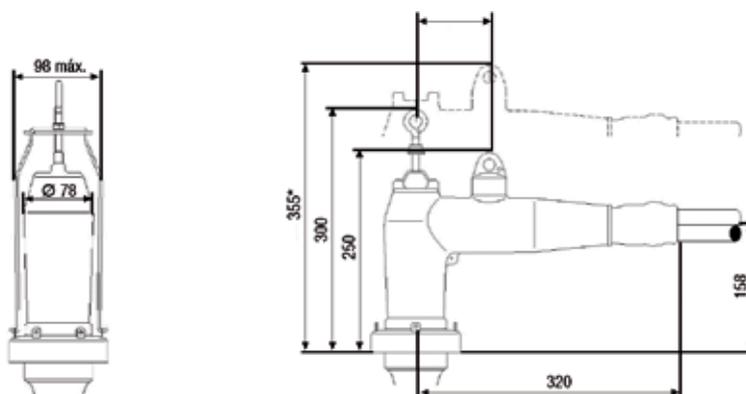
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

#### INSTALACIÓN

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.

(\*) Dimensión mínima necesaria para la desconexión



#### EJEMPLO DE PEDIDO

Cable Polimérico Unipolar 20 kV de 1x50 mm<sup>2</sup> en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre:

**MSCE-400A-25-95/24-T3**  
o  
**MSCE-400A-150-240/24-T3**

### ELASCON MSCT-630A CONECTOR SEPARABLE EN T

#### APLICACIONES

- Para la conexión de cables polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...) de MT a transformadores, unidades de conmutación, motores, etc.
- Instalación en interiores y exteriores. El conector está completamente protegido de la humedad y conectado a tierra.
- Máxima intensidad en régimen permanente: 630 A.
- Máxima intensidad en régimen de sobrecarga: 900 A, (8 horas por período de 24 horas).
- Manipular sin tensión.



INTERFASE  
C

#### CABLES

- Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
- Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
- Pantalla semiconductor extruída o encintada.
- Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1).
- Tensión de aislamiento hasta 36 KV (Um).
- Secciones del conductor: de 35 mm<sup>2</sup> a 400 mm<sup>2</sup>.

#### NORMATIVAS

- Cumple con los requisitos de la VDE 0278 - NF C 33-051 - NF C 33-001 - CENELEC HD 629.1 S2 - IEC 60502-4.
- Interfaces: CENELEC EN 50180 - EN 50181.
- Contacto metálico: IEC 61238-1 A, HN 68-S-91.

#### CALIDAD ASEGURADA

- La empresa ha sido evaluada por terceros, asegurando su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001-EN 29001, versión 2000.

#### PACKING

- Se suministra como un kit de 3 conectores unipolares, conteniendo todos los componentes necesarios.
- Peso y volumen de envío (aprox.) del kit: 6 kg / 0,013 m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

- Sólo tres referencias de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 35 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup> tanto en cobre como en aluminio.
- No necesita herramientas especiales, calentar, encintar, o rellenar.
- Posición Vertical, inclinada o invertida,
- Sin distancia mínima entre fases.
- Puesta en marcha inmediatamente después de conectar el conector al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

#### OTROS PRODUCTOS

- Productos asociados, tales como pasatapas FMBOs-400 y accesorios.

### ELASCON MSCT-630A CONECTOR SEPARABLE EN T

#### DESCRIPCIÓN

**1. Contacto metálico Al / Cu de 35 / 400 mm<sup>2</sup>.**

Sólo dos contactos cubren las secciones entre 35 y 240 mm<sup>2</sup>, tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

**2. Tornillo de fijación.**

Compuesto de acero con plata chapada, roscado en ambos extremos para la fijación de los elementos. Una presión uniforme mantiene el contacto.

**3. Semiconductora interior.**

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

**4. Semiconductora externa (espesor de 3 mm).**

Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra.

**5. Cuerpo aislante.**

Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

**6. Punto de prueba.**

Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

**7. Aislante.**

Realizado con Epoxy y una rosca para la sujeción del tornillo.

**8. Tapón.**

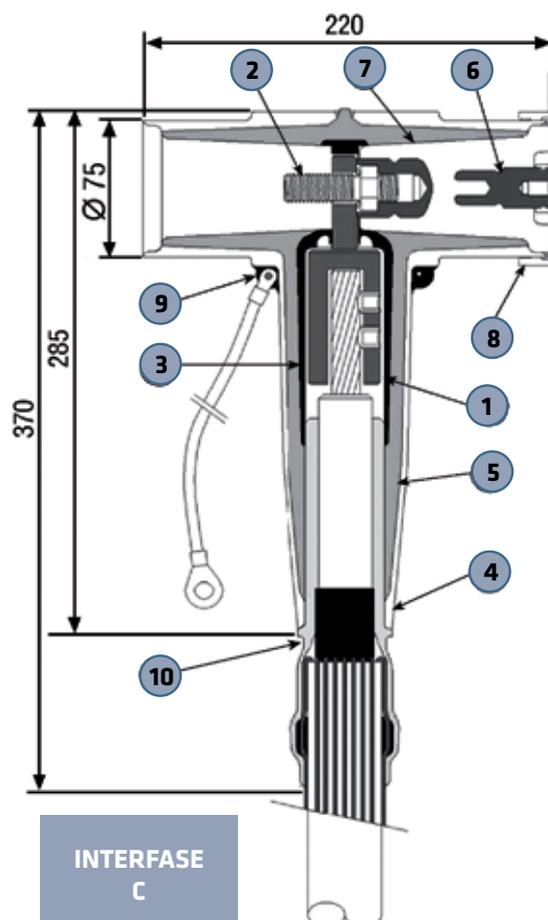
Premoldeado de semiconductora EPDM. Protege el divisor capacitivo durante su uso normal.

**9. Ojal de Puesta a tierra.**

Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla del cable.

**9. Reductor de alta permitividad.**

Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.



### ELASCON MSCT-630A CONECTOR SEPARABLE EN T

#### GUÍAS DE SELECCIÓN

1. Selecciona en la tabla siguiente el modelo correspondiente al diámetro sobre aislamiento del cable y a la tensión (Um) en KV.

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	25 - 95	MSCT-400A-25-95/24-T3-P1
	rC	30,2	30,8	120	MSCT-400A-120/24-T3-P1
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCT-400A-150-240/24-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCT-400A-300-400/24-T3-P1
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCT-400A-25-95/36-T3-P1
	rD	22,7	33,1	120	MSCT-400A-120/36-T3-P1
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCT-400A-150-240/36-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCT-400A-300-400/36-T3-P1

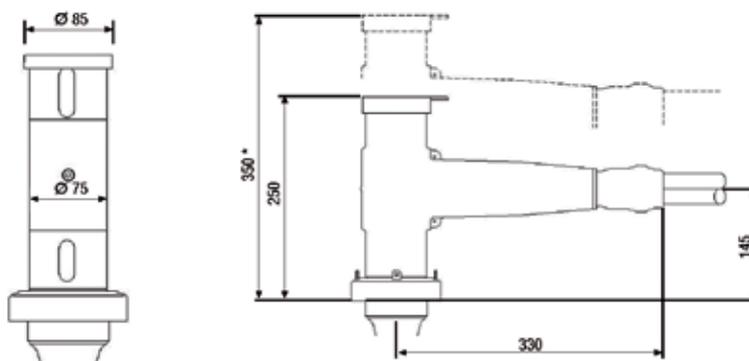
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

#### INSTALACIÓN

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.

(\*) Dimensión mínima necesaria para la desconexión



#### EJEMPLO DE PEDIDO

Cable Polimérico Unipolar 12/20 KV de 50 mm<sup>2</sup> en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre:

**MSCT-630 A-35-95/24-T3**

### ELASCON MSCEA-630A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### APLICACIONES

- Para la conexión de cables polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...) de MT a transformadores, unidades de conmutación, motores, etc.
- Instalación en interiores y exteriores. El conector está completamente protegido de la humedad y conectado a tierra.
- Máxima intensidad en régimen permanente: 630 A.
- Máxima intensidad en régimen de sobrecarga: 900 A, (8 horas por período de 24 horas).
- Manipular sin tensión.



INTERFASE  
C

#### CABLES

- Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
- Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible
- Pantalla semiconductor extraída o encintada.
- Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1).
- Tensión de aislamiento hasta 36 KV (Um).
- Secciones del conductor: de 35 mm<sup>2</sup> a 400 mm<sup>2</sup>.

#### NORMATIVAS

- Cumple con los requisitos de la VDE 0278 - NF C 33-051 - NF C 33-001 - CENELEC HD 629.1 S2 - IEC 60502-4.
- Interfaces: CENELEC EN 50180 - EN 50181
- Contacto metálico: IEC 61238-1 A, HN 68-S-91.

#### CALIDAD ASEGURADA

- La empresa ha sido evaluada por terceros, asegurando su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001-EN 29001, versión 2000.

#### PACKING

- Se suministra como un kit de 3 conectores unipolares, conteniendo todos los componentes necesarios.
- Peso y volumen de envío (aprox.) del kit: 6 kg / 0,013 m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

- Sólo tres referencias de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 35 mm<sup>2</sup> a 240 mm<sup>2</sup> tanto en cobre como en aluminio.
- No necesita herramientas especiales, calentar, encintar, o rellenar.
- Posición Vertical, inclinada o invertida.
- Sin distancia mínima entre fases.
- Puesta en marcha inmediatamente después de conectar el conector al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

#### OTROS PRODUCTOS

- Productos asociados, tales como pasatapas FMBOm-400 y accesorios.

### ELASCON MSCEA-630A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### DESCRIPCIÓN

##### 1. Contacto metálico Al / Cu de 35 / 400 mm<sup>2</sup>.

Sólo dos contactos cubren las secciones entre 35 y 240 mm<sup>2</sup>, tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

##### 2. Tornillo de fijación.

Compuesto de acero con plata chapada, roscado en ambos extremos para la fijación de los elementos. Una presión uniforme mantiene el contacto.

##### 3. Semiconductora interior.

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

##### 4. Semiconductora externa (espesor de 3 mm).

Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra.

##### 5. Cuerpo aislante.

Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

##### 6. Punto de prueba.

Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

##### 7. Aislante

Realizado con Epoxy y una rosca para la sujeción del tornillo.

##### 8. Tapón.

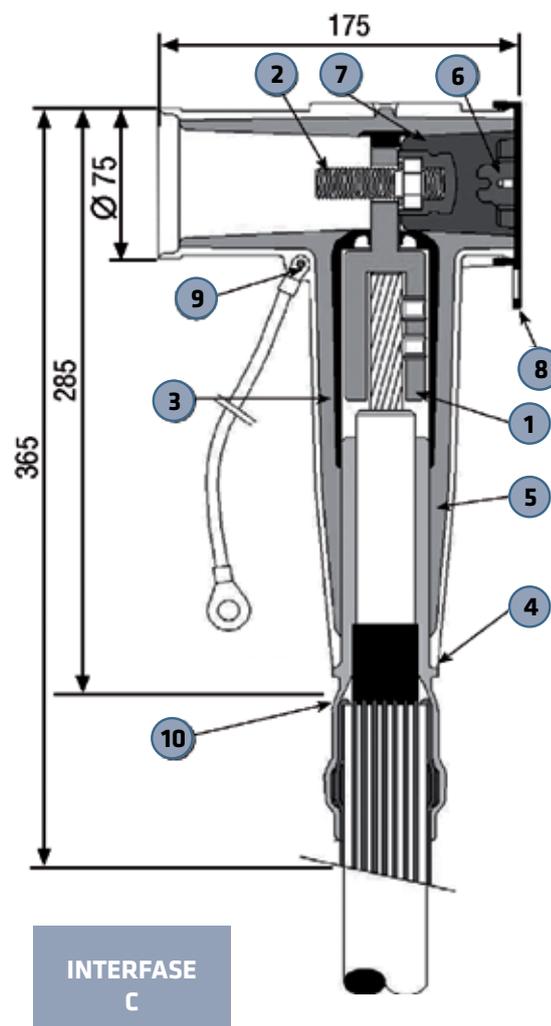
Premoldeado de semiconductora EPDM. Protege el divisor capacitivo durante su uso normal.

##### 9. Ojal de Puesta a tierra.

Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla del cable.

##### 9. Reductor de alta permitividad.

Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.



### ELASCON MSCEA-630A CONECTOR SEPARABLE ACODADO

#### GUÍAS DE SELECCIÓN

1. Selecciona en la tabla siguiente el modelo correspondiente al diámetro sobre aislamiento del cable y a la tensión (Um) en KV.

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	25 - 95	MSCEA-400A-25-95/24-T3-P1
	rC	20	30,8	120	MSCEA-400A-120/24-T3-P1
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCEA-400A-150-240/24-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCEA-400A-300-400/24-T3-P1
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCEA-400A-25-95/36-T3-P1
	rD	22,7	33,1	120	MSCEA-400A-120/36-T3-P1
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCEA-400A-150-240/36-T3-P1
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCEA-400A-300-400/36-T3-P1

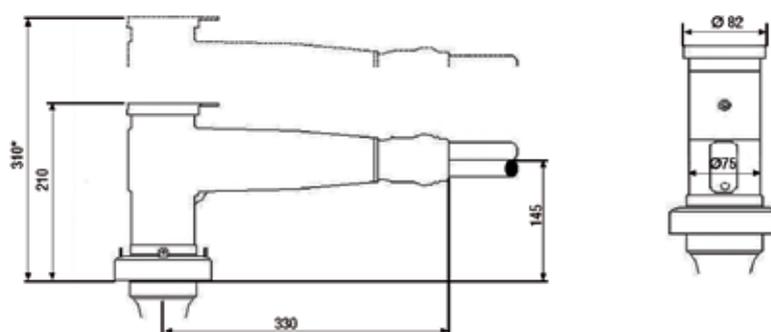
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

#### INSTALACIÓN

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.

(\* Dimension mínima necesaria para la desconexión)



#### EJEMPLO DE PEDIDO

Cable Polimérico Unipolar 12/20 KV de 50 mm<sup>2</sup> en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre:

**MSCEA-630A-35-95/24-T3**

### FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 CONECTOR SEPARABLE EN T

#### TERMINAL ENCHUFABLE EN T 1250 A, (hasta 12/20 kV o 18/30 kV)

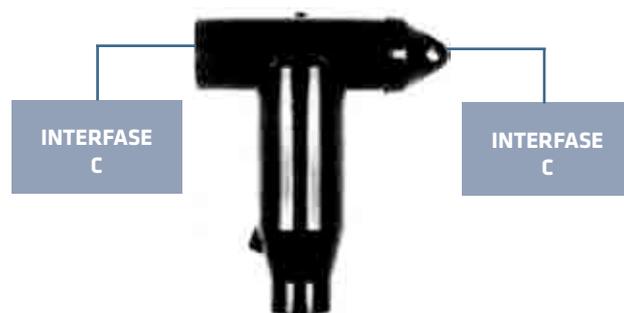
Tipos:

- FMCTXs-XX/24 AC hasta 12/20 kV.
- FMCTXs-XX/36 AC hasta 18/30 kV.

**NOTA:** Los campos XX corresponden a la sección del cable.

Ref. norma: HD 628; HD 629.

Aplicable a interfases tipo C según EN-50181.



#### CARACTERÍSTICAS

- No precisa de herramientas especiales, encintados ni rellenos.
- Se puede instalar en cualquier posición.
- No es necesario conservar las distancias mínimas entre fases.
- Se puede dar tensión inmediatamente después de su conexionado.
- Conectable a Pasatapas tipo C (1250 A) según EN-50181.
- Para conexión a transformadores, celdas compactas, motores interruptores, ect. Diversas posibilidades de conexionado.
- Utilizables en instalaciones de interior e intemperie.
- El conector está completamente apantallado por una envolvente semiconductora.
- Apto para 1250 A. En sobrecarga 1800 A (8 horas cada 24 horas) (interfase C).
- Maniobrables sin tensión.
- Para cables de aislamiento seco unipolares (PE, XLPE, EPR, etc.) y de papel impregnado, con conductores de aluminio y cobre.
- Pantallas de cable: semiconductora extrusionada o encintada y metálica de hilos o cintas.
- Secciones del conductor 50 a 630 mm<sup>2</sup> Cu o Al.

#### DESCRIPCIÓN

##### 1- CONTACTO ROSCADO:

Vástago de cobre, roscado en ambos extremos para sujeción de los contactos. Mantiene una presión uniforme con el pasatapas y el contacto engastado al conductor.

##### 2- TAPÓN AISLANTE:

Componente epoxy que dispone de un inserto metálico hembra que conecta al contacto roscado.

##### 3- DIVISOR CAPACITIVO:

Elemento metálico de cabeza hexagonal, ubicado en el tapón aislante. Permite comprobar la ausencia de tensión.

##### 4- CAPUCHÓN:

Parte premoldeada semiconductora (EPDM) que pone a tierra el divisor capacitivo durante el servicio.

##### 5- OJAL DE TOMA-TIERRA:

Permite conectar la semiconductora externa del conector a la pantalla del cable.

##### 6- CONTACTO DEL CONDUCTOR:

Terminal metálico de dimensiones adecuadas para la sección del conductor que permite su conexión al equipo.

##### 7- CAPA SEMICONDUCTORA INTERNA:

Protección semiconductora EPDM que actúa como jaula de Faraday evitando la ionización del aire ocluido en su interior.

##### 8- CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA:

Capa semiconductora premoldeada (EPDM) diseñada para dar continuidad a la pantalla del cable. Su conexión a la misma asegura que el conjunto se mantiene al potencial de tierra.

##### 9- CUERPO AISLANTE:

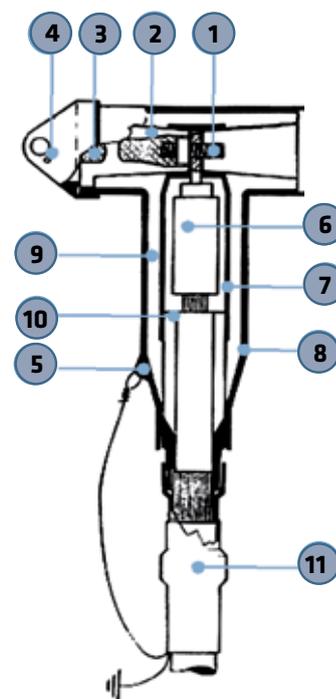
Premoldeado aislante (EPDM) para la reconstitución integral del aislamiento. Mantiene una presión de contacto uniforme entre el reductor y el aislamiento del cable.

##### 10- REDUCTOR:

Premoldeado (EPDM) que permite la total adaptación del accesorio a las diferentes secciones y tensiones de los cables.

##### 11- PROTECTOR DE LA TOMA DE TIERRA:

Componente (EPDM) que asegura la estanquidad y protege la toma de tierra.



## FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 CONECTOR SEPARABLE EN T

### GUÍAS DE SELECCIÓN

Válido para cables RHZ1 y HEPRZ1.

Diámetro sobre aislamiento (mm)		Tamaño del reductor
Mínimo	Máximo	
23,3	28,5	A
27,8	32,6	B
30,6	35,8	C
33,8	38,8	D
36,8	41,8	E
39,8	45,8	F
19,7	24,3	Z

EJEMPLO DE PEDIDO: Cable 20 kV, 1 x 95 mm<sup>2</sup>, diámetro sobre aislamiento 23,2 mm, conductor aluminio. Contacto roscado. FMCTXs-95/24 Al.

### TABLA DE APLICACIÓN (Orientativa)

Válido para cables RHZ1. Para cables HEPRZ1 consultar a Prysmian.

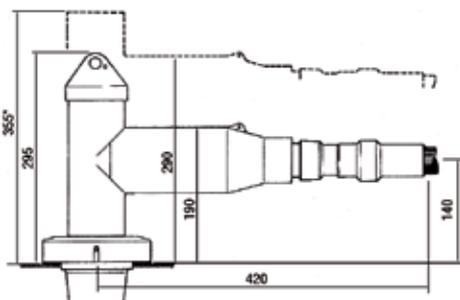
Sección mm <sup>2</sup>	Tensión			
	8,7/15 kV	12/20 kV	815/25 kV	18/30 kV
50	-	FMCTXs-50/24	FMCTXs-50/30	FMCTXs-50/36
70	FMCTXs-70/17,5	FMCTXs-70/24	FMCTXs-70/30	FMCTXs-70/36
95	FMCTXs-95/17,5	FMCTXs-95/24	FMCTXs-95/30	FMCTXs-95/36
120	FMCTXs-120/17,5	FMCTXs-120/24	FMCTXs-120/30	FMCTXs-120/36
150	FMCTXs-150/17,5	FMCTXs-150/24	FMCTXs-150/30	FMCTXs-150/36
185	FMCTXs-185/17,5	FMCTXs-185/24	FMCTXs-185/30	FMCTXs-185/36
240	FMCTXs-240/17,5	FMCTXs-240/24	FMCTXs-240/30	FMCTXs-240/36
300	FMCTXs-300/17,5	FMCTXs-300/24	FMCTXs-300/30	FMCTXs-300/36
400	FMCTXs-400/17,5	FMCTXs-400/24	FMCTXs-400/30	FMCTXs-400/36
500	FMCTXs-500/17,5	FMCTXs-500/24	FMCTXs-500/30	FMCTXs-500/36
630	FMCTXs-630/17,5	FMCTXs-630/24	FMCTXs-630/30	FMCTXs-630/36

#### NOTAS:

1. Para instalación en cable HEPR, especificar la denominación HEPR al final IMP. Ejemplo: FMCTXs-500/36 AL HEPR.
2. Especificar tipo de conductor de Al o Cu. Ejemplo: FMCTXs-500/36 Al.

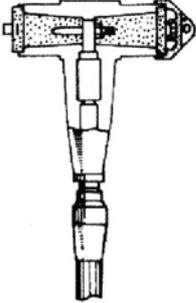
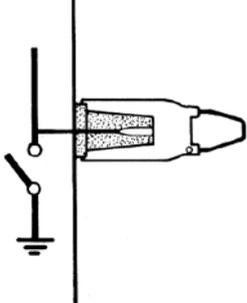
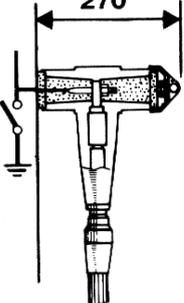
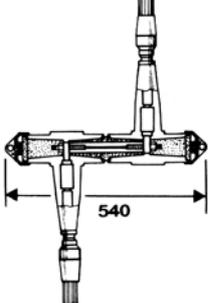
### INSTALACIÓN

Dimensiones totales en mm. (montando en pasatapas).(\*)

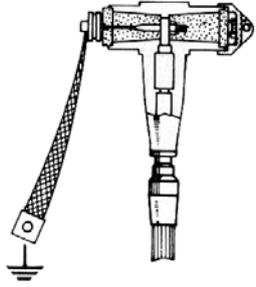
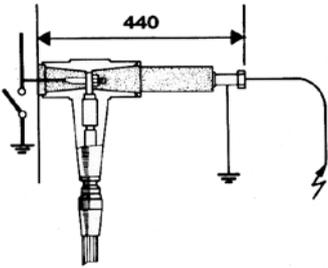
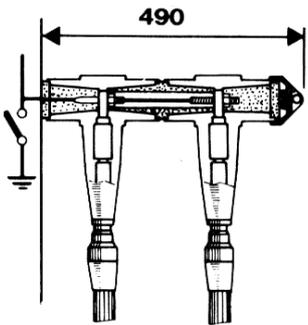
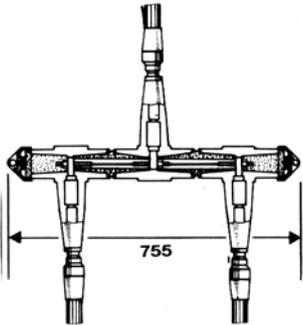


\*Dimensión mínima necesaria para desconectar

### FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 CONECTOR SEPARABLE EN T

FMCTXs	
	<p>Terminal</p>
TAPÓN AISLANTE	
	<p>Protección del pasatapas.</p>
FMCTXs	
	<p>Conexión a pasatapas.</p>
Dos FMCTXs y 1 FMPCs - 400	
	<p>Empalme desmontable.</p>

### FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 CONECTOR SEPARABLE EN T

<p><b>FMCTXs</b></p> 	<p>Toma de tierra.</p>
<p><b>FMCTXs y comprobador de tensión</b></p> 	<p>Comprobador de tensión.</p>
<p><b>Dos FMCTXs y 1 FMPCs - 400</b></p> 	<p>Unión de 2 terminales enchufables en paralelo.</p>
<p><b>Tres FMCTXs y dos FMPCs - 400</b></p> 	<p>Derivación desmontable.</p>

### FORMFIT TPEI-250A AISLADOR ENCHUFABLE

#### DESCRIPCIÓN

##### AISLADOR ENCHUFABLE 250 A, (hasta 12/20 kV)

Ref. norma: HD-628 ; HD-629.

Nivel máximo de tensión: 15/25 kV.

Adaptable en interfases tipo A según EN-50181



INTERFASE  
A

#### COMPONENTES

##### 1- AISLADOR (Monobloc):

Fabricado en goma de silicona anti-tracking.

##### 2- CUERPO AISLANTE:

Fabricado con aislante EPDM, mantiene una presión de contacto uniforme en la interfase realizando una excelente barrera contra la humedad.

##### 3- PANTALLA SEMICONDUCTORA INTERNA:

Protección semiconductor EPDM que actúa como jaula de Faraday evitando la ionización del aire en su interior.

##### 4- PANTALLA SEMICONDUCTORA EXTERNA:

Protección semiconductor EPDM que actúa como deflector de campo.

##### 5- OJAL:

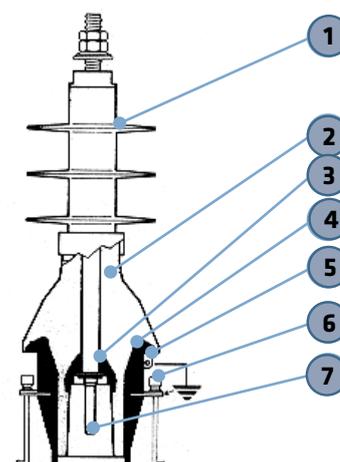
Para puesta a tierra.

##### 6- DISPOSITIVO DE FIJACIÓN:

Dispositivo de acero inoxidable que fija el aislador.

##### 7- VARILLA DE CONTACTO:

Varilla de cobre acabado en punta para la conexión al equipo correspondiente.



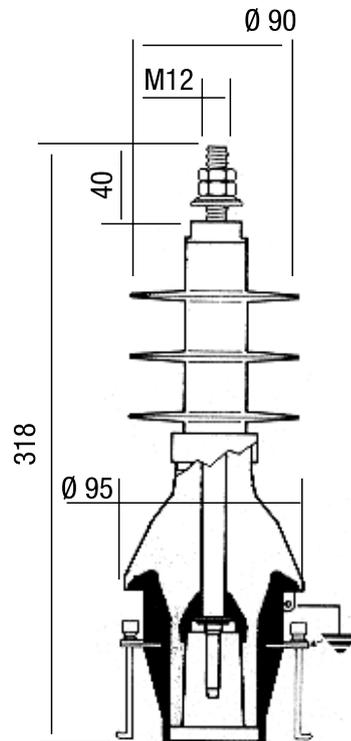
#### CARACTERÍSTICAS

PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO.

- Utilización en instalaciones de interior.
- Para alimentación de transformadores equipados con pasatapas enchufables y conexión directa a conductores no aislados (hilos, barras).
- Para realizar ensayos dieléctricos del transformador (no ensayos de serie).
- Intensidad nominal 250 A.
- Intensidad admisible en sobrecarga: 300 A (8 horas por periodo de 24 horas).
- Sólo maniobrable sin tensión.

## FORMFIT TPEI-250A AISLADOR ENCHUFABLE

### COTAS



### FORMFIT PF1-C, PF1-L PASATAPAS

#### DESCRIPCIÓN

##### PASATAPAS 250A, (hasta 15/25 kV) Interfase Tipo A según EN-50181

Tipos:

- PF1-C Corto.
- PF1-L Largo.

Ref. norma: HD-628; HD-629; EN50181.

Nivel máximo de tensión: 15/25 kV.



#### COMPONENTES

##### 1- CAPUCHÓN:

Protege mecánicamente y evita la humedad en la superficie de acoplamiento (2) durante el transporte y el almacenaje. No puede ser usado como protección eléctrica.

##### 2- SUPERFICIE DE ACOPLAMIENTO:

Interfase que conecta al terminal enchufable, sellándolo con presión, para protección contra la humedad.

##### 3- PATILLAS DE ENGANCHE:

Patillas que permiten el enganche de los herrajes de fijación del conector.

##### 4- CONTACTO ELÁSTICO:

Contacto enchufable roscado o liso que permite la conexión del producto adjunto

##### 5- PLACA DE PUESTA A TIERRA:

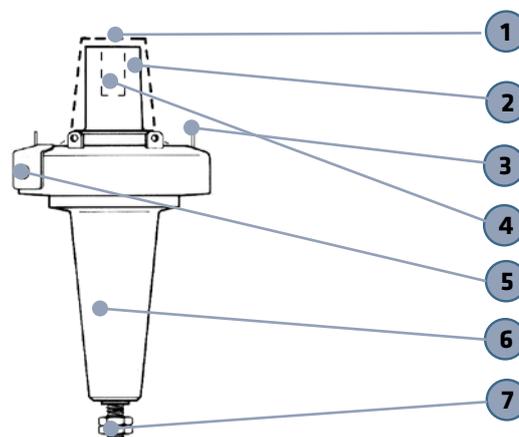
Electrodo conectado por el plato de acero o el cobre electrolítico unido a la instalación de tierra.

##### 6- CUERPO MOLDEADO EN RESINA EPOXY:

Preparado para la inmersión en el aceite del transformador. (Si el dieléctrico es aire, el pasatapas posee unas aletas en resina epoxy).

##### 7- CONEXIÓN:

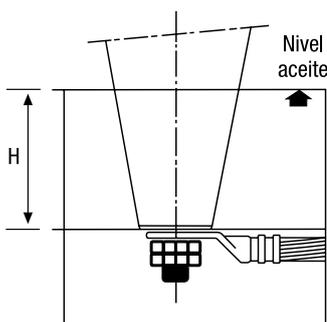
Varilla de cobre con la superficie exterior roscada para permitir la conexión al equipo correspondiente.



#### CARACTERÍSTICAS

PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO EN TRANSFORMADORES CON ACEITE O AIRE COMO AISLANTE

- Para instalaciones de interior y de exterior.
- Intercambiable con pasatapas de porcelana de 250A.
- Intensidad nominal 250A.
- Intensidad admisible en sobrecarga: 300A (8 horas por periodo de 24 horas).
- Sólo maniobrable sin tensión.

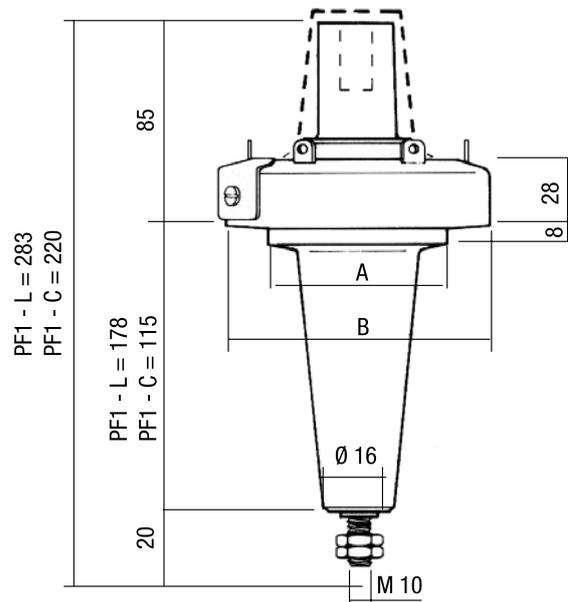


##### Distancias mínimas de inmersión en aceite

Tensión	H mm
12 kV	40
24 kV	50

## FORMFIT PF1-C, PF1-L PASATAPAS

### COTAS



**PF1C 250**  
**PF1L 250**

	Tensión	H mm
A	Ø 72	Ø 75
B	Ø 709	Ø 110

### FORMFIT PF2-400, PF3-400, PF2-400-R, PF3-400-R PASATAPAS

#### DESCRIPCIÓN

##### PASATAPAS 400 A, (hasta 15/25 kV o 18/30 kV) Interfase Tipo A según EN-50181

- PF2-400 hasta 24 kV (contacto liso) → Interfase tipo B.
- PF3-400 hasta 36 kV (contacto liso) → Interfase tipo B.
- PF2-400-R hasta 24 kV (contacto roscado) → Interfase tipo C.
- PF3-400-R hasta 36 kV (contacto roscado) → Interfase tipo C.

Ref. norma: HD 628; HD 629.

Correspondencia con las normas: IEC 60502-4; IEC 60055.



#### COMPONENTES

##### 1- CAPUCHÓN:

Protege mecánicamente y evita la humedad en la superficie de acoplamiento (2) durante el transporte y el almacenaje. No puede ser usado como protección eléctrica.

##### 2- SUPERFICIE DE ACOPLAMIENTO:

Interfase que conecta al terminal enchufable, sellándolo con presión, para protección contra la humedad.

##### 3- CONTACTO ENCHUFABLE:

Contacto enchufable liso o roscado que permite la conexión del conector.

##### 4- PATILLAS DE ENGANCHE:

Patillas que permiten el enganche de los herrajes de fijación del conector.

##### 5- PLACA DE PUESTA A TIERRA:

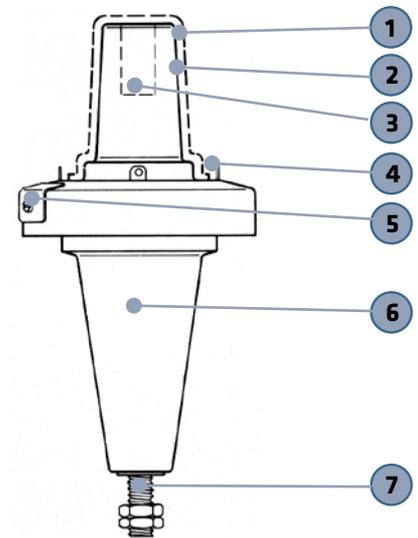
Electrodo conectado por el plato de acero o el cobre electrolítico unido a la instalación de tierra.

##### 6- CUERPO MOLDEADO EN RESINA EPOXY:

Preparado para la inmersión en el aceite del transformador. (Si el dieléctrico es aire, el pasatapas posee unas aletas en resina epoxy).

##### 7- CONEXIÓN:

Varilla de cobre con la superficie exterior roscada para permitir la conexión al equipo correspondiente.

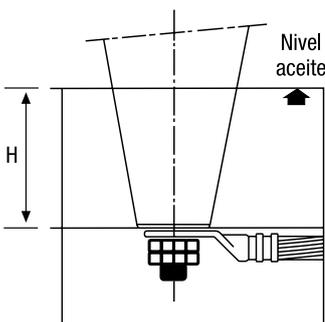


**PF2 - 400**  
**PF3 - 400**

#### CARACTERÍSTICAS

PARA CABLES DE AISLAMIENTO SECO Y PAPEL IMPREGNADO. SÓLO EN TRANSFORMADORES CON ACEITE COMO AISLANTE.

- Para instalación de interior y de exterior.
- Intercambiable con pasatapas de porcelana de 1000 A.
- Intensidad nominal 400 A.
- Intensidad admisible en sobrecarga: 600 A (8 horas por periodo de 24 horas).
- Tensión de aislamiento de hasta 36 kV (U<sub>max</sub>).
- Solo maniobrable sin tensión.

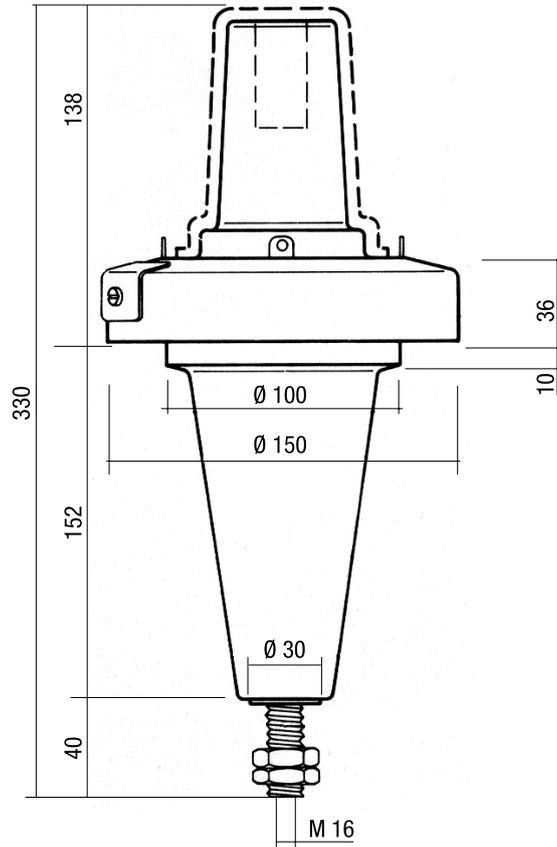


##### Distancias mínimas de inmersión en aceite

Tensión (kV)	H mm
6/10	40
12/20	50
18/30	70

## FORMFIT PF2-400, PF3-400, PF2-400-R, PF3-400-R PASATAPAS

### COTAS



**PF2 - 400**  
**PF3 - 400**

### FORMFIT 250A ACCESORIOS

#### ACCESORIOS PARA TERMINALES ENCHUFABLES Y PASATAPAS 250 A

FMPCd-250	
	Derivación en T, hembra para dos terminales enchufables y pasatapas.
FMPCs-250	
	Pieza para dos terminales enchufables.
FMPE-250	
	Tapón con conexión tierra.
FMR-250	
	Tapón aislante hembra (Para aislamiento pasatapas).

### ACCESORIOS PARA TERMINALES ENCHUFABLES Y PASATAPAS 250 A

FMPCt-250	
	Derivación en T, macho para tres terminales enchufables
FMPD-250	
	Tapón aislante macho.
FMPS-250	
	Tapón aislante macho con soporte.

### GAMA ACCESORIOS PARA TERMINALES ENCHUFABLES Y PASATAPAS 400 A FORMFIT

FMPE-400	
	Tapón de conexión a tierra.
FMPCs-400	
	Pieza empalme terminales enchufables.
FMR-400	
	Tapón aislante hembra para aislamiento pasatapas.

### INNEX CONECTOR SEPARABLE

#### DESCRIPCIÓN



Resistencia a los  
agentes químicos



Resistencia a los  
rayos ultravioleta



Resistencia a la  
absorción  
del agua



De acuerdo con: Pasatapas Norma DIN 47637. Ensayos tipo de acuerdo con HD 629.1

- Resistente a rayos ultra violeta
- Resistencia a la absorción del agua
- Resistencia a los agentes químicos
- No inflamable, auto extinguido y resistente a los golpes
- Temperatura de servicio: -50 °C a +180 °C Con junta de neopreno
- Elevada elasticidad
- Vida ilimitada de almacenamiento
- Materiales respetuosos con el medio ambiente

#### CARACTERÍSTICAS

##### TIPO 0

Tensión máxima de servicio	Um (kV)	24
Intensidad Nominal	In (A)	250
Tensión soportada a frecuencia industrial	1 min. (kV)	50
Tensión soportada onda de choque	(BIL) (kV)	125
Descargas Parciales	2 x Uo (pC)	5
Ensayo de Tensión DC	15 min. 6 x Uo (kV)	72
Impulsos	(kA)	4

Normas: CEI EN 61442, CEI 20-61, HD 629.1, CEI 20-62/1.

##### TIPO 1

Tensión máxima de servicio	Um (kV)	36
Intensidad Nominal	In (A)	630
Tensión soportada a frecuencia industrial	1 min. (kV)	70
Tensión soportada onda de choque	(BIL) (kV)	170
Descargas Parciales	2 x Uo (pC)	5
Ensayo de Tensión DC	15 min. 6 x Uo (kV)	108
Impulsos	(kA)	125

Normas: CEI EN 61442, CEI 20-61, HD 629.1, CEI 20-62/1.

##### TIPO 3

Tensión máxima de servicio	Um (kV)	36
Intensidad Nominal	In (A)	1.250
Tensión soportada a frecuencia industrial	1 min. (kV)	95
Tensión soportada onda de choque	(BIL) (kV)	200
Descargas Parciales	2 x Uo (pC)	5
Ensayo de Tensión DC	15 min. 6 x Uo (kV)	125
Impulsos	(kA)	150

Normas: CEI EN 61442, CEI 20-61, HD 629.1, CEI 20-62/1.

## INNEX CONECTOR SEPARABLE

### CARACTERÍSTICAS

#### TIPO 3Y

Tensión máxima de servicio	Um (kV)	52
Intensidad Nominal	In (A)	1.250
Tensión soportada a frecuencia industrial	1 min. (kV)	117
Tensión soportada onda de choque	(BIL) (kV)	250
Descargas Parciales	2 x U <sub>o</sub> (pC)	5
Ensayo de Tensión DC	15 min. 6 x U <sub>o</sub> (kV)	156
Impulsos	(kA)	150

### TABLAS DE REDUCTORES

Ejemplo de pedido: INNEX IC1250Y sección (H ó C ó P) tipo conector (CD ó SD)

**H** = Pantalla de hilos **C** = Pantalla de cintas **P** = Polylam (RH5Z1)

**CD** = Con Indicador de Tensión **SD** = Sin Indicador de Tensión

**EJEMPLO = INNEX IC1250Y-300-H-G-CD**

#### TIPO 0 INNEX IC250

Tipo reductor	Ø sobre aislamiento		
	Ø MIN	Ø MAX	Cod
A	2,3	15,5	0/02
B	14,3	17,5	0/03
C	16,3	19,5	0/04
D	17,8	21,0	0/05
E	18,8	22,0	0/06
F	20,3	23,5	0/07

#### TIPO 3 INNEX IC250

Tipo reductor	Ø sobre aislamiento		
	Ø MIN	Ø MAX	Cod
A	19,0	20,0	3/15
	23,1	26,3	3/12
B	25,2	28,4	3/09
C	28,2	31,4	3/08
D	31,3	34,5	3/01
E	33,7	36,9	3/02
F	34,7	37,9	3/03
G	35,8	39,0	3/04
H	38,4	41,6	3/05
I	38,8	42,0	3/11
J	39,8	43,0	3/06
K	41,9	45,1	3/14
L	44,0	47,2	3/07
M	46,4	49,6	3/13
N	47,8	51,0	3/10

#### TIPO 1 INNEX IC630

Tipo reductor	Ø sobre aislamiento		
	Ø MIN	Ø MAX	Cod
A	14,8	18,0	1/03
B	16,3	19,5	1/04
C	17,3	20,5	1/05
D	18,3	21,5	1/06
E	20,3	23,5	1/08
F	22	25,2	1/09
G	23,3	26,5	1/10
H	24,8	28,0	1/11
I	26,8	30,0	1/12
J	28,8	32,0	1/13
K	31,8	35,0	1/14

#### TIPO 3 Y INNEX IC 1250Y

Tipo reductor	Ø sobre aislamiento		
	Ø MIN	Ø MAX	Cod
A	23,1	26,3	3/12
B	25,2	28,4	3/09
C	28,2	31,4	3/08
D	31,3	34,5	3/01
E	33,7	36,9	3/02
F	34,7	37,9	3/03
G	35,8	39,0	3/04
H	38,4	41,6	3/05
I	38,8	42,0	3/11
J	39,8	43,0	3/06
K	41,9	45,1	3/14
L	44,0	47,2	3/07
M	46,4	49,6	3/13
N	47,8	51,0	3/10

### TUBO TERMOSPEED PTPPE (PARA EMBARRADO)

---

#### DESCRIPCIÓN

---



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-3-24



Libre  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Reconocido  
por UL



- Reduce requisitos de distancias entre barras.
- Protege contra llamarada accidentales.
- Tubo anti-track.
- Probado con normas ANSI C37.20.2 para aplicaciones de conmutadores de media tensión (hasta 36 kV).
- Temperatura de servicio: -40 °C a 125 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción 3:1

#### DESCRIPCIÓN

---

##### AISLAMIENTO

**Material:** Tubo de poliolefina reticulada de pared media.

**Color:** Rojo.

#### APLICACIONES

---

Tubo termorretráctil anti-track de pared media para embarrado, especialmente diseñado para el aislamiento de barras eléctricas de hasta media tensión (tensiones de servicio hasta 36 kV en embarrados eléctricos).

### TUBO TERMOSPEED PTPPE (PARA EMBARRADO)

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

##### DIMENSIONES

Expandido	Contraído		Rangos aplicaciones			
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm	Barras rectangulares		Barras redondas	
			(Mín.) mm	(Máx.) mm	(Mín.) mm	(Máx.) mm
19,0	5,5	2,70	6,4	6,4	6,8	15,2
33,0	10,1	3,00	12,7	28,5	12,4	27,9
52,0	19,0	2,80	31,5	50,8	22,3	43,1
69,8	25,4	2,90	44,4	76,2	29,7	58,4
88,9	29,9	3,10	57,1	101,6	35,8	73,6
119,3	39,9	3,20	73	142,8	47,7	101,6

Las barras rectangulares tienen un grosor de 1/4 a 5/8 de pulgadas.

Los rangos de aplicaciones mencionados han sido seleccionados para obtener el grosor de aislamiento mínimo requerido para cumplir los requisitos de resistencia ANSI C37.20.2 en el espaciado de las barras que se indican a continuación. Estos espacios han sido determinados a partir de un número limitado de configuraciones prueba. Debido a la amplia variedad de configuraciones de barras, estos espacios no deben emplearse sin que sean medidos de forma real por el usuario.

##### MÁRGENES CON AISLAMIENTO

Tensión del sistema	BIL KV	PTPE Tubo de pared media	
		p a p (mm)	p a g (mm)
15 kV	95	86,0	106,0
25 kV	125	114,0	152,0
36 kV	150	165,0	203,0

p a p: Orientación de fase a fase.

p a g: Orientación de fase a tierra.

Espacio basado en las dimensiones de metal a metal antes del aislamiento.

Espacio basado en grosor de pared por rango de aplicaciones de la tabla anterior.

### TUBO TERMOSPEED PTPPE (PARA EMBARRADO)

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	8,3 MPa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	200%
Envejecimiento térmico (7 días a 175 °C)		
- Resistencia a tracción	ASTM-D 2671	10 MPa
- Alargamiento	ASTM-D 2671	200%
Choque térmico (4h a 225 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
Flexibilidad de baja temperatura (4h a -25 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta
Combustibilidad	ANSI C37.20, ASTM-D-2671	Aprobado
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a perforación	ASTM-D 149	20 Kv/mm
Resistividad de superficie	ASTM-D 257	510e9 W
Resistividad por volumen	ASTM-D 257	1,9e16 W cm
Constante dieléctrica	ASTM-D 150	3,4
Resistencia seguimiento (2500 V, 300min.)	ANSI C37,20, ASTM-D 2303	sin seguimiento
Alteración atmosférica	ASTM-G 53	sin seguimiento tras 6000 horas
<b>QUÍMICOS</b>		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671	No corrosivo
Resistencia a fluidos	MIL-DTL-23053/15	Buena a excelente
Absorción de agua	ASTM-D570	0,25%

## ABRAZADERAS PLÁSTICAS

### DESCRIPCIÓN

#### ABRAZADERAS PLÁSTICAS PARA CUALQUIER TIPO DE CABLE Y TENSIÓN



Libre  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia  
al frío



Resistencia a los  
agentes químicos



Resistencia a los  
rayos ultravioleta



### TIPOS

#### Abrazadera cable ST

Aplicación en cables tanto unipolares como tetrapolares. Está compuesta por dos partes amovibles, donde la parte inferior se fija sobre la estructura y la parte superior ejerce la presión sobre los cables.

#### Abrazadera cables TR

Sujeción de tres cables en tresbolillo. Está compuesta por dos partes amovibles, donde la parte inferior se fija sobre la estructura y la parte superior ejerce la presión sobre los cables.

#### Abrazadera en bloque UN

Sujeción de tres o cuatro cables en posición horizontal separadamente y sin cruzamientos.

#### De acuerdo con:

- ISO 9002
- Norma NEN-EN 60204 - 1
- Resistencia a los rayos UV
- Instalación tanto en interior como en exterior
- Amplio rango de aplicación: 18 - 130 mm
- Libre de halógenos
- Resistente a productos químicos y a cambios de temperatura
- Resistente al fuego. VDE 0304, parte 3, clase IIA
- Temperatura de servicio: -40 °C a +135 °C

### APLICACIÓN

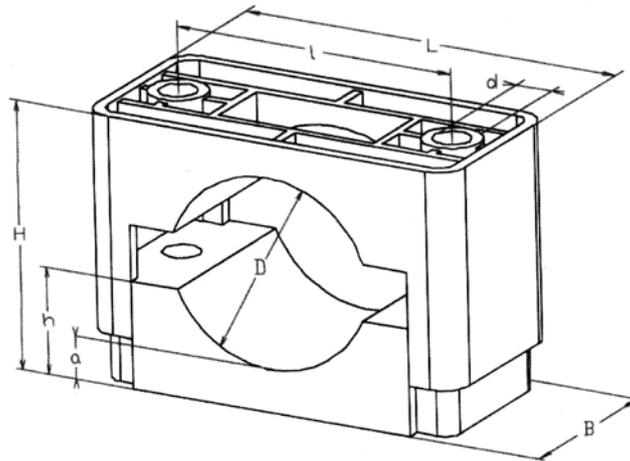
Valido para todo tipo de cables y tensiones. Para cables de AT se recomienda la utilización de una almohadilla libre de halógenos.

Descripción	Rango mm	Métrica
Abrazadera cable unipolar ST 18-26	18-26	M10
Abrazadera cable unipolar ST 26-38	26-38	M12
Abrazadera cable unipolar ST 36-52	36-52	M12
Abrazadera cable unipolar ST 18-26	50-75	M12
Abrazadera cable unipolar ST 75-100	75-100	M14
Abrazadera cable unipolar ST 100-130	100-130	M14
Abrazadera cable tripolar TR 25-40	25-40	M10
Abrazadera cable tripolar TR 38-53	38-53	M14
Abrazadera cable tripolar TR 53-66	53-66	M14
Abrazadera cable tripolar TR 67-82	67-82	M16
Abrazadera cable tripolar TR 82-98	82-98	M16
Abrazadera cable tripolar TR 99-120	99-120	M16
Abrazadera cable tripolar TR 121-145	121-145	M16
Abrazadera en bloque UN 4 x 13-32	13-32	M10
Abrazadera en bloque UN 4 x 30-47	30-47	M12
Abrazadera en bloque UN 3 x 13-32	13-32	M10

## ABRAZADERAS PLÁSTICAS

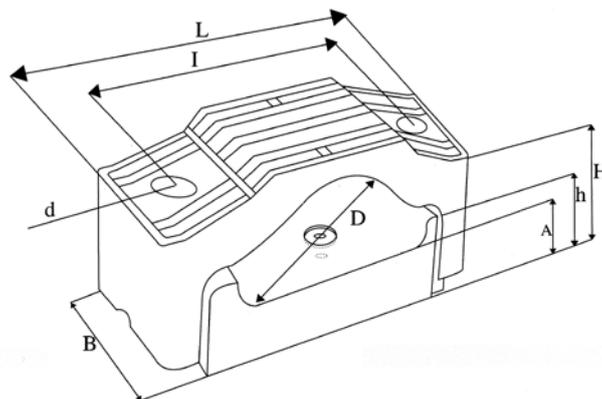
### COTAS

#### ABRAZADERA CABLE UNIPOLAR ST (RESISTENCIA MECÁNICA: 20 kN A 40 kN)



ST	D	L	B	l	d	H	h	a	Peso/Grs
18 - 26	18-26	77	45	49	10	36-44	13	6	90
26 - 38	26-38	92	60	60	12	48-60	21	10	170
36 - 52	36-52	108	60	75	12	58-74	26	11	225
50 - 75	50-75	128	60	95	12	76-101	35	14	310
75 - 100	75-100	169	80	127	14	110-135	51	19	815
100 - 130	100-130	200	80	158	14	141-170	65	20	1.000

#### ABRAZADERA CABLE TRIPOLAR TR (RESISTENCIA MECÁNICA: 28 kN A 60 kN)

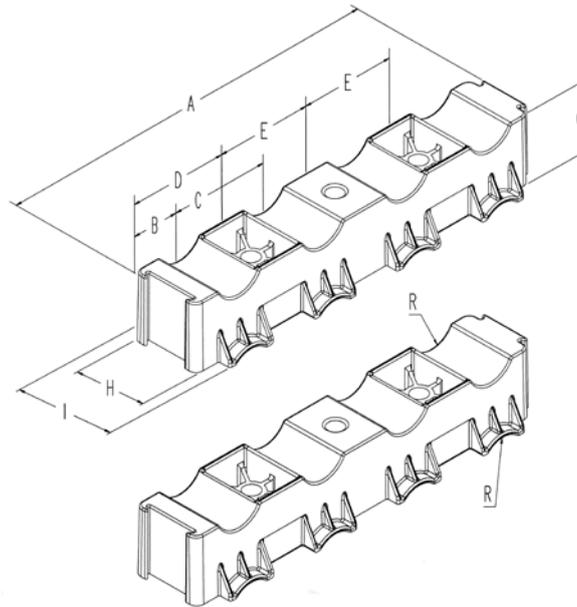


TR	D	L	B	l	d	H	h	a	Z	Peso/Grs
25 - 40	25-40	172	80	125	14,5	80-108	46	30	16	800
38 - 53	38-53	190	80	145	14,5	85-115	54	30	25	865
53 - 66	53-66	205	80	169	14,5	137-168	61	30	32	1.300
67 - 82	67-82	252	100	202	16,5	140-175	70	33	44	1.985
82 - 98	82-98	284	100	234	16,5	168-205	78	33	52	2.515
99 - 120	99-120	342	115	288	19,0	155-203	88	33	55	3.065
121 - 145	121-145	392	115	338	19,0	180-238	100	33	67	3.607

## ABRAZADERAS PLÁSTICAS

### COTAS

#### ABRAZADERA EN BLOQUE UN (RESISTENCIA MECÁNICA: 15 kN A 25 kN)



UN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Peso/Grs
<b>3 x 13 - 32</b>	186-50	32,25	60,50	62,75	60,50	10,50	43,00	45,00	61,00	145
<b>4 x 13 - 32</b>	246.50	32,25	60,50	62,75	60,50	10,50	43,00	45,00	61,00	205
<b>4 x 30 - 47</b>	345.00	44,50	85,00	87,50	85,00	13,00	65,00	50,00	66,00	375

### DESCRIPCIÓN

#### FICHAS DE SUJECIÓN PARA CUALQUIER TIPO DE CABLE



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-3-24



Resistencia  
al frío



Resistencia a los  
rayos ultravioleta

- Cualquier tipo de instalación eléctrica
- Mangueras de fibra óptica
- Cables eléctricos aislados
- Instalaciones monotubo
- Instalaciones ferroviarias

#### De acuerdo con:

- Norma DIN/EN 206-1
- Resistencia a los rayos UV
- Instalación tanto en interior como en exterior
- Instalación sin herramientas
- Amplio rango de aplicación
- Libre de halógenos
- Temperatura de servicio: -25 °C a +65 °C
- Ensayos realizados en los laboratorios LGAI Technological Center S.A.



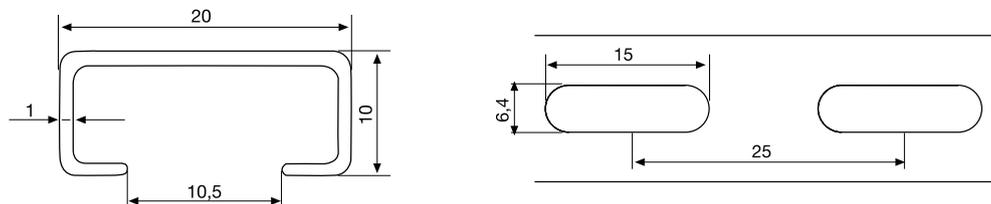
### APLICACIÓN

Tubo termorretráctil anti-track de pared media para embarrado, especialmente diseñado para el aislamiento de barras eléctricas de hasta media tensión (tensiones de servicio hasta 36 kV en embarrados eléctricos).

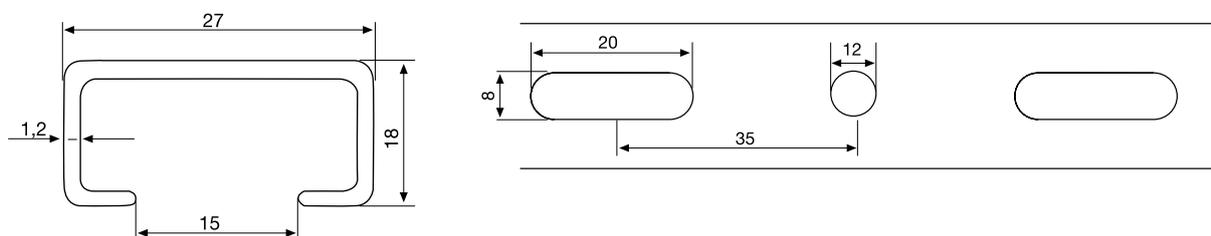
Descripción	Rango mm	Uso en guía
Ficha de Sujeción 8-36	8-36	20/10 - 27/18
Ficha de Sujeción P 14-48	14-48	27/18 - 28/30
Ficha de Sujeción G 14-48	14-48	35/18
Ficha de Sujeción P 24-72	24-72	27/18 - 28/30
Ficha de Sujeción G 24-72	24-72	35/18

### COTAS DE LA GUÍA

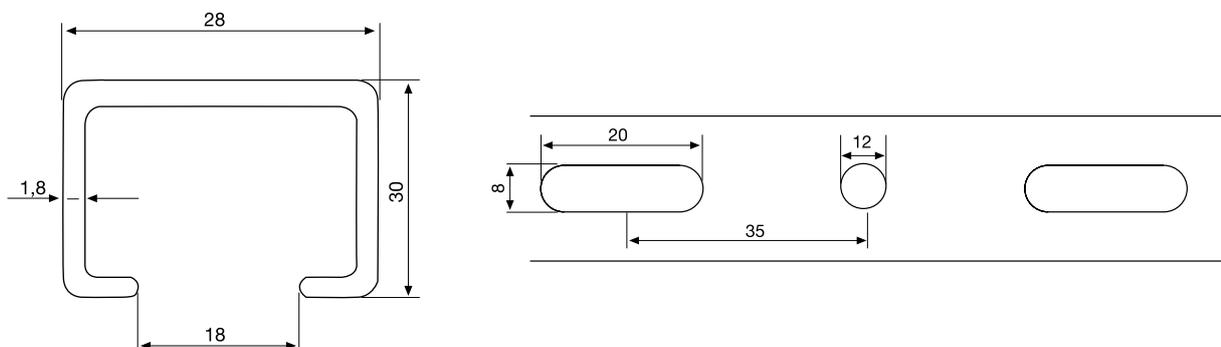
#### Modelo 20/10



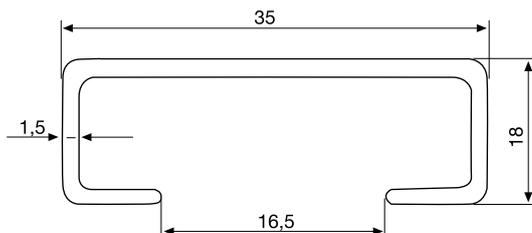
#### Modelo 27/18



#### Modelo 28/30



#### Modelo 35/18



**NOTA:** opcional galvanizado en caliente.

### CINTA P1000

#### DESCRIPCIÓN

**CINTA AISLANTE DE POLICLORURO DE VINILO PLASTIFICADO ADHESIVA DE COLORES**

#### CARACTERÍSTICAS

Excelentes características mecánicas.

- Resistente al aceite, sustancias químicas y agentes atmosféricos.



#### APLICACIÓN

Se emplea como aislamiento en empalmes y derivaciones en baja tensión (usos domésticos) y para realizaciones de fases.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características	Unidad	Valor
<b>FÍSICAS</b>		
Color	-	Negro, blanco, gris, verde, rojo, azul, marrón, amarillo y amarillo-verde
Condición	-	Adhesiva
Espesor	mm	0,15
Longitud	m	20
Ancho	mm	19
Adherencia	g/cm	150
Alargamiento	%	150
Temperatura trabajo	°C	-10 a 100
Carga rotura	kg/cm <sup>2</sup>	150
<b>QUÍMICAS</b>		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Buena
Humedad	-	Excelente
<b>ELÉCTRICAS</b>		
Rigidez dieléctrica	kV/espesor	7
Rigidez dieléctrica	kV/mm	45
Constante aislamiento	MΩ/km	900
Constante dieléctrica 50 Hz	ε	3.50
Factor de pérdidas 50 Hz	tg σ	0.550
<b>PRESENTACIÓN</b>		
Bolsa PVC color	-	-
Separador color	-	-

#### REFERENCIA A NORMA

ASTMD-119-67 / ASTMD-1373-67 / ASTMD-100-70a / VDE 0340-1/8,70 / VDE 0303-3/3,67 Y 6/3,68

## CINTA BUPRYS

### DESCRIPCIÓN

**CINTA SEMICONDUCTORA AUTOVULCANIZABLE PARA RECONSTRUCCIÓN DE LA PANTALLA SEMICONDUCTORA**

### CARACTERÍSTICAS

- Autovulcanizable.
- Semiconductora.
- Excelente resistencia al ozono.
- Excelente resistencia a la humedad.
- Adaptable a cualquier tipo de superficies



### APLICACIÓN

Se emplea para la reconstitución de la pantalla semiconductora en los empalmes y terminales para cable con aislamiento seco de campo radial y empalmes mixtos entre cables con aislamiento de papel impregnado y aislamiento seco de campo radial.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características	Unidad	Valor
<b>FÍSICAS</b>		
Color	-	Negro
Condición	-	Autovulcanizable
Espesor	mm	0,5
Longitud	m.	4,5
Ancho	mm	19
Adherencia	g/cm	-
Alargamiento	%	180
Temperatura trabajo	°C	-10 a 100
Carga rotura	kg/cm <sup>2</sup>	10,5
<b>QUÍMICAS</b>		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Buena
Humedad	-	Excelente
<b>ELÉCTRICAS</b>		
Rigidez dieléctrica	kV/espesor	Semiconductora
Rigidez dieléctrica	kV/mm	-
Constante aislamiento	MΩ/km	-
Constante dieléctrica 50 Hz	ε	-
Factor de pérdidas 50 Hz	tg σ	-
<b>PRESENTACIÓN</b>		
Bolsa PVC color	-	Roja
Separador color	-	Rojo

### REFERENCIA A NORMA

ASTMD-119-67 / ASTMD-1373-67 / ASTMD-1000-70a / VDE 0340-1 / 8,70 / VDE 0303-3 / 3,67 Y 6 / 3,68 / UNE 21356 pl y pll

### CINTA PBA-1

#### DESCRIPCIÓN

**CINTA AISLANTE AUTOVULCANIZABLE PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL AISLAMIENTO EN EMPALMES Y TERMINALES**

#### CARACTERÍSTICAS

- Resistente a las descargas parciales y ozono.
- Autovulcanizable.
- Excelente resistencia a la humedad.
- Elevada rigidez dieléctrica.
- Excelente en aplicaciones a baja temperatura (-40 °C).
- Adaptable a cualquier tipo de superficies.



#### APLICACIÓN

Se emplea para la reconstitución del aislamiento de los empalmes en cables con aislamiento seco y empalmes mixtos entre cables con aislamiento de papel impregnado y cables con aislamiento seco a campo radial hasta una tensión máxima de 66 kV.

También es utilizada para la confección de los deflectores de campo en los terminales a partir de 30 kV y terminaciones hasta 25 kV para los cables con aislamiento seco.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características	Unidad	Valor
<b>FÍSICAS</b>		
Color	-	Negro
Condición	-	Autovulcanizable
Espesor	mm	0,76
Longitud	m	6
Ancho	mm	25
Adherencia	g/cm	-
Alargamiento	%	1.700
Temperatura trabajo	°C	-48 a 80
Carga rotura	kg/cm <sup>2</sup>	12,5
Fusión	mm	0,2
Exposición al calor a 110°C		Cumple
Resistencia a la tracción	MPa	3,80
Remoción de liner	-	OK
<b>QUÍMICAS</b>		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Buena
Humedad	-	Excelente
<b>ELÉCTRICAS</b>		
Rigidez dieléctrica	kV/espesor	48
Rigidez dieléctrica	kV/mm	48
Constante aislamiento	MΩ/km	>72.000
Constante dieléctrica 50 Hz	ε	2,3
Factor de pérdidas 50 Hz	tg σ	0.00035
<b>PRESENTACIÓN</b>		
Bolsa PVC color	-	Roja
Separador color	-	Rojo

### UTILES PREPARACIÓN PUNTAS DE CABLE: CH

#### DESCRIPCIÓN

#### HERRAMIENTA PARA EJECUTAR UN CHAFLÁN EN EL AISLANTE

HD-628; HD-629.



#### APLICACIÓN

Esta herramienta ejecuta un chablán de entrada para permitir una mejor penetración de los empalmes unipolares pre-fabricados en los aislantes de los cables de media tensión.

#### CAPACIDAD

Diámetro sobre el semi-conductor mm.	Sección mm <sup>2</sup> 12/20 kV	Referencia
19 a 38	25 a 240	CH

### ÚTILES PREPARACIÓN PUNTAS DE CABLE: PG

#### DESCRIPCIÓN

##### HERRAMIENTA PARA EJECUTAR UN CHAFLÁN EN EL AISLANTE

HD-628; HD-629.



#### APLICACIÓN

Estas pinzas permiten pelar las cubiertas de PVC, PRC, VEMEX, caucho y hojas finas de cobre y aluminio.

#### CAPACIDAD

Ø Exterior del cable (mm.)	Sección mm <sup>2</sup> 12/20 kV	Referencia
5 a 17	-	PG 0
8 a 23	-	PG 1
20 a 35	25 a 240	PG 2
26 a 52	50 a 630	PG 3
45 a 75	-	PG 4
55 a 95	-	PG 5

#### MODO DE EMLEO



1. Colocar la pinza en el final del corte longitudinal.
2. Apretar la pinza sobre el cable hasta la penetración de los cuchillos.
3. Girar la pinza 1/4 de vuelta hacia delante y hacia atrás.



1. Colocar la pinza según figura.
2. Apretar la pinza en el principio de la longitud deseada, hasta la penetración de los cuchillos (\*).
3. Tirar de la pinza en el sentido de la flecha.



Con la ayuda de los cuchillos, situados en la extremidad de la pinza, separar la cubierta del cable.

(\*). Los cuchillos de las pinzas son intercambiables y elegidos en función del espesor de la cubierta.

### ÚTILES PREPARACIÓN PUNTAS DE CABLE: LH

#### DESCRIPCIÓN

**HERRAMIENTA PARA QUITAR EL SEMICONDUCTOR EXTRUSIONADO PELABLE**  
HD-628; HD-629.



#### APLICACIÓN

Estas pinzas cortan la capa semiconductor externa en la longitud deseada permitiendo separarla del aislamiento sin dañarla.

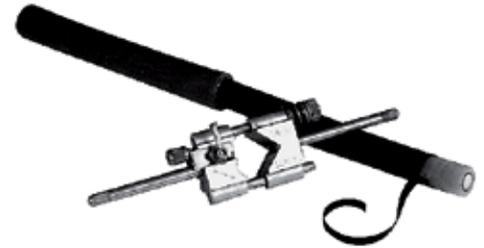
#### CAPACIDAD

Diámetro sobre el semi-conductor mm.	Sección mm <sup>2</sup> 12/20 kV	Referencia
18 a 38	25 a 240	LHM-P 1
38 a 60	240 a 630	LHM-P 2

### ÚTILES PREPARACIÓN PUNTAS DE CABLE: LHM

#### DESCRIPCIÓN

**HERRAMIENTA PARA QUITAR EL SEMICONDUCTOR EXTRUSIONADO PELABLE**  
HD-628; HD-629.



#### APLICACIÓN

Estas pinzas cortan la capa semiconductor externa en la longitud deseada permitiendo separarla del aislamiento sin dañarla.

#### CAPACIDAD

Diámetro sobre el semi-conductor mm.	Sección mm <sup>2</sup> 12/20 kV	Referencia
18 a 38	25 a 240	LHM-P 1
38 a 60	240 a 630	LHM-P 2

### ÚTILES PREPARACIÓN PUNTAS DE CABLE: MF3

#### DESCRIPCIÓN

**ÚTIL MULTIFUNCIÓN CON VARILLAS AJUSTABLES**  
HD-628; HD-629.



#### APLICACIÓN

Permite un corte regular y helicoidal de la cubierta exterior del cable y un corte de mismas características en la capa semiconductora y aislamiento.

#### CAPACIDAD

Ø Exterior del cable (mm.)	Sección mm <sup>2</sup> 12/20 kV	Referencia
16 a 40	25 a 240	MF3/40E
16 a 58	25 a 630	MF3/60E

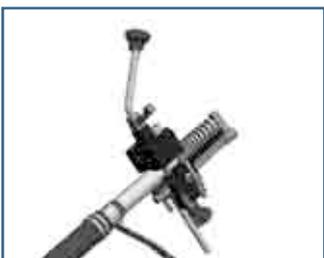
#### MODO DE EMLEO



Realización de un corte helicoidal de la cubierta del cable.



Realización de una incisión helicoidal en la capa semiconductora para extraerla manualmente.



Realización de un corte helicoidal en el aislamiento a la longitud requerida.

## KIT PANTALLA DE ALUMINIO

### DESCRIPCIÓN

#### PARA CABLES TIPO RH5Z1 PRYSMIAN



#### ÚTIL MULTIFUNCIÓN CON VARILLAS AJUSTABLES

- Realiza los cortes en la cubierta sin dañar el interior (long. corte de 50 mm)
- Selector de profundidad del corte
- Click de aviso de realización del corte
- Cuchilla fija
- Válido para secciones de 25-240 (modelo 1) y de 95-630 (modelo 2)



#### PALANCA PARA CUBIERTA: TUFFE EV/NPT

- Útil de latón, especialmente diseñado para separar la cubierta del cable sin dañarla.



#### PUENTE PANTALLA (ABRAZADERAS CON RELIEVE)

##### 1- PUENTE PANTALLA EMPALME

- 2 puentes pantalla y 4 abrazaderas de aluminio

##### 2- PUENTE PANTALLA TERMINALES O CONECTOR SEPARABLE

- 1 puente pantalla con trenza soldada y 2 abrazaderas de aluminio

- Puente para unión de pantallas, con adaptabilidad manual al diámetro del cable.
- Posibilidad de suministrarlo con la trenza de Cu-Sn soldada (50 cm).



#### ABRAZADERAS METÁLICAS

- Abrazadera metálica para la unión de los sectores abiertos de la cubierta
- Se aprieta mediante útil adaptado, garantizando un apriete óptimo



**Nota:** ver proceso de conexionado y utilización de estas herramientas en páginas 198 y 199.

### MALETÍN MULTIFUNCIONAL AL-MT PARA CABLES CON PANTALLA DE ALUMINIO

#### DESCRIPCIÓN

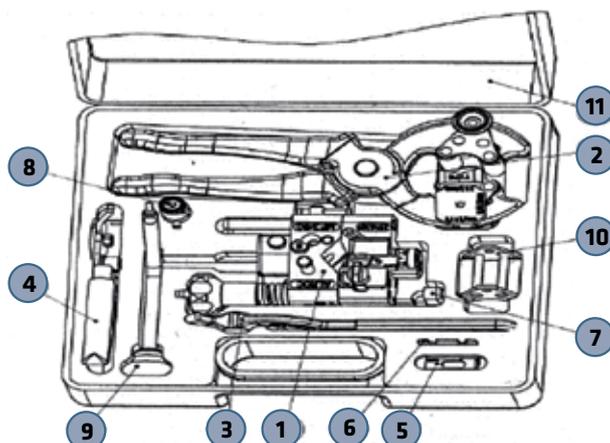
##### PARA CABLES TIPO RH5Z1 PRYSMIAN

Las herramientas incluidas en el maletín multifuncional AL-MT permiten extraer la cubierta, semiconductora externa pelable en frío, aislamiento y la realización de los cortes sobre la cubierta. Diseñadas específicamente para su aplicación en cables con pantalla de aluminio.



Modelo maletín	Capacidad (mm)	Secciones (mm <sup>2</sup> )	Peso (kg)
<b>Multifunción AL-MT1</b>	16-40	25-240	3,840
<b>Multifunción AL-MT2</b>	16-58	50-630	4,150

#### ESPECIFICACIONES



Referencia	Función	desglose material	
		Maletín Multf AL-MT1	Maletín Multf AL-MT2
1	Extracción de cubierta	MF3/40	MF3/60
	Incisión semiconductora pelable		
2	Extracción aislamiento	FENTECRAN/40	FENTECRAN/60
	Realización de cortes en cubierta		
	Cierre de la cubierta		
3	Elevación cubierta	EV/NPT	
4	Fijador	LIGAREX	
5	Cuchilla repuesto para MF3/40 - MF3/60	LMF2	
6	Cuchilla repuesto fentecran 40 y 60	LFE	
7	Tope regulable	BR	
8	Styilet regulable MF3/40 y MF3/60	SR	
9	Empuñadura para MF3/40 - MF3/60	PCR	
10	Accesorio cierre cubierta fentecran	GFE	
11	Maletín plástico	CPM-1MA	CPM-2MA

**Advertencia:** las herramientas tienen que ser utilizadas en cables sin tensión por personal cualificado.

### CONFECCIÓN PUESTA A TIERRA PARA CABLES CON PANTALLA DE ALUMINIO

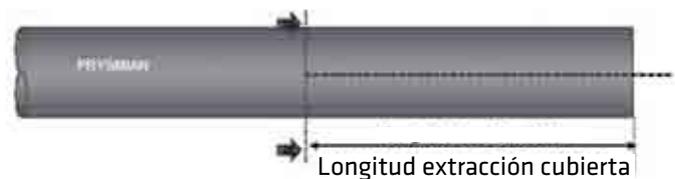
PARA CABLES TIPO RH5Z1 PRYSMIAN



#### PROCEDIMIENTO

##### 1. CORTAR LA CUBIERTA DEL CABLE SEGÚN INSTRUCCIONES DE LOS ACCESORIOS

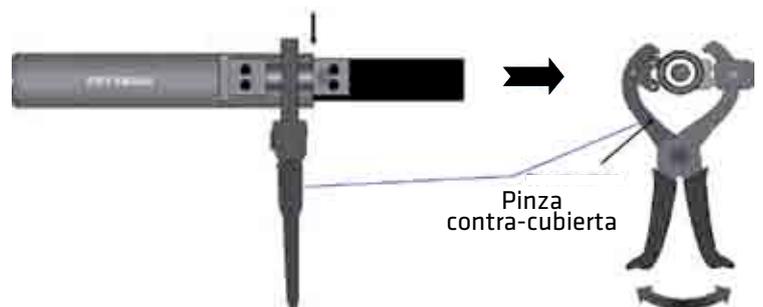
Una vez que sabemos la longitud de la cubierta a retirar, se procede a su extracción con el procedimiento habitual.



##### 2. AJUSTAR CUCHILLA DE CORTE

A continuación se ajusta la pinza corta-cubiertas a la cubierta del cable.

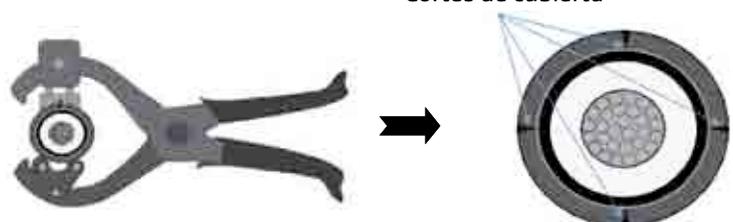
Ajustar la herramienta al corte de cubierta



##### 3. PRESIONAR HASTA ESCUCHAR UN CLICK (DE CORTE)

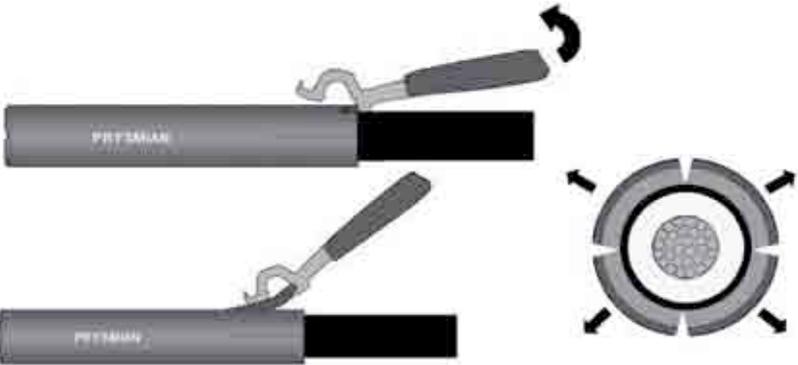
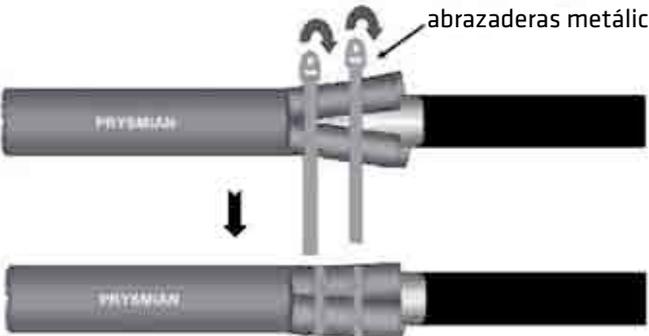
Ejercer una ligera presión hasta escuchar un click, momento en el cual el corte se ha efectuado. Repetir esta operación 4 veces girando la herramienta y equiparando los cortes.

Cortes de cubierta



## CONFECCIÓN PUESTA A TIERRA PARA CABLES CON PANTALLA DE ALUMINIO

### PROCEDIMIENTO

<p><b>4 . AJUSTAR LA PALANCA Y ABRIR LAS CUATRO PARTES DE LA CUBIERTA</b></p> <p>Una vez que sabemos la longitud de la cubierta a retirar, se procede a su extracción con el procedimiento habitual</p>	
<p><b>5 . INTRODUCIR EL PUENTE-PANTALLA CON RELIEVE</b></p> <p><b>5.1. Sólo con puente-pantalla con relieve (empalmes)</b></p> <p><b>5.2. Puente-pantalla relieve y trenza de puesta a tierra (terminales y conectores separables)</b></p>	
<p><b>6 . AJUSTAR LA CUBIERTA Y PANTALLA MEDIANTE ABRAZADERAS METALICAS</b></p>	
<p><b>7 . PROTEGER LA ZONA CON CINTA PVC</b></p>	

### DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

---

#### CARACTERÍSTICAS

---



- Limpia sin dejar ningún residuo para evitar pérdidas a la tierra y puntos calientes.
- Homologado para alta tensión hasta 440 kV.
- La perfecta adhesión de las resinas en los empalmes previene la penetración de la humedad.
- La reducción de los defectos de instalación asegura una duración máxima de los cables.
- Diseñado según las recomendaciones de la IEEE.
- No inflamable. Se eliminan los riesgos vinculados con los disolventes líquidos inflamables.
- Reduce las emisiones de COV a la atmósfera.
- Reduce los riesgos para la salud y la seguridad.
- Elimina el riesgo de derrame de líquido y riesgos relacionados.
- Elimina la logística, transporte y almacenaje de las mercancías peligrosas.

#### HIGIENE Y SEGURIDAD

---

Se han diseñado para su fácil manejo y altas prestaciones en limpieza, además de sustituir a los disolventes tradicionales tales como el tricloroetano, alcohol isopropílico y demás disolventes inflamables. Siendo clasificado combustible, se eliminan los riesgos de fuego explosivo y no está sometido a la logística de los productos inflamables. El envasado de toallitas pre-impregnadas de disolventes elimina el riesgo de contaminación por derrame y demás riesgos relacionados con el manipulado de líquidos.

Respeto el medioambiente, no daña la capa de ozono, no contiene contaminantes peligrosos para la atmósfera o los operadores. No contiene ningún componente de disolvente halogenado ni ingrediente cancerígeno, teratígeno o mutágeno. No está clasificado como mercancía peligrosa. Como medida de precaución, se recomienda llevar los EPI. Se recomiendan las gafas de seguridad en caso de riesgo de proyección a los ojos. Una exposición prolongada puede secar la piel, por tanto llevar guantes.

#### EVAPORACIÓN Y EMISIONES DE COV

---

Disolvente 100% volátil que no deja ningún residuo (menos de 100 ppm). Aplicado en fina capa se evapora en menos de 5 minutos. Esta evaporación controlada (punto de inflamación 62° C) permite reducir el consumo de disolvente así como sus emisiones a la atmósfera, hasta 80% de reducción.

#### COMPATIBILIDAD

---

Disolvente sometido a numerosas pruebas de compatibilidad con la mayoría de los materiales encontrados en las redes eléctricas, especialmente las cubiertas de cables, aislantes, metales, composites, resinas, barnizados, esmaltes y cerámicas.

#### INSTRUCCIONES

---

La baja tensión superficial de nuestro disolvente asegura un excelente mojado incluso sobre los plásticos más difíciles.

- 1.- Aplicar una fina capa de líquido con la botella o bien mediante una toallita preimpregnada.
- 2.- Dejar un momento en remojo, hasta 2 minutos en manchas difíciles.
- 3.- Limpiar con la misma toallita pre-impregnada, o bien con un trapo limpio y seco que no suelta fibras.

No es preciso esperar la evaporación completa del disolvente antes de reanudar el trabajo en el sistema eléctrico.

### DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

---

#### APLICACIONES

---

Limpieza de cables previa a la confección de los accesorios.  
Mantenimiento de cables y accesorios, transformadores y aparatos de conexión.  
Desengrasado y limpieza general de los equipos eléctricos.  
Elimina aceites, residuos de tierra, betún y alquitrán.  
Disolvente y toallitas de alta resistencia, no suelta fibras.  
Disolvente 100% volátil, ningún residuo.  
Toxicidad y olor reducidos.  
No inflamable.  
Disolvente dieléctrico hasta 39 kV.

#### CÓDIGOS DE PRODUCTO

---

Código	Descripción	Envasado
28951752	Disolvente limpiador LIENER B-1L	botella 1 litro
28951753	Disolvente limpiador LIENER S-1L	spray 1 litro
28951754	Disolvente limpiador LIENER C-250T	culo de 250 toallitas
28951755	Disolvente limpiador LIENER P-24T	paquete 24 toallitas

**Nota:** para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

### CARACTERÍSTICAS



Todos los productos lubricantes Prysmian comparten los mismos ingredientes y las mismas características principales. Tienen una consistencia pegajosa y viscosa, asegurando una perfecta adherencia al cable y a los tubos, así como una gran reducción de la fricción.

Se pueden aclarar los residuos en la obra sin ningún riesgo de contaminación. Sin embargo, no se quita fácilmente del cable, asegurando una lubricación óptima incluso en tuberías llenas de agua. Además se seca despacio, dejando una fina capa, menos de 6% del peso tras evaporación completa a temperatura ambiente. No inflamable, conserva sus propiedades lubricantes durante meses.

### HIGIENE Y SEGURIDAD

Estos lubricantes están compuestos con base de agua, no tóxico y biodegradable. Olor agradable. No irrita la piel. No es preciso llevar los EPI. No causa contaminación medioambiental, por que no es preciso recoger sus derramas, sólo basta con aclararlos con agua.

### ESTABILIDAD A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS

Las altas y bajas temperaturas no afectan a las características del lubricante, ni siquiera después de ciclos de hielo y deshielo. No se separa en varias fases. Se diseñó el lubricante para utilizarlo desde -5 °C hasta +65 °C. Aunque hay algún modelo de lubricante que conlleva una fórmula específica para los tendidos realizados a temperaturas por debajo de las 0 °C.

### COMPATIBILIDAD

No contienen parafina, silicona, detergente, sal que puedan dañar las cubiertas de cables y causar puntos calientes. Estos lubricantes se sometieron a varias pruebas de compatibilidad con los materiales de cubierta, de accesorios de cables eléctricos y de tubos: poliolefinas, polietileno alta densidad, polietileno lineal baja densidad, caucho natural, polietileno clorurado, etileno propileno, polietileno de enlace cruzado, PVC, neopreno, polipropileno, silicona, etc.

### INSTRUCCIONES

Nuestros productos son de uso cómodo según varios métodos:

Aplicar con la mano o verter desde el cubo encima del cable.

También se puede utilizar una bomba, bien sea manual o eléctrica, un embudo o un aplicador.

Puede emplearse para pre-lubricar los tubos con los sacos de pre-lubricación o introduciendo lubricante delante de la esponja..

### APLICACIONES

Lubricantes para el tendido subterráneo de cables eléctricos y de telecomunicaciones.

Prelubricación de los tubos para reducir los riesgos en los tendidos difíciles.

Contiene un sistema de “consistencia pegajosa y viscosa” que facilita la perfecta adherencia al cable incluso en tuberías llenas de agua (el lubricante no se disuelve al entrar en contacto con el agua).

Compatible con todo tipo de cables y accesorios.

Conserva su poder de lubricación durante meses, facilitando la instalación posterior de cables en la misma tubería.

Producto no inflamable.

Biodegradable.

No tóxico para los operadores ni el medioambiente.

Gama completa de lubricantes para cubrir cualquier tipo de tendido.

### CÓDIGOS DE PRODUCTO

Lubricante	Descripción	Viscosidad cSt
LUTEC P1	Gel lubricante para los tendidos difíciles de cables pesados	5400-7400
LUTEC P2	Lubricante para cualquier tipo de cable	4500-6400
LUTEC P3	Lubricante líquido para tender cables ligeros	1800-3500
LUTEC F01	Lubricante específicamente diseñado para los cables de telecom Bajo consumo gracias a su gran elasticidad	1800-3500

Código	Descripción	Envasado
28951760	Lubricante para energía LUTEC P1 C-20L	cubo 20 litros
28951761	Pre-lubricante para energía LUTEC P1 B-2K	bolsa 2 kg
28951762	Lubricante para energía LUTEC P3 C-20L	cubo 20 litros
28951763	Lubricante para energía LUTEC P2 C-20L	cubo 20 litros
28951764	Lubricante para telecomunicaciones LUTEC FO B-1L	botella de 1 litro

**Nota:** para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.



**ANEXO A:**  
**Conductores desnudos,**  
**conductores recubiertos**  
**y cables unipolares**  
**aislados en haz**



## CONDUCTORES DESNUDOS PARA LÍNEAS AÉREAS



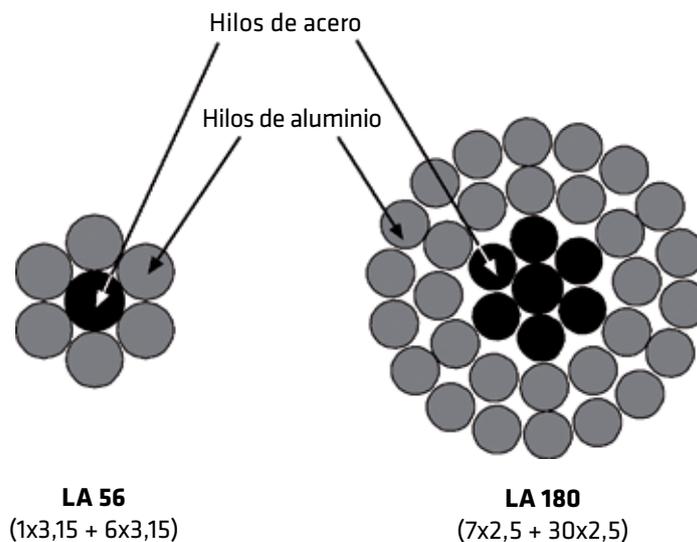
### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Código	47-AL1/ 8-ST1A	94-AL1/ 22-ST1A	147-AL1/ 34-ST1A	242-AL1/ 39-ST1A	337AL1/ 44-ST1A	402AL1/ 52-ST1A
Código antiguo	LA-56	LA-110	LA-180	LA-280 HAWK	LA-380 GULL	LA-455 CONDOR

#### Norma

#### UNE EN 50182

Formación (hilos de acero + hilos aluminio)		1x3,15 + 6x3,15	7x2,00 + 30x2,0	7x2,5 + 30x2,5	7x2,68 + 26x3,44	7x2,82 + 54x2,82	7x3,08 + 54x3,08
Diámetro hilos de acero	mm	3,15	2	2,5	2,68	2,82	3,08
Diámetro alma de acero	mm	3,15	6	7,5	8,04	8,46	9,24
Diámetro hilos de aluminio	mm	3,15	2	2,5	3,44	2,82	3,08
Diámetro completo del conductor	mm	9,45	14	17,5	21,8	25,38	27,72
Sección alma de acero	mm <sup>2</sup>	7,8	22	34,3	39,5	43,7	52,2
Sección aluminio	mm <sup>2</sup>	46,8	94,2	147,3	241,7	337,3	402,3
Sección total conductor	mm <sup>2</sup>	54,6	116,2	181,6	281,2	381	454,6
Peso Acero	kg/km	60,8	172,4	269,4	310	342	408,9
Peso Aluminio	kg/km	128,3	260,2	407	666,7	933	1112
Peso Total Conductor	kg/km	189,1	433	676	977	1275	1521
Carga de ruptura Nominal	kN	16,4	43,1	63,9	84,5	109	124
Resistencia en corriente continua a 20°C (máx.)	Ω/km	0,6136	0,3066	0,1962	0,1194	0,0857	0,0718



Valores aproximados.  
Para otras secciones, consultar.

## CONDUCTORES RECUBIERTOS PARA LÍNEAS AÉREAS SIMPLIRRET

### CONDUCTOR TIPO AL1/ST1A - TENSIÓN NOMINAL 12/20 KV, 18/30 KV



#### DESCRIPCIÓN

**Norma:** UNE-EN 50397-1

**Tipos:** CCX 47-AL1/8-ST1A 20 kV, CCX 47-AL1/8-ST1A 30 kV  
CCX 94-AL1/22-ST1A 20 kV, CCX 94-AL1/22-ST1A 30 kV

**Conductor:**

Cuerda de alambres de aluminio AL1 y alma de alambres de acero galvanizado ST1A. UNE-EN 50182.  
Posibilidad de conductor taponado longitudinalmente al agua.

**Cubierta aislante:**

Polietileno reticulado, XLPE, color negro

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	CCX 55-AL2		CCX 117-AL2	
	20 kV	30 kV	20 kV	30 kV
Sección mm <sup>2</sup>	54,6		116,2	
Número de alambres	7		37	
Resistencia eléctrica 20 °C Ω/km	0,6129		0,3067	
Módulo de elasticidad, N/ mm <sup>2</sup>	81000		77000	
Coefficiente de dilatación, 1/K	1,92 · 10 <sup>-5</sup>		1,89 · 10 <sup>-5</sup>	
Diámetro del conductor, mm	9,45		14	
Espesor cubierta XLPE, mm	2,3	3,3	2,3	3,3
Diámetro cable, mm	14,1	14,8	18,6	20,6
Peso cable, kg/km	274	321	551	612
Intensidad de servicio, A	180		315	
Intensidad de corto en 1 s, kA	4,5		9	

Valores aproximados.

Para otras secciones, consultar.

## CONDUCTORES RECUBIERTOS PARA LÍNEAS AÉREAS SIMPLIRRET

### CONDUCTOR TIPO AL2 - TENSIÓN NOMINAL 12/20 KV, 18/30 KV



### DESCRIPCIÓN

**Norma:** UNE-EN 50397-1

**Tipos:** CCX 55-AL2 20 kV, CCX 55-AL2 30 kV  
CCX 117-AL2 20 kV, CCX 117-AL2 30 kV

**Conductor:**

Cuerda de alambres de aleación de aluminio AL2. UNE-EN 50182.  
Posibilidad de conductor taponado longitudinalmente al agua.

**Cubierta aislante:**

Polietileno reticulado, XLPE, color negro

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	CCX 55-AL2		CCX 117-AL2	
	20 kV	30 kV	20 kV	30 kV
Sección mm <sup>2</sup>	54,6		116,2	
Número de alambres	7		37	
Resistencia eléctrica 20 °C Ω/km	0,6129		0,3067	
Módulo de elasticidad, N/ mm <sup>2</sup>	81000		77000	
Coefficiente de dilatación, 1/K	1,92 · 10 <sup>-5</sup>		1,89 · 10 <sup>-5</sup>	
Diámetro del conductor, mm	9,45		14	
Espesor cubierta XLPE, mm	2,3	3,3	2,3	3,3
Diámetro cable, mm	14,1	14,8	18,6	20,6
Peso cable, kg/km	274	321	551	612
Intensidad de servicio, A	180		315	
Intensidad de corto en 1 s, kA	4,5		9	

Valores aproximados.

Para otras secciones, consultar.

## CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ AL EPRORRET HACES

### DESCRIPCIÓN

**Norma:** RU 3309, IEC 60502-2

**Tipos:** DHVS

### COMPOSICIÓN:



#### Fiador

**1 Cuerda:** acero galvanizado de sección 50 mm<sup>2</sup>.

**Ø nom. (mm)**

9,0

**2 Cubierta:** politeno reticulado, (XLPE). Esp. nom. = 1,2 mm.

11,4

#### Fases

**3 Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio clase 2, conforme norma IEC 60228.

**4 Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.

**5 Aislamiento:** etileno propileno, (EPR).

**6 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor separable en frío.

**7 Pantalla metálica:** hilos de cobre con sección de 16 mm<sup>2</sup>.

**8 Separador:** cinta poliéster.

**9 Cubierta exterior:** doble capa de PVC resistente a la intemperie (rayos UVA, radiación solar, humedad).  
Color: Negro

### CARACTERÍSTICAS DEL FIADOR

Carga de rotura mínima, daN/mm<sup>2</sup>

6400

Módulo de elasticidad mínimo, daN/mm<sup>2</sup>

15000

Coefficiente de dilatación lineal, por °C

11 · 10<sup>-6</sup>

## CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ AL EPRORRET HACES

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

12/20 kV			18/30 kV		
Formación (mm <sup>2</sup> )	Ø exterior envolvente (mm)	Peso (kg/km)	Formación (mm <sup>2</sup> )	Ø exterior envolvente (mm)	Peso (kg/km)
3x(1x35/16)+50	69,2	3220	3x(1x35/16)+50	79,7	3950
3x(1x50/16)+50	71,9	3470	3x(1x50/16)+50	81,9	4230
3x(1x95/16)+50	78,1	4140	3x(1x95/16)+50	89,4	5145
3x(1x150/16)+50	85,2	5030	3x(1x150/16)+50	95,2	5940

Valores aproximados.

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	
Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 seg (kA)	2,9	

Formación (mm <sup>2</sup> )	Intensidad admisible (temperatura ambiente 40 °C)* (A)	Intensidad de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (µF/km)	
				12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
3(1x35/16)+50	135	3290	0,868	0,158	0,142	0,161	0,125
3(1x50/16)+50	160	4700	0,641	0,151	0,133	0,177	0,138
3(1x95/16)+50	245	8930	0,32	0,135	0,120	0,217	0,167
3(1x150/16)+50	320	14100	0,206	0,125	0,111	0,254	0,193

\* Multiplicar por 0,9 si el cable está expuesto al sol.

**NOTA:** todos los valores son aproximados.

#### Ensayos

Los ensayos a realizar a cable terminado son los estipulados en la norma IEC 60502-2. Para otras secciones y/o tensiones consultar.

### CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ AL VOLTARRET HACES

#### DESCRIPCIÓN

**Norma:** RU 3309, IEC 60502-2

**Tipos:** RHVS

#### COMPOSICIÓN:



Fiador		Ø nom. (mm)
<b>1</b>	<b>Cuerda:</b> acero galvanizado de sección 50 mm <sup>2</sup> .	9,0
<b>2</b>	<b>Cubierta:</b> polietileno reticulado, (XLPE). Esp. nom. = 1,2 mm.	11,4
<b>Fases</b>		
<b>3</b>	<b>Conductor:</b> cuerda redonda compacta de hilos de aluminio clase 2, conforme norma IEC 60228.	
<b>4</b>	<b>Semiconductora interna:</b> capa extrusionada de material conductor.	
<b>5</b>	<b>Aislamiento:</b> polietileno reticulado (XLPE).	
<b>6</b>	<b>Semiconductora externa:</b> capa extrusionada de material conductor separable en frío.	
<b>7</b>	<b>Pantalla metálica:</b> hilos de cobre con sección de 16 mm <sup>2</sup> .	
<b>8</b>	<b>Separador:</b> cinta poliéster.	
<b>9</b>	<b>Cubierta exterior:</b> doble capa de PVC resistente a la intemperie (rayos UVA, radiación solar, humedad). Color: Negro	

#### CARACTERÍSTICAS DEL FIADOR

Carga de rotura mínima, daN/mm<sup>2</sup> 6400

Módulo de elasticidad mínimo, daN/mm<sup>2</sup> 15000

Coefficiente de dilatación lineal, por °C 11 · 10<sup>-6</sup>

## CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ AL VOLTARRET HACES

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

12/20 kV			18/30 kV		
Formación (mm <sup>2</sup> )	Ø exterior envolvente (mm)	Peso (kg/km)	Formación (mm <sup>2</sup> )	Ø exterior envolvente (mm)	Peso (kg/km)
3x(1x35/16)+50	69,2	3220	3x(1x35/16)+50	79,7	3950
3x(1x50/16)+50	71,9	3470	3x(1x50/16)+50	81,9	4230
3x(1x95/16)+50	78,1	4140	3x(1x95/16)+50	89,4	5145
3x(1x150/16)+50	85,2	5030	3x(1x150/16)+50	95,2	5940

Valores aproximados.

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	
Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 seg (kA)	2,9	

Formación (mm <sup>2</sup> )	Intensidad admisible (temperatura ambiente 40 °C)* (A)	Intensidad de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (µF/km)	
				12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
3(1x35/16)+50	135	3290	0,868	0,158	0,142	0,161	0,125
3(1x50/16)+50	160	4700	0,641	0,151	0,133	0,177	0,138
3(1x95/16)+50	245	8930	0,32	0,135	0,120	0,217	0,167
3(1x150/16)+50	320	14100	0,206	0,125	0,111	0,254	0,193

\* Multiplicar por 0,9 si el cable está expuesto al sol.

**NOTA:** todos los valores son aproximados.

#### Ensayos

Los ensayos a realizar a cable terminado son los estipulados en la norma IEC 60502-2. Para otras secciones y/o tensiones consultar.



**ANEXO B:**  
**Cables y accesorios**  
**habituales para**  
**26/45 kV y 36/66 kV**

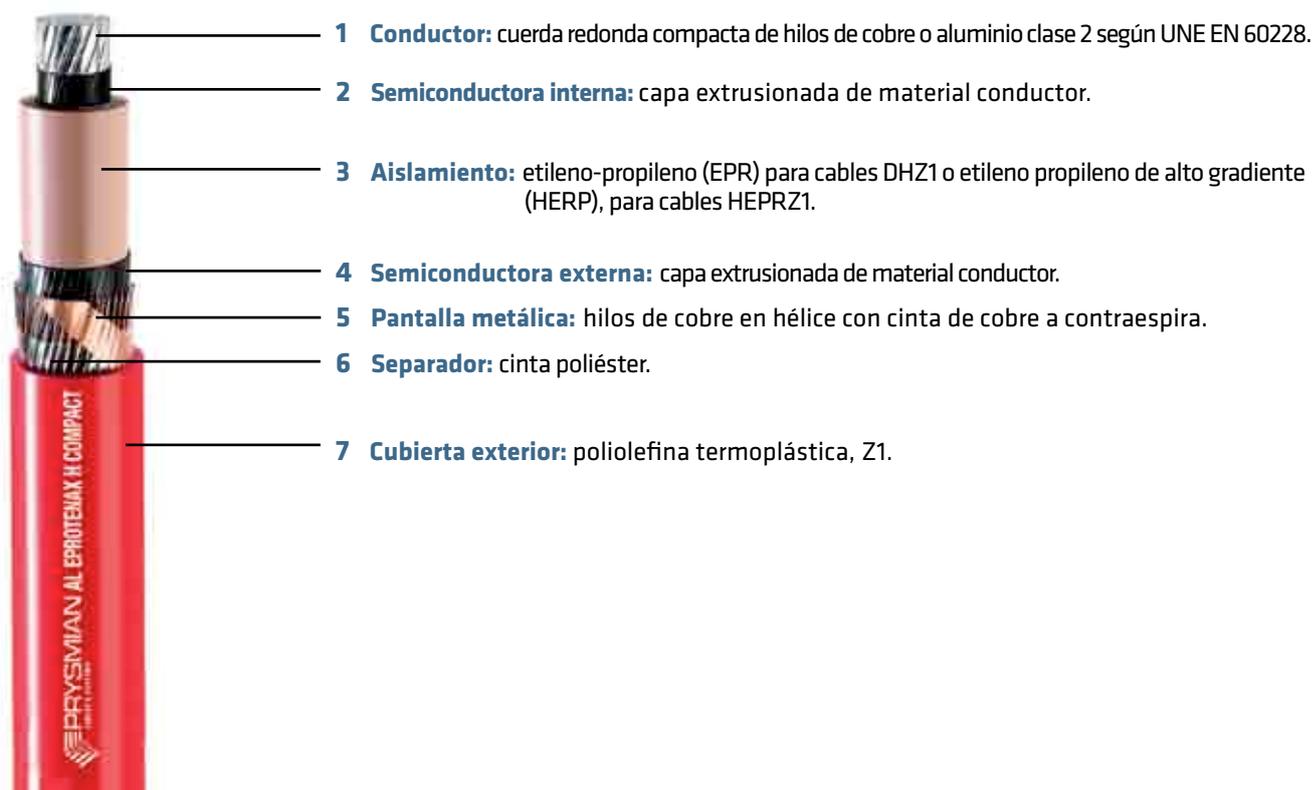


### EPROTENAX H 26/45 kV, 36/66 kV

#### DESCRIPCIÓN

**Tipo:** DHZ1, HEPRZ1 (con conductor de cobre), AL RHZ1-0L, AL HEPRZ1 (con conductor de aluminio)  
**Tensión nominal:** 26/45 kV, 36/66 kV  
**Norma:** UNE HD 632-6A

#### COMPOSICIÓN:



#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

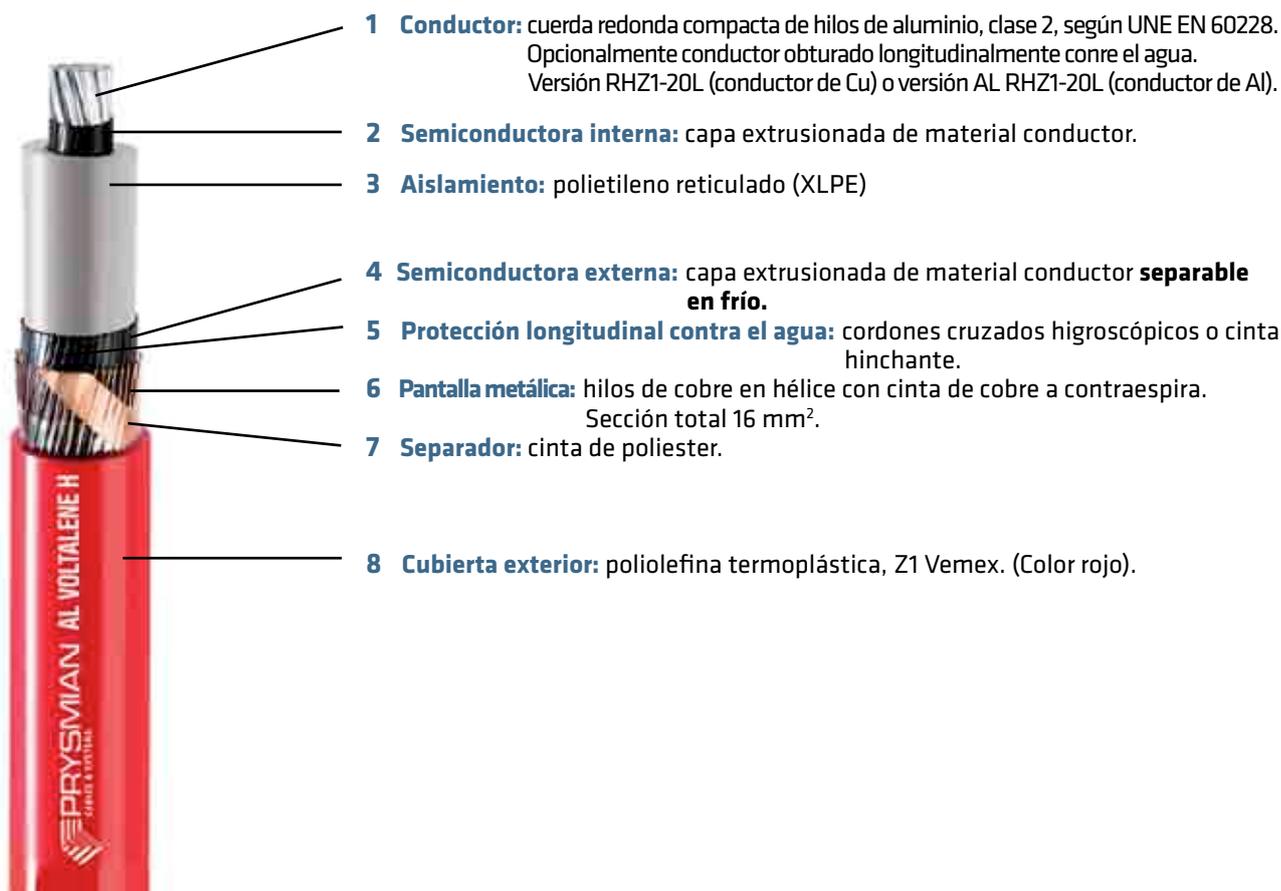
	26/45 kV	36/66 kV
Tensión nominal simple, $U_0$ (kV)	26	36
Tensión nominal entre fases, $U$ (kV)	45	66
Tensión máxima entre fases, $U_m$ (kV)	52	72,5
Tensión a impulsos, $U_p$ (kV)	250	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	250

## VOLTALENE H 26/45 kV, 36/66 kV

### DESCRIPCIÓN

**Tipo:** DHZ1, HEPRZ1 (con conductor de cobre), AL RHZ1-0L (con conductor de aluminio)  
**Tensión nominal:** 26/45 kV, 36/66 kV  
**Norma:** UNE HD 632-6A

### COMPOSICIÓN:



**NOTA:** Ver datos de este diseño en páginas siguientes.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	26/45 kV	36/66 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	26	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	52	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	250	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	250

## VOLTALENE H 26/45 kV AL RHZ1 (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>26/45 kV</b>								
1x35/16	20117961	6,8	24,7	28,1	34,2	1090	547	684
1x50/16	20117962	8	25,8	29,2	35,3	1170	565	706
1x70/16	20117963	9,8	27,8	31,2	37,3	1320	597	746
1x95/16	20070279	11,2	29,1	32,5	38,6	1420	618	772
1x120/16	20117964	12,6	30,4	33,8	39,9	1540	638	798
1x150/16	37011355	14	30,8	34,2	40,3	1610	645	806
1x185/16	20117965	15,6	32,3	35,7	41,9	1770	670	838
1x240/16	20993429	18	34,7	38,1	44,2	2020	707	884
1x300/16	20994805	20,3	37,6	41	47,1	2320	754	942
1x400/16	20117966	22,9	39	42,4	48,5	2550	776	970
1x500/16	20117967	26,3	42,4	45,8	51,9	3000	830	1038
1x630/16	20117968	30,2	46,3	49,7	55,8	3500	893	1116
1x800/16	20117969	34	50,1	53,5	59,6	4150	954	1192
1x1000/16	20117970	38,4	53,5	56,9	63,7	4910	1019	1274

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	26/45 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	26
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	52
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>26/45 kV</b>					
1x35/16	132	134	0,868	0,161	0,133
1x50/16	157	160	0,641	0,153	0,143
1x70/16	193	201	0,443	0,143	0,162
1x95/16	226	236	0,32	0,137	0,174
1x120/16	262	280	0,253	0,132	0,186
1x150/16	295	318	0,206	0,126	0,208
1x185/16	334	365	0,164	0,121	0,223
1x240/16	389	432	0,125	0,116	0,246
1x300/16	440	498	0,1	0,112	0,273
1x400/16	505	582	0,0778	0,106	0,343
1x500/16	579	681	0,0605	0,102	0,379
1x630/16	663	798	0,0469	0,098	0,422
1x800/16	749	920	0,0367	0,094	0,463
1x1000/16	836	1052	0,0291	0,091	0,547

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## VOLTALENE H 26/45 kV RHZ1 (conductor de cobre)

### DATOS TÉCNICOS

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>26/45 kV</b>								
1x35/16	20117861	7	24,9	26,9	34,4	1320	550	688
1x50/16	20117862	8	25,8	29,2	35,4	1460	566	708
1x70/16	20117863	9,7	27,6	31	37,2	1720	595	744
1x95/16	37011335	11,4	29,2	32,6	38,7	2010	619	774
1x120/16	20052424	12,6	30,5	33,9	40	2290	640	800
1x150/16	20992340	14,1	30,9	34,3	40,4	2520	646	808
1x185/16	20013787	15,9	32,7	36,1	42,2	2910	675	844
1x240/16	20084553	18,3	35,1	38,5	44,6	3500	714	892
1x300/16	20001742	20,5	37,8	41,2	47,3	4180	757	946
1x400/16	20117864	23,1	38,9	42,3	48,4	4910	774	968
1x500/16	37011342	26,3	42	45,4	51,5	6020	824	1030
1x630/16	20106569	29,6	45,4	48,8	54,9	7410	878	1098
1x800/16	20117865	34,1	49,9	53,3	60	9490	960	1200
1x1000/16	20117866	38,7	53,5	56,9	63,6	11550	1018	1272

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	26/45 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	26
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	52
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>26/45 kV</b>					
1x35/16	171	174	0,524	0,159	0,135
1x50/16	202	207	0,387	0,152	0,144
1x70/16	248	258	0,268	0,144	0,161
1x95/16	297	314	0,193	0,136	0,175
1x120/16	338	361	0,153	0,132	0,186
1x150/16	381	411	0,124	0,125	0,209
1x185/16	431	472	0,0991	0,121	0,226
1x240/16	501	558	0,0754	0,115	0,249
1x300/16	565	640	0,0601	0,112	0,275
1x400/16	644	743	0,047	0,106	0,341
1x500/16	731	860	0,0366	0,102	0,375
1x630/16	824	984	0,0283	0,098	0,411
1x800/16	921	1132	0,0221	0,095	0,460
1x1000/16	1007	1269	0,0176	0,090	0,546

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## VOLTALENE H 36/66 kV AL RHZ1 (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>36/66 kV</b>								
1x35/25	20117961	6,8	34,7	39,2	45,4	1900	726	908
1x50/25	20117962	8	35,8	40,4	46,5	2000	744	930
1x70/25	20117963	9,8	37,8	42,3	48,5	2180	776	970
1x95/25	20070279	11,2	39,1	43,6	49,8	2310	797	996
1x120/25	20117964	12,6	39,4	44	50,1	2380	802	1002
1x150/25	37011355	14	39,8	44,3	50,5	2460	808	1010
1x185/25	20117965	15,6	40,3	44,9	51	2560	816	1020
1x240/25	20993429	18	40,7	45,3	51,4	2690	822	1028
1x300/25	20994805	20,3	42,6	46,6	52,7	2940	843	1054
1x400/25	20117966	22,9	46	49,8	55,9	3330	894	1118
1x500/25	20117967	26,3	48,4	52,2	58,3	3730	933	1166
1x630/25	20117968	30,2	52,3	56,1	62,2	4280	995	1244
1x800/25	20117969	34	55,1	58,9	65	4930	1040	1300
1x1000/25	20117970	38,4	59,5	63,3	70	5830	1120	1400

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>36/66 kV</b>					
1x35/25	130	134	0,868	0,179	0,100
1x50/25	154	160	0,641	0,170	0,107
1x70/25	190	200	0,443	0,159	0,117
1x95/25	227	241	0,32	0,153	0,127
1x120/25	259	278	0,253	0,146	0,138
1x150/25	291	316	0,206	0,140	0,150
1x185/25	330	363	0,164	0,134	0,164
1x240/25	385	430	0,125	0,125	0,192
1x300/25	437	494	0,1	0,119	0,219
1x400/25	501	575	0,0778	0,115	0,244
1x500/25	575	673	0,0605	0,109	0,278
1x630/25	659	788	0,0469	0,105	0,308
1x800/25	746	911	0,0367	0,100	0,351
1x1000/25	835	1040	0,0291	0,097	0,386

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## VOLTALENE H 36/66 kV RHZ1 (conductor de cobre)

### DATOS TÉCNICOS

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>36/66 kV</b>								
1x50/25	20117872	8	35,8	40,4	46,5	2290	744	930
1x70/25	20117873	9,7	37,6	42,2	48,3	2580	773	966
1x95/25	20117874	11,4	39,2	43,8	49,9	2900	798	998
1x120/25	20117875	12,6	39,5	44	50,1	3130	802	1002
1x150/25	20994808	14,1	39,9	44,4	50,6	3360	810	1012
1x185/25	20980450	15,9	40,7	45,2	51,3	3700	821	1026
1x240/25	20098532	18,3	41,1	45,6	51,7	4180	827	1034
1x300/25	20001496	20,5	42,8	46,8	52,9	4800	846	1058
1x400/25	20001052	23,1	45,9	49,7	55,8	5680	893	1116
1x500/25	20117876	26,3	48	51,8	57,9	6740	926	1158
1x630/25	20000500	29,6	51,4	55,2	61,3	8170	981	1226
1x800/25	20117877	34,1	54,9	58,7	65,3	10260	1045	1306
1x1000/25	20117878	38,7	59,5	63,3	69,9	12460	1118	1398

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>36/66 kV</b>					
1x50/25	199	207	0,641	0,170	0,107
1x70/25	244	257	0,443	0,160	0,118
1x95/25	293	312	0,32	0,152	0,128
1x120/25	334	359	0,253	0,146	0,138
1x150/25	376	408	0,206	0,139	0,151
1x185/25	426	468	0,164	0,133	0,167
1x240/25	497	555	0,125	0,124	0,194
1x300/25	561	635	0,1	0,119	0,221
1x400/25	639	735	0,0778	0,115	0,242
1x500/25	727	852	0,0605	0,109	0,276
1x630/25	823	981	0,0469	0,105	0,301
1x800/25	920	1124	0,0367	0,100	0,349
1x1000/25	1010	1260	0,0291	0,096	0,385

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## VOLTALENE H COMPOSITE 26/45 kV, 36/66 KV

### DESCRIPCIÓN

**Tipo:** RHZ1 (con conductor de cobre); AL RHZ1 (con conductor de aluminio)  
**Tensión nominal:** 26/45 kV, 36/66 kV  
**Norma:** UNE HD 632-4A

### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de cobre o aluminio clase 2 según UNE EN 60228. El conductor puede ser obturado contra la penetración de agua
- 2 Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Protección longitudinal contra el agua:** cinta hinchante semiconductora.
- 7 Protección radial contra el agua:** cinta longitudinal de aluminio adherida a la cubierta exterior
- 8 Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1. La cubierta puede ser no propagadora de la llama y libre de halógenos.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, $U_0$ (kV)	26	36
Tensión nominal entre fases, $U$ (kV)	45	66
Tensión máxima entre fases, $U_m$ (kV)	52	72,5
Tensión a impulsos, $U_p$ (kV)	250	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	250

## AL EPROTENAX H 26/45 kV (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS NORMALIZADO POR IBERDROLA

AL HEPRZ1

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Separador:** cinta poliéster.
- 7 Cubierta exterior:** poliolefina tipo ST7 no propagadora de la llama de color rojo con dos bandas grises.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>26/45 kV</b>								
1x300/75	20103515	20,3	34,6	39,3	45,4	2900	726	908
1x500/75	20103514	26,3	41,4	46,1	52,2	3700	835	1044

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	26/45 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	26
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	52
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>26/45 kV</b>						
1x300/75	440	498	25500 (1,2 s)	11700 (1,2 s)	0,1	0,352
1x500/75	579	681	65800 (0,5 s)	17200 (0,5 s)	0,0605	0,438

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## AL VOLTALENE H COMPOSITE 20L 26/45 kV (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS

#### NORMALIZADO POR LAS COMPAÑÍAS DEL GRUPO ENDESA

AL RHZ1-20L

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Obturación longitudinal de la pantalla:** cinta semiconductora hinchante.
- 7 Estanqueidad radial:** cinta de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.
- 8 Cubierta:** poliolefina tipo ST7 grafitada no propagadora de la llama de color negro.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>26/45 kV</b>								
1x400/50	20044043	22,9	40,7	45,8	53,1	3300	850	1062
1x1000/50	20080046	38,4	56,8	61,9	70,2	6000	1123	1404

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	26/45 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	26
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	52
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>26/45 kV</b>						
1x400/50	505	582	53000 (0,5 s)	11900 (0,5 s)	0,0778	0,329
1x1000/50	836	1052	133000 (0,5 s)	11900 (0,5 s)	0,029	0,491

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## AL VOLTALENE H COMPOSITE 20L 26/45 kV (conductor de aluminio) VOLTALENE H COMPOSITE 20L 26/45 kV (conductor de cobre)

### DATOS TÉCNICOS

#### NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA

AL RHZ1-20L

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda taponada de hilos de aluminio o de cobre de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Obturación longitudinal de la pantalla:** cinta semiconductora hinchante.
- 7 Estanqueidad radial:** cinta de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.
- 8 Cubierta:** poliolefina tipo Flamex (DMZ2), libre de halógenos, no propagadora de la llama con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>26/45 kV</b>								
1x630(Al)/165	20118618	30,2	45	51,6	59,9	5300	958	1198
1x800(Al)/165	20118619	34	49	55,6	63,9	6000	1022	1278
1x400(Cu)/165	20118616	23,1	37,5	44,1	52,4	6600	838	1048
1x500(Cu)/165	20118617	26,3	40,8	47,5	55,8	7700	893	1116

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	26/45 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	26
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	52
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>26/45 kV</b>						
1x630(Al)/165	663	798	82900 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,0469	0,475
1x800(Al)/165	748	920	105200 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,0367	0,514
1x400(Cu)/165	644	743	80900 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,0470	0,400
1x500(Cu)/165	731	860	101100 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,0366	0,433

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## AL EPROTENAX H 36/66 kV (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS NORMALIZADO POR IBERDROLA

AL HEPRZ1

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Separador:** cinta poliéster.
- 7 Cubierta exterior:** mezcla termoplástica a base de poliolefina Z1, tipo DMZ2 (Flamex) no propagadora de la llama de color rojo con dos bandas grises.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>36/66kV</b>								
1x300/75	20080274	20,3	39,6	44,9	51	3500	816	1020
1x500/75	20080046	26,3	46,4	51,7	57,4	4500	918	1148

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>36/66 kV</b>						
1x300/75	440	498	27900 (1 s)	12800 (1 s)	0,1	0,268
1x500/75	579	681	65800 (0,5 s)	17200 (0,5 s)	0,0605	0,328

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## AL VOLTALENE H COMPOSITE 20L 36/66 kV (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS

#### NORMALIZADO POR LAS COMPAÑÍAS DEL GRUPO ENDESA

AL RHZ1-20L

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda taponada de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Obturación longitudinal de la pantalla:** cinta semiconductora hinchante.
- 7 Estanqueidad radial:** cinta de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.
- 8 Cubierta:** poliolefina tipo ST7 grafitada no propagadora de la llama de color negro.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
36/66kV								
1x630/95	20044044	30,2	52	58,5	65,7	5300	1051	1314
1x1000/95	20044054	38,4	60,8	67,3	75,5	7000	1208	1510

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
36/66 kV						
1x630/95	659	788	84000 (0,5 s)	21700 (0,5 s)	0,0469	0,327
1x1000/95	835	1040	133000 (0,5 s)	21700 (0,5 s)	0,0291	0,395

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## AL VOLTALENE H COMPOSITE 20L 36/66 kV (conductor de aluminio) VOLTALENE H COMPOSITE 20L 36/66 kV (conductor de cobre)

### DATOS TÉCNICOS

#### NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA

AL RHZ1-20L

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda taponada de hilos de aluminio o de cobre de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Obturación longitudinal de la pantalla:** cinta semiconductora hinchante.
- 7 Estanqueidad radial:** cinta de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.
- 8 Cubierta:** poliolefina tipo Flamex (DMZ2), libre de halógenos, no propagadora de la llama con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al) / sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>36/66 kV</b>								
1x630(Al)/165	20118620	30,2	48,8	55,4	63,7	5600	1019	1274
1x800(Al)/165	20118622	41	60	67,2	75,9	8000	1214	1518
1x400(Cu)/165	20118621	34,1	52,9	60,1	68,4	11700	1094	1368

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>36/66 kV</b>						
1x630(Al)/165	663	798	82900 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,0469	0,372
1x800(Al)/165	920	1215	157800 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,025	0,461
1x400(Cu)/165	921	1132	161800 (0,5 s)	36900 (0,5 s)	0,022	0,403

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## AL VOLTALENE H COMPOSITE 20L 26/45 kV (conductor de aluminio)

### DATOS TÉCNICOS NORMALIZADO POR RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

AL RHZ1-RA+20L

#### COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor:** cuerda taponada de hilos de aluminio o de cobre de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Obturación longitudinal de la pantalla:** cinta semiconductora hinchante.
- 7 Estanqueidad radial:** cinta longitudinal de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.
- 8 Cubierta:** polietileno de alta densidad tipo DMZ2 (Flamex) con capa exterior semiconductora. Color negro.

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
36/66 kV								
1x1200/200	20111383	41	63,4	71,6	83,2	9100	1331	1664

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	36/66 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	36
Tensión nominal entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	72,5
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	325
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

#### (Valores aproximados)

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito trifásica (A)	Intensidad máxima de cortocircuito monofásico (fase-pantalla) (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
36/66 kV						
1x1200/200	920	1215	160460 (0,5 s)	40000 (0,5 s)	0,024	0,420

\*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

**NOTA:** valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos. Para el cálculo de la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición aplicar la fórmula de la página 231.

**IMPORTANTE:** Para los valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

## FORMULA PARA CALCULAR LA REACTANCIA INDUCTIVA CON LOS CONDUCTORES EN CUALQUIER DISPOSICIÓN

$$X_L = \omega L \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

Donde

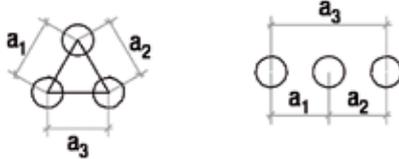
$$\omega = 2 \pi f$$

f: frecuencia (Hz)

$$L = (0,05 + 0,2 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot \text{DMG}}{\varnothing_c} \right)) \cdot 10^{-3} \text{ (H/km)}$$

DMG: distancia media geométrica entre conductores (mm)

$$\text{DMG} = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$



$\varnothing_c$ : diámetro del conductor\* (mm)

\* No confundir con el diámetro del cable.

### DESCRIPCIÓN

#### EMPALME UNIVERSAL CONTRÁCTIL EN FRÍO, (hasta 36/66 kV)

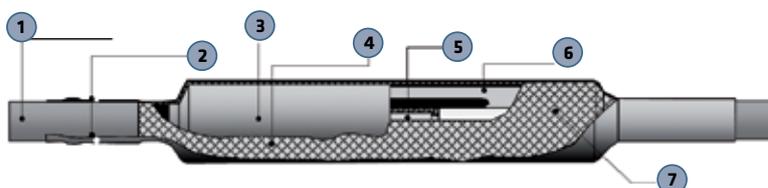
Ref. norma: IEC-60840.

Nivel máximo de tensión: 36/66 kV.



### COMPONENTES

- 1 - Cubierta exterior del cable
- 2 - Cubierta exterior del empalme
- 3 - Semiconductora externa
- 4 - Pantalla alambres, (Cu); del cable
- 5 - Manguito
- 6 - Cuerpo del empalme
- 7 - Malla de Cu/Sn



Modelo	Conductor		Diámetro sobre aislamiento (mm)		Diámetro exterior del cable (mm)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
SIXTY-SPEED-1-00/72.5-T3-P1	13,50	26,80	35,00	49,00	36,30	62,00
SIXTY-SPEED-2-00/72.5-T3-P1	30,80	39,30	46,70	61,90	54,30	80,00
SIXTY-SPEED-3-00/72.5-T3-P1	40,00	42,00	60,00	64,00	90,00	103,00

Secciones admisibles a 26/45 kV	Secciones admisibles a 36/66 kV
240 ÷ 1000 mm <sup>2</sup> para XLPE	150 ÷ 1000 mm <sup>2</sup> para XLPE
300 ÷ 1000 mm <sup>2</sup> para HEPR	185 ÷ 1000 mm <sup>2</sup> para HEPR

### CARACTERÍSTICAS

#### EMPALME CONTRÁCTIL EN FRÍO:

- 100% ensayado eléctricamente en fábrica.
- El sistema de instalación está basado en los conceptos de la media tensión.
- Ligero.
- Se suministra expandido sobre un tubo soporte polimérico para tensiones de 66 kV
- Fácil de instalar, tubo soporte auto-extraíble.
- Rapidez de montaje
- Aplicable a todos los tipos de cable, (XLPE y EPR).
- Protección final del empalme según el tipo de instalación: tubo termorretráctil, tubo contráctil en frío o con capas de protección de poliéster reforzado.

### APLICACIÓN

Modelo	Diámetro sobre aislamiento	Diámetro máximo cubierta exterior
SIXTY-SPEED-1-00/72.5-T3-P1	35,0	62,0
SIXTY-SPEED-2-00/72.5-T3-P1	46,7	80,0
SIXTY-SPEED-3-00/72.5-T3-P1	60,0	103,0

- Secciones admisibles a 26/45 kV (Orientativo).

240 a 1000 mm<sup>2</sup> XLPE  
300 a 1000 mm<sup>2</sup> HEPR

- Secciones admisibles a 36/66 kV (Orientativo).

150 a 1000 mm<sup>2</sup> XLPE  
185 a 1000 mm<sup>2</sup> HEPR

## COLDFIT TERMINACIÓN 72,5 KV (IEC) / 69 KV (IEEE)

### DESCRIPCIÓN

#### TERMINACIÓN CONTRÁCTIL EN FRÍO

Ref. norma: IEC-60840 e IEEE-404

- Terminación de silicona contráctil en frío expandido en fábrica.
- Diseño prefabricado instalados en fábrica con componentes de sellado de humedad.
- Diseño modular permite distintas líneas de fuga.
- Conector de tortillería fusible.
- Sin necesidad de herramientas especiales.
- Muy pocos componentes en el kit.
- Producto optimizado: Excelente resultados anti-tracking y anti-humedades, hacen de esta terminación adecuada para la instalación en condiciones ambientales muy pesadas (niebla salina, radiación solar y contaminación).



### COMPONENTES

#### 1 - Cuerpo de aislamiento

Elemento contráctil en frío, fabricado en goma de silicona y expandida en soporte de espiral.

#### 2 - Cono deflector de campo eléctrico

Diseñado para asegurar el control de campo de tensión, adecuado para todos los cables y fabricado en goma de silicona semiconductor.

#### 3 - Tubo de sellado superior e inferior (conductor/tierra)

Elemento contráctil en frío, fabricado en goma de silicona y expandida en soporte de espiral.

#### 4 - Cinta HP

Cinta de alta permitividad.

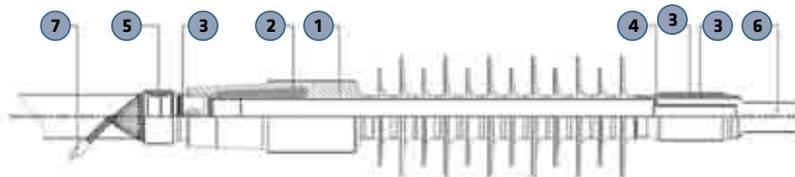
#### 5 - Masilla de sellado y cinta de silicona

Masilla de sellado y cinta de silicona para asegurar la estanqueidad.

#### 6 - Terminal del conductor

Apto para cable o aluminio.

#### 7 - Dispositivo de conexión a tierra



### CARACTERÍSTICAS

#### TERMINACIÓN CONTRÁCTIL EN FRÍO:

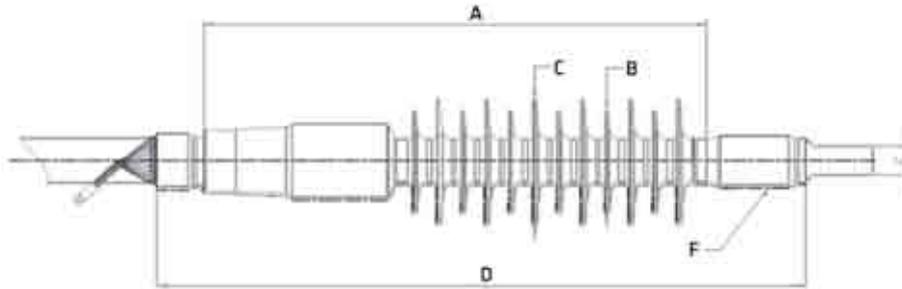
- **Fácil de instalar:** sin necesidad de herramientas especiales, sin necesidad de llama.
- **Montaje rápido:** El sistema de instalación está basado en los conceptos de media tensión del kit de instalación.
- **Soportes extraíbles:** Terminación expandida en un soporte de plástico.
- Adecuado para aplicaciones en interior y exterior, instalación en condiciones climáticas extremas, radiación solar y contaminación.
- Posición vertical o inclinada.
- **100% probado en fábrica:** Sometido a pruebas eléctricas y descargas de mediciones parciales antes de enviar.
- **2 años** de vida útil..

### APLICACIÓN

- Terminación para cables extruidos unipolares (**XLPE** o **EPR**).
- Conductor de cobre (**Cu**) o Aluminio (**Al**).
- Pantalla de hilos de cobre o con lámina de aluminio.
- Secciones del cable: de **150 mm<sup>2</sup> (300 kcmil)** hasta **1200 mm<sup>2</sup> (2400 kcmil)**.
- Tensiones: 36/69 (72.5 kV) (**IEC**) y 39.8/69 kV (BIL 350 kV cresta) (**IEEE**).

## COLDFIT TERMINACIÓN 72,5 KV (IEC) / 69 KV (IEEE)

### DIMENSIONES GENERALES



### RANGO DE APLICACIÓN IEC (mm<sup>2</sup>)

IEC Máx. Tensión	MODELO COLDFIT	Sección (mm <sup>2</sup> )	Aislamiento Mín-Máx(mm)	Diámetro Ext. Máx.(mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	F línea de fuga (mm)
72,5 kV	1	150-500	33,5-1,92	57,0	750	146	186	1000	>2250
72,5 kV	2	500-1200	42,8-66,0	74,0	750	156	196	1000	>2250

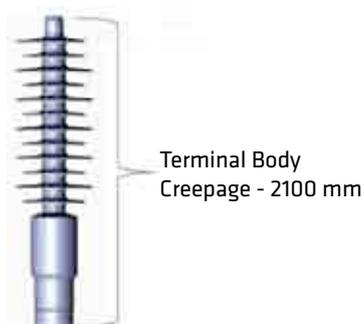
### RANGO DE APLICACIÓN IEEE (kcmil)

IEEE Máx. Tensión	MODELO COLDFIT	Sección (kcmil)	Aislamiento Mín-Máx(mm)	Diámetro Ext. Máx.(mm)	A (in)	B (in)	C (in)	D (in)	F línea de fuga (in)
69 kV	1	300-1000	1,31-1,92	2,24	29,52	5,74	7,32	39,37	>88,58
69 kV	2	1000-2400	1,68-2,59	2,91	29,52	6,14	7,71	39,37	>88,58

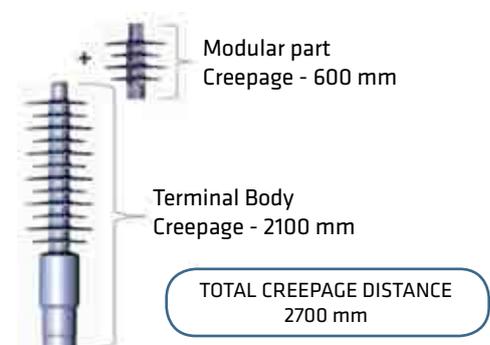
### OPCIONES ADICIONALES

**-Línea de fuga modular:** disponibilidad de varias líneas de fuga, según la norma IEC 60815.

Alto nivel de contaminación (Nd)



Muy alto nivel de contaminación (Nd)







PRYSMIAN SPAIN, S.A.  
Ctra. C-15, km 2  
08800 Vilanova i la Geltrú, Spain  
[www.prysmiangroup.com](http://www.prysmiangroup.com)

The logo for Prysmian Club, featuring the stylized graphic from the main logo above the word "PRYSMIAN" and the word "Club" in a large, bold, sans-serif font below it.  
[www.prysmianclub.es](http://www.prysmianclub.es)

Síguenos en:

[www.prysmiangroup.es](http://www.prysmiangroup.es)

Teléfono de Atención al Cliente: 902 146 006

A brand of the  
**Prysmian**  
Group