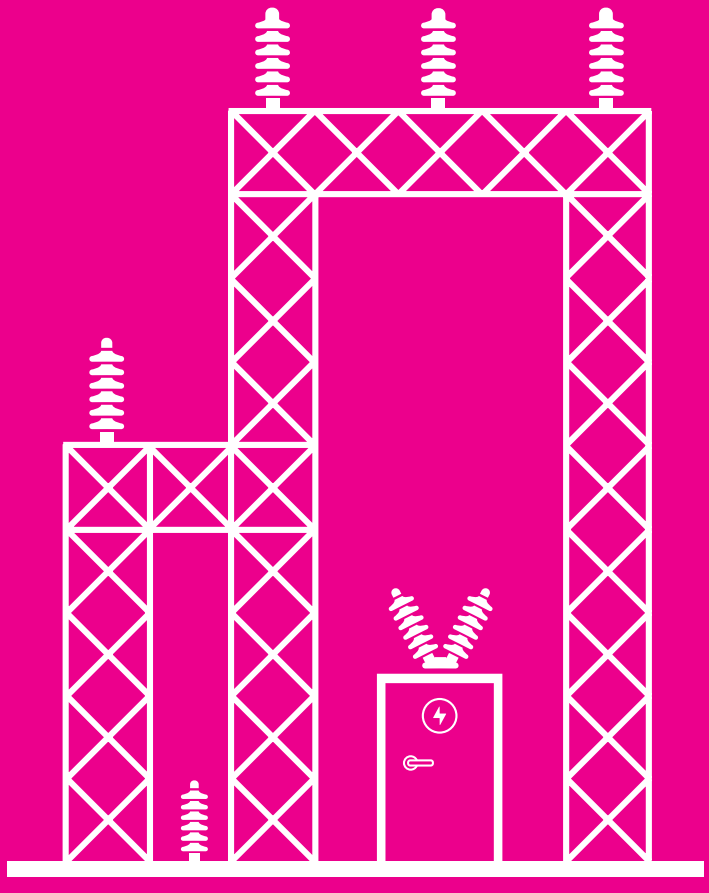
EL LIBRO BLANCO DE LA INSTALACIÓN

Edición 2023 V1

Manual técnico y práctico de cables y accesorios
Media Tensión



Prysmian Group

Linking the Future

Prysmian

EL LIBRO BLANCO DE LA INSTALACIÓN

Manual técnico y práctico de cables y accesorios
Media Tensión

EL LIBRO BLANCO DE LA INSTALACIÓN
Manual técnico y práctico de cables y accesorios
Media tensión

Edición: diciembre 2022

Publicado por PRYSMIAN CABLES SPAIN S.A.U.
Ctra. C-15, km 2 · 08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona)
+34 93 220 14 92
atención.clientes@prysmiangroup.com
www.prysmiangroup.es
www.prysmianclub.es

Reservados todos los derechos.

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright.

La infracción de dichos derechos puedes constituir un delito contra la propiedad intelectual.

Prysmian Cables Spain, S.A.U. se reserva el derecho de modificar el contenido de este catálogo, en cualquier momento y sin previo aviso.

Impreso en España.

Media Tensión



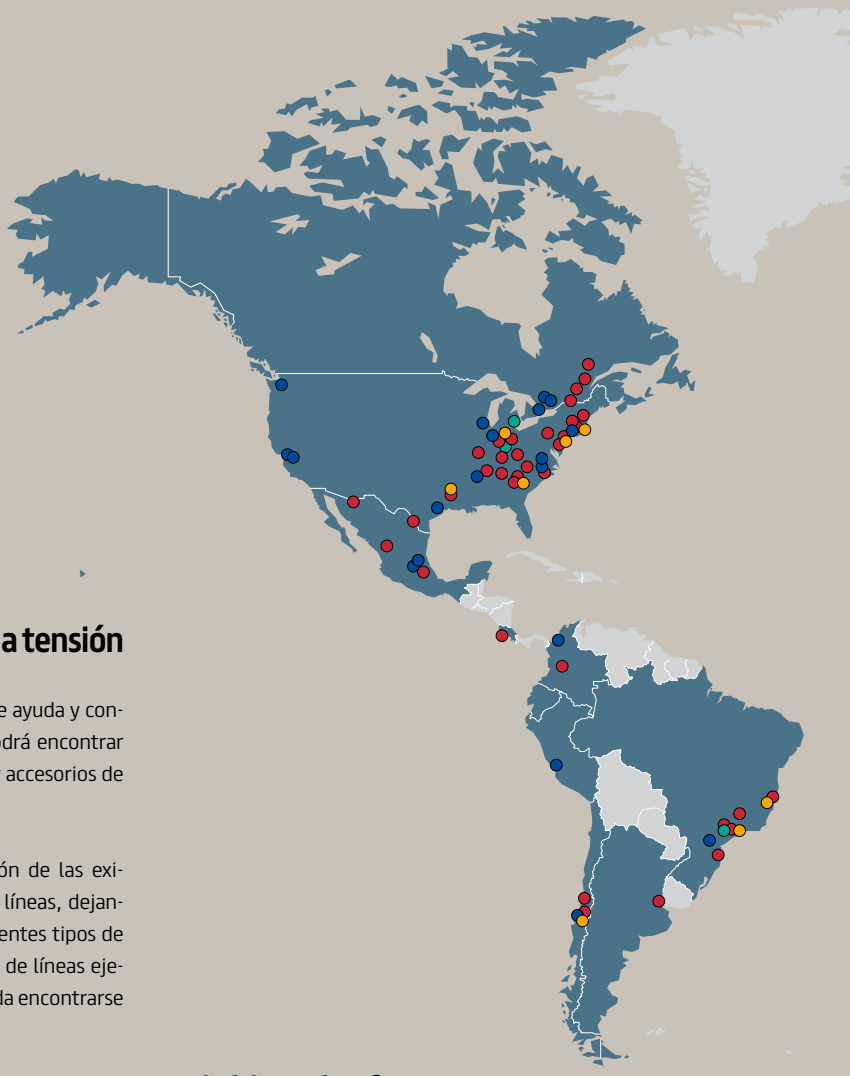
Prysmian Group

Linking the Future

Prysmian Group

En el mundo

108 plantas
50 países
29.000 empleados
26 centros de I+D



Cables y accesorios para media tensión

Este manual técnico y práctico es un libro de ayuda y consulta para el profesional eléctrico dónde podrá encontrar las principales características de los cables y accesorios de Prysmian para Media Tensión.

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. Seguidamente , una serie de cálculos de líneas ejemplifican diferentes situaciones que pueda encontrarse el proyectista.

A continuación, figura el apartado de cables para Compañías Eléctricas pensando para la consulta rápida de los cables más frecuentes en la instalación, para pasar a la explicación cualitativa (y sobre todo cuantitativa) de las dos grandes familias de cable para Media Tensión, EPROTENAX y VOLTALENE en todas sus formaciones y tensiones posibles.

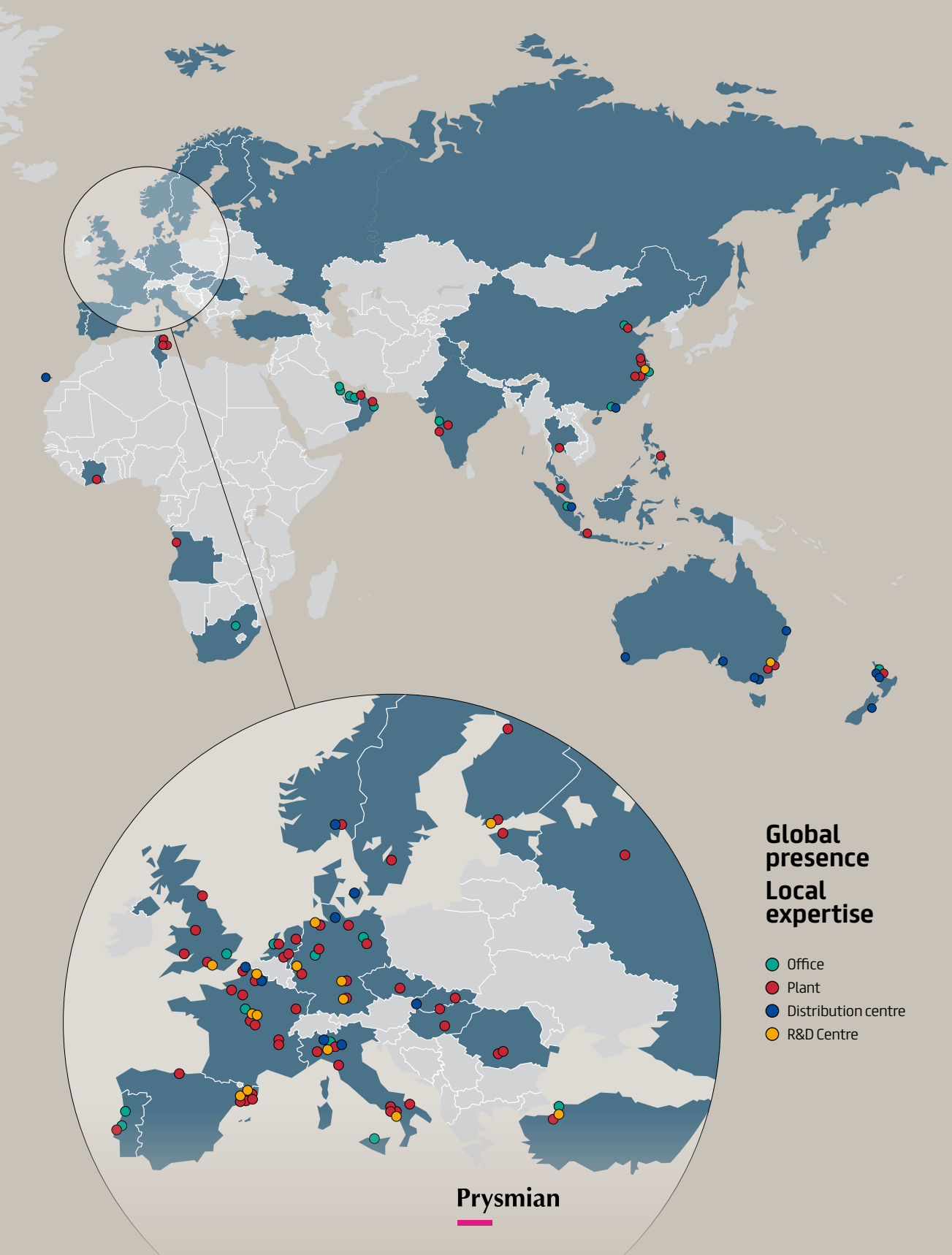
Como fabricantes de sistemas, el manual también recoge las fichas técnicas de los principales accesorios para Media Tensión. Existe un apartado final en el que encontrará los datos técnicos de cables y accesorios para 26/45 kV y 36/66 kV.

En Prysmian Cables Spain deseamos que este libro haga más fácil la tarea del diseño de líneas eléctricas para Media Tensión.

Linking the future

Con 26 centros de investigación y desarrollo, el Grupo Prysmian es un referente en innovación, siempre 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 con alta exigencia técnica.

Diseños exclusivos como el P-Laser para Media Tensión, el diseño e instalación de enlaces submarinos o el desarrollo de equipos de comprobación de aislamientos para sistemas de Alta Tensión, sin necesidad de interrumpir el sumnistro eléctrico (PRY-CAM), son el fruto de una dedicada apuesta por la mejora constinua y la búsqueda de nuevas soluciones.


Global presence
Local expertise
Office
Plant
Distribution centre
R&D Centre
Prysmian

1. Índice

1. INTRODUCCIÓN TÉCNICA

1.1. Generalidades 12
1.2. Guía para la selección de cables y recomendaciones 13
1.2.1. Introducción 13
1.2.2. Tensión asignada del cable 14
1.2.3. Criterio de cálculo de la sección por intensidad máxima admisible 15
1.2.4. Criterio de cálculo de la sección por caida de tensión 19
1.2.5. Criterio de cálculo de la sección por intensidad de cortocircuito 20
1.2.6. Accesorios 20
1.2.7. Recomendaciones para el tendido y montaje 20
1.2.8. Cables especiales para Media Tensión 22
1.3. Características estructurales 23
1.3.1. Normativa 23
1.3.2. Definiciones y descripciones 23
1.4. Cables de MT con propiedades frente al fuego mejoradas, Clases E_{ca} (Seguridad) y C_{ca}-s1b,d2,a1 (Alta Seguridad) 31
1.4.1. Las clases de los cables eléctricos 31
1.5. Ensayos 38
1.5.1. Pruebas sobre cables en fábrica 38
1.6. Sistema exclusivo PRY-CAM, comprobación de aislamientos para MT y AT sin interrupción de suministro 39
1.6.1. Características del sistema 39
1.6.2. Ventajas 39
1.6.3. Aplicaciones 40
1.7. Ejemplos de cálculo de sección 41
1.7.1. Ejemplos de cálculo de sección en MT (utilización de datos del catálogo) 41
1.7.2. Cálculo de sección por intensidad admisible. Ejemplo de aplicación de coeficientes de corrección 43
1.7.3. Ejemplo de cálculo de caída de tensión 48
1.7.4. Ejemplo de cálculo de sección por cortocircuito 50
1.7.5. Ejemplo de cálculo de sección a 35 kV con resultado de varios conductores por fase 54
1.7.6. Ejemplo de cálculo de sección económica y sección ecológica 58
1.7.7. Ejemplo de cálculo eléctrico de una línea aérea de MT corta 62

2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS CABLES MÁS HABITUALES PARA MT

Al EPROTENAX H COMPACT Al HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola) 69
HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) (normalizado por Iberdrola) 73
AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-0L (normalizado por Endesa) 77
AL VOLTALENE H COMPACT (S) - AL RH5Z1-0L (S) (normalizado por Endesa) 81
AL VOLTALENE H - AL RHZ1-0L (normalizado por Endesa) 85
AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-0L (S) (normalizado por Endesa) 90
RHZ1-0L AL AFUMEX (AS) (normalizado por Endesa) 94
TAP AL VOLTALENE H - AL RHZ1-20L (normalizado por Naturgy) 98
TAP AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-20L (S) (normalizado por Naturgy) 102
RHZ1-20L AL AFUMEX (AS) (normalizado por Naturgy) 106
AL VOLTALENE H - LXHIOZ1 (cbe) (normalizado por E-REDES/EDP) 110
LXHIOZ1 (cbe, frt) AL AFUMEX (AS) (normalizado por E-REDES/EDP) 114
AFUMEX CLASS PRIMARIO BALIZAS (AS) - RHZ1 (AS) (normalizado por AENA) 118
CABLE ARMADO UNIPOLAR 121
CABLE ARMADO TRIPOLAR 123

3. CABLES TIPO EPROTENAX H COMPACT (aislamiento de HEPR)

3.1. Designación de los cables EPROTENAX H COMPACT 128
3.2. Equivalencia entre designaciones PRYSMIAN para cables EPROTENAX H COMPACT y designaciones UNE 129
3.3. Diámetros bajo aislamiento de cables EPROTENAX H COMPACT (unipolares y tripolares) 130
3.4. Diámetros exteriores y pesos de cables EPROTENAX H COMPACT 131
3.5. Tablas de datos técnicos de cables EPROTENAX H COMPACT 138
3.6. Corriente máxima admisible de corriente de cortocircuito en el conductor para los cables tipo EPROTENAX H COMPACT 147

4. CABLES TIPO VOLTALENE (aislamiento de XLPE)

4.1. Designación de los cables VOLTALENE 150
4.2. Equivalencia entre designaciones PRYSMIAN para cables VOLTALENE y designaciones UNE 151
4.3. Diámetros bajo aislamiento de cables VOLTALENE (unipolares y tripolares) 152
4.4. Diámetros exteriores y pesos de cables VOLTALENE 153
4.5. Tablas de datos técnicos de cables VOLTALENE 160
4.6. Corriente máxima admisible de cortocircuito en el conductor para los cables tipo VOLTALENE H 169

5. ACCESORIOS PARA CABLES TIPO EPROTENAX H COMPACT Y VOLTALENE

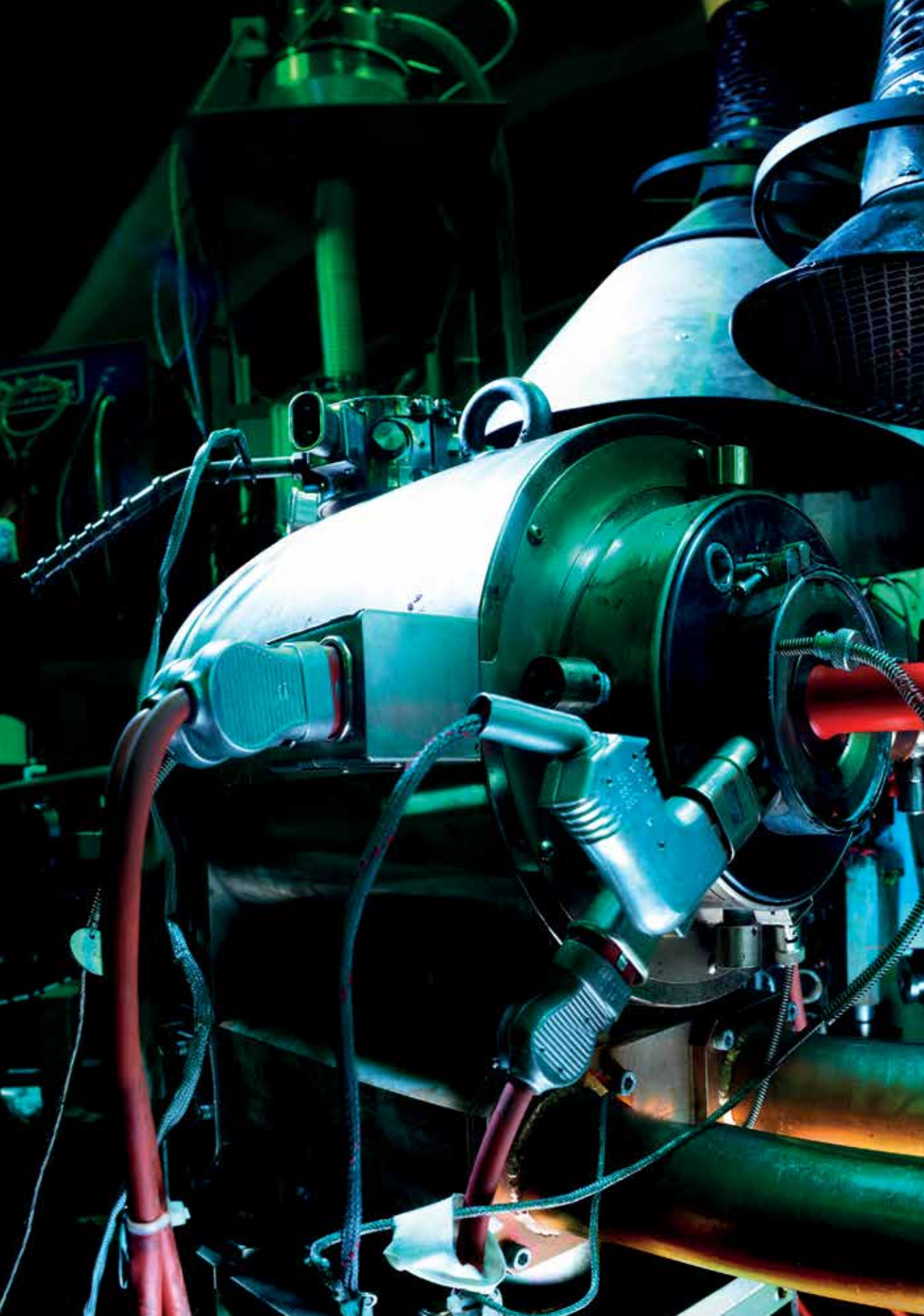
5.1. Guía de selección de accesorios 172
5.2. Terminación ELASTICFIT TMF-R (denominación internacional ELTImb) 174
5.3. Terminación interior ELASTICFIT TMF-I ELTI (denominación internacional ELTI) 176
5.4. Terminación exterior ELASTICFIT TMF-E ELTO (denominación internacional ELTO) 178
5.5. Terminación CDTO (exterior) 180
5.6. Terminación SFT hasta 36 kV 184
5.7. Empalme Elaspeed contráctil en frío EPJM-EC y EPJM-ZHF2 187
5.8. Interfases para conectores separables 190
5.9. ELASCON MSCS-250A (conector separable recto) 191
5.10. ELASCON MSCE-250A (conector separable ACODADO) 194
5.11. ELASCON MSCS-400A (conector separable RECTO) 197
5.12. ELASCON MSCE-400A (conector separable ACODADO) 200
5.13. ELASCON MSCT-630A (conector separable en T) 203
5.14. ELASCON MSCEA-630A (conectador en T asimétrica) 206
5.15. FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 (conector separable en T) 209
5.16. FORMFIT TPEI-250A (aislador enchufable) 214
5.17. FORMFIT PF1-250A (pasatapas) 216
5.18. Formfit PF2-400, PF3-400, PF2-400-R, PF3-400-R (pasatapas) 218
5.19. FORMFIT 250A (accesorios) 220
5.20. FORMFIT 400A (accesorios) 222
5.21. CONNEX size 3-S XL (cono interior, conector enchufable) 223
5.22. Tubo Termospeed PTPE (para embarrado) 225
5.23. Abrazaderas plásticas 227
5.24. Cinta P1000 228
5.25. Cinta BUPRYS 229
5.26. Cinta PBA-1 230
5.27. Conectores para instalaciones solares fotovoltaicas TECPLUG 231
5.28. Útiles preparación puntas de cable 233
5.29. Kit pantalla de aluminio 238
5.30. Maletín multifuncional AL-MT para cables con pantalla de aluminio 239
5.31. Confección puesta a tierra para cables con pantalla de aluminio 240

6. CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ

6.1. Cable unipolar aislado reunido en haz AL VOLTARRET HACES GY (normalizado por las compañías del Grupo Endesa) 244

7. CABLES Y ACCESORIOS HABITUALES PARA 26/45 kV y 36/66 kV

7.1. EPROTENAX HEPRZ1 y EPROTENAX HEPRZ1 (AS) 26/45 kV (normalizado por Iberdrola) 248
7.2. VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV (normalizado por Grupo ENDESA) 249
7.3. VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV (normalizado por NATURGY) 250
7.4. EPROTENAX HEPRZ1 y EPROTENAX HEPRZ1 (AS) 36/66 kV (normalizado por IBERDROLA) 251
7.5. VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 36/66 kV (normalizado por Grupo ENDESA) 252
7.6. VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 36/66 kV (normalizado por NATURGY) 253
7.7. VOLTALENE RHE-RA+2OL y VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (AS) 36/66 kV (normalizado por RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA) 254
7.8. Fórmula para calcular la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición 255
7.9. Empalme SIXTY-SPEED CSJ-CSJX 72,5 kV 256
7.10. Terminación Coldfit 72,5 kV (IEC) /69 kV (IEEE) (para cables con aislamiento extruido) 258
7.11. Training accesorios 260



1. Introducción Técnica



Prysmian Group

1.1. 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 asignada:

Redes trifásicas de corriente alterna con tensión nominal de la red superior a 1 kV y sin exceder de 30 kV (tercera categoría)

Tensión nominal de la red (Un) 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 de la red superior a 30 kV y sin exceder de 220 kV (segunda y primera categoría)

Tensión nominal de la red (Un) kV	Tensión máxima (Um) kV
45	52 (2ª CAT)
66	72,5 (2ª CAT)
132	145 (1ª CAT)
220	245 (1ª CAT)

En esta publicación no se incluyen los datos correspondientes a los cables de tensión asignada superior a los 18/30 kV, salvo el anexo final sobre cables y accesorios para 26/45 kV y 36/66 kV.

Además de los cables expuestos en este catálogo, Prysmian Spain fabrica otros diseños bajo demanda, como pueden ser: cables para tendidos sumergidos, para servicios móviles, cables híbridos para energía y comunicaciones, cables con repelentes de termitas, de roedores, etc. Consúltenos.

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 7870-4.10, la estadounidense ICEA S-93-639 (de amplia influencia en el continente americano), la sudafricana SANS 1339 (importante referente africano), la mexicana NMX-J-142-ANCE o la portuguesa DMA-C33-251. Consúltenos para ampliar información.

1.2. Guía para la selección de cables y recomendaciones

1.2.1. 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 H COMPACT, VOLTALENE H y AFUMEX (AS) para 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), tipo EPROTENAX H COMPACT y HEPRZ1 AFUMEX (AS):

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.

Ventajas de los cables EPROTENAX H COMPACT y HEPRZ1 AFUMEX (AS) frente a los cables VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con aislamiento XLPE.

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

	Intensidad de corriente* (A)							
Sección (en mm²)	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 y en contacto.

• Mejor respuesta a la acción del agua; por su aislamiento de goma formulación Prysmian.
• 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), tipo VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con aislamiento XLPE:

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, así como un menor diámetro exterior gracias a su diseño compacto en el caso del tipo AL VOLTALENE H COMPACT.

Los cables tipo AL VOLTALENE H (AL RHZ1-0L), AL RHZ1-0L AFUMEX (AS), AL VOLTALENE H COMPACT (AL RH5Z1-0L) y AL RH5Z1-0L AFUMEX (AS) tienen una barrera contra la propagación longitudinal de la humedad en la pantalla.

Los cables tipo TAP AL VOLTALENE H (AL RHZ1-20L) y AL RHZ1-0L AFUMEX (AS) normalizados por Naturgy presentan doble obturación longitudinal contra la humedad, en el conductor y sobre la pantalla.

1.2.2. Tensión asignada del cable

La tensión asignada del cable (antes llamada tensión nominal*) 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 asignada 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 (Um), 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 asignada del cable a utilizar.
Como puede observarse, la elección de la tensión asignada 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			Tensión asignada del cable a utilizar Uo/U (kV)
Tensión nominal de la red* Un (kV)	Tensión más elevada de la red Um (kV)	Categoría de la red	
3	3.6	A-B	1.8/3
		C	3.6/6
6	7.2	A-B	
		C	6/10
10	12	A-B	
		C	8.7/15
15	17.5	A-B	
		C	12/20
20	24	A-B	
		C	15/25
25	30	A-B	
		C	18/30
30	36	A-B	
		C	26/45

*El concepto tensión nominal sigue estando vigente pero se emplea para la tensión de red.

Criterios para la determinación de la sección de cables para media tensión (hasta 18/30 KV)

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.

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 H COMPACT y tipo VOLTALENE H), después se controlará la sección según el criterio 2, y por último, se verificará el criterio 3). Ver ejemplos de cálculo del apartado 1.7.

1.2.3. Criterio de cálculo 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.

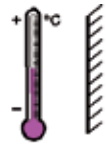
b) Instalación enterrada (directamente o bajo tubo):
- Temperatura del terreno, 25 °C
- Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar.
- Terreno de resistividad térmica: 1,5 K · m/W.
- Profundidad de la instalación: 1 m.

La temperatura máxima de trabajo de los cables está prevista en 90 °C para cables VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con aislamiento XLPE, 105 °C para EPROTENAX H COMPACT y AFUMEX (AS) con aislamiento de HEPR. 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 de 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

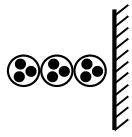
Temperatura máxima en el conductor Θ_s, en °C	Temperatura ambiente Θ_a, en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
105 (EPROTENAX H COMPACT)	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83
90 (VOLTALENE H)	1,27	1,23	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78

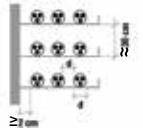
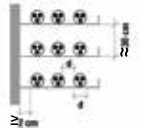
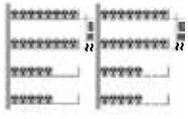
2 - Cables instalados al aire en canales o galerías:

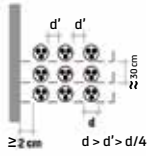
Se observa que en ciertas condiciones de instalación (canalizaciones, galerías, etc.) el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire.

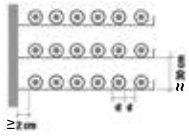
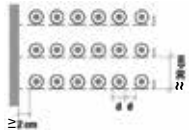
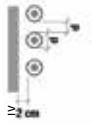
La magnitud de este aumento depende de diversos factores y debe ser determinado en cada caso. Para una valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobreelevación de temperatura es del orden de 15 °C. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los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

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

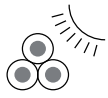


Montaje	Instalación	Bandejas	Factor de corrección según número de cables o ternas				
			1	2	3	6	9
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas continuas, la circulación del aire es restringida, con una separación entre los cables igual a un diámetro d. Distancia de la pared ≥ 2 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 ≥ 2 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 dela pared ≥ 2 cm.	1	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	1	0,84	0,80	0,75	0,73
		2	1	0,80	0,76	0,71	0,69
		3	1	0,78	0,74	0,70	0,68
		6	1	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.	1	0,95	0,78	0.73	0,68	0,66

Montaje	Instalación		1	2	3	>3
	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	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

Montaje	Instalación	Bandejas	Factor de corrección según número de cables o ternas		
			1	2	3
	Cables unipolares, tendidos sobre bandejas continuas (la circulación de aire es restringida) con separación entre cables igual a un diámetro d.	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
	Cables unipolares sobre bandejas perforadas con separación entre cables igual a un diámetro d.	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
	Cables unipolares tendidos sobre estructura o sobre pared, unos sobre otros, con separación entre cables igual a un diámetro d. Distancia de la pared ≥ 2 cm.	Número de ternas		Factor de corrección	
		2		0,91	
		3		0,89	
	Cables unipolares tendidos sobre estructura o sobre pared, unos sobre otros, con separación entre cables igual a un diámetro d.	Número de ternas		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. Nunca debe ser superior a 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

Instalación enterrada:

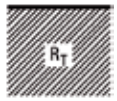
1 - Cables enterrados en terrenos con temperatura del mismo distinta de 25 °C:



Coeficientes de corrección

Temperatura máxima en el conductor Θ_c, en °C	Temperatura ambiente Θ_a, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (EPROTENAX H COMPACT)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (VOLTALENE H)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

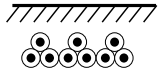
2 - Cables enterrados directamente o en conducciones en terrenos de resistencia térmica diferente a 1,5 K.m/W.

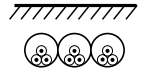


Coeficientes de corrección

Tipo de instalación	Sección del conductor	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
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	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

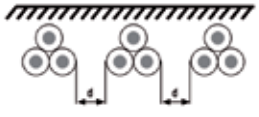
3- Cables trifásicos o ternas de cables agrupados bajo tierra.





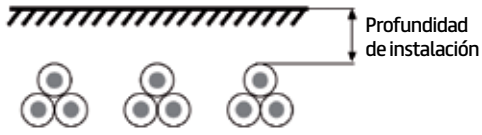
Coeficientes de corrección

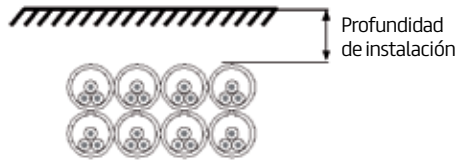
Tipo de instalación	Separación de las ternas	Factor de corrección								
		Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	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 figura en los siguientes dibujos:





Coeficientes de corrección

Profundidad (m)	Cables directamente enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm²	> 185 mm²	≤ 185 mm²	> 185 mm²
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

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, si el tubo se rellena con aglomerados especiales, 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 tripolar no será inferior a 1,5. Cuando sea necesario instalar una terna de cables unipolares 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 (cables tipo EPROTENAX H COMPACT) y VIII y VIII bis (cables tipo VOLTALENE), 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.
Se deberá seguir una ordenación adecuada de las ternas de conductores (ver recomendaciones de tendido y montaje).

1.2.4. Criterio de cálculo de la sección por caida de tensión

Control de la caída de tensión.

La caida 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 VI, VII y VIII (cables tipo EPROTENAX H COMPACT) y VI y VII (cables tipo VOLTALENE). Ver ejemplo de cálculo 1.7.3.

1.2.5. Criterio de cálculo 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^2.

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 para cables VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con aislamiento de XLPE, es de 143 y 94, según se trate de cables con conductores de cobre o de aluminio y 135 y 89 para cables EPROTENAX H COMPACT y AFUMEX (AS) con aislamiento de HEPR y conductores de cobre o 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 las tablas de los apartados 3.6 y 4.6.
- Las corrientes de cortocircuito máximas tolerables en las pantallas se reflejan en las tablas XI y XII (cables EPROTENAX H COMPACT) y tablas X y XI (cables VOLTALENE H). Ver ejemplo de cálculo 1.7.4.

1.2.6. Accesorios

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

Como un empalme, un terminal o conector separable deben tratar de conservar todo lo posible las características físicas del cable al que se aplican. Se realizan con la máxima simplicidad y fiabilidad, empleando materiales similares a los utilizados en la fabricación de los cables. El sistema de cable Prysmian con accesorios Prysmian (de fabricación propia) son una garantía para las instalaciones.

Durante el montaje de estos accesorios es de fundamental importancia eliminar la capa semiconductora aplicada sobre el aislamiento sin afectar lo más mínimo a este último con las herramientas de corte y/o extracción. Este paso es crítico para el buen funcionamiento de la línea (ver apartado accesorios para cables).

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 semiconductora que queda. Los cables Prysmian 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

1.2.7. Recomendaciones para el tendido y montaje

Los radios mínimos de curvatura que el cable puede adoptar se pueden calcular en función del diámetro exterior del cable (D):

• 15D o 10(D+d), para los cables unipolares apantallados (con o sin armadura) en posición final definitiva. 20D durante el tendido

• 12D, para los cables multipolares apantallados (con o sin armadura) en posición final definitiva. 17D durante el tendido

• 16D para cables de 26/45 kV y 36/66 kV en posición final definitva.





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 kg/mm² de sección del conductor) para cables unipolares y de 5 kg/mm² para cables tripolares de cobre.

Para conductores de aluminio se aplicará un esfuerzo de 3 kg/mm² 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.

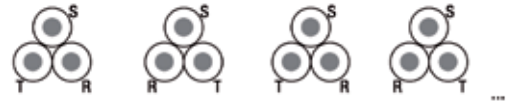
Los valores de tensión de tracción expuestos son de aplicación para tendidos pero no para la posición final estática del cable (recorridos verticales) en cuyo caso los valores máximos son muy inferiores.

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 °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 °C manteniéndolo en recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

1.2.8. Cables especiales para media tensión

En PRYSMIAN 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



Buques



Aeropuertos
Alta seguridad (clase Cca-s1b, d2, a1)



Túneles
Alta seguridad (clase Cca-s1b, d2, a1)



Minas
Alta seguridad (clase Cca-s1b, d2, a1)



Tuneladoras y rozadoras
Alta seguridad (clase Cca-s1b, d2, a1)



Off-shore
Alta seguridad (clase Cca-s1b, d2, a1)



Infraestructuras ferroviarias
Alta seguridad (clase B2ca-s1a, d1, a1 y Cca-s1b, d2, a1)

1.3. Características estructurales

1.3.1. Normativa

PRYSMIAN CABLES SPAIN S.L.U. tiene concedida la homologación de AENOR, correspondiente a cables unipolares con aislamiento seco de 12/20 kV y 18/30 kV, para redes de media tensión. 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 y UNE 211620. PRYSMAN también tiene la homologación AENOR para cables de tensión 6/10 KV y 8,7/15 KV según UNE-HD 620.

Sección del conductor (mm^2)
50 (Al)
95 (Al)
150 (Al)
240 (Al)
400 (Al)
500 (Cu)
630 (Al y Cu)

Estos cables se construyen mediante el proceso denominado de triple extrusión, con la capa semiconductora externa separable en frío, tipo TESF. Incorporan una pantalla metálica de alambres de cobre de sección total 16 o 25 mm^2 o de cinta de aluminio 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.

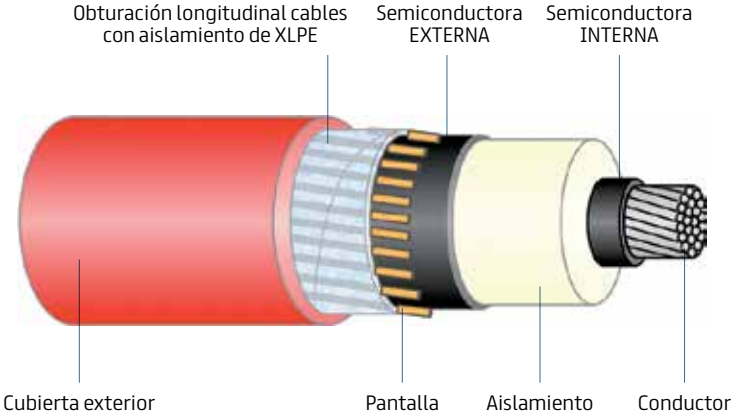
Los cables relacionados en el presente catálogo también satisfacen la norma IEC 60502-2 para "Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 6 kV a 30 kV", lo que incluye cualidades de los materiales que configuran cada uno de los componentes del cable, criterios de diseño, características dimensionales, así como los requisitos eléctricos que se les exige.

Los tipos de cables considerados son de las tensiones y secciones siguientes:

Tensión asignada (kV)
6/10
8,7/15
12/20
18/30

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

1.3.2. Definiciones y descripciones

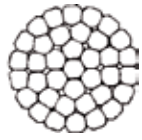


A. Conductor

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.



Conductor,
cuerda redonda normal



Conductor,
cuerda redonda compacta

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.

B. Capa semiconductora interna

En los cables EPROTENAX H COMPACT, VOLTALENE H y AFUMEX (AS), 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 no se separa del aislamiento 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 solicitación eléctrica en el aislamiento.

C. Aislamiento

El aislamiento de los cables EPROTENAX H COMPACT y AFUMEX (AS) con aislamiento de HEPR 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. 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 H y AFUMEX (AS) con aislamiento de XLPE 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 (XLPE) 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 UNE-HD 620-9E, la UNE-HD 620-10E, la UNE 211620 y la norma internacional IEC 60502-2. En la tabla I figura un resumen de sus características.

Identificación de las almas

El etileno propileno de alto módulo empleado en el aislamiento de los cables EPROTENAX H COMPACT y AFUMEX (AS) con aislamiento de HEPR ó el polietileno químicamente reticulado empleado en el aislamiento de los cables VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con aislamiento de XLPE 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 semiconductora externa y la pantalla metálica.

D. 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, por tanto, conductora.

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 redunda 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.

También existe la posibilidad de la capa semiconductora externa "FULLY BONDED" para los cables según IEC. Esta opción precisa de aporte de calor para su retirada.

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 semiconductoras**, y dadas las características de los materiales utilizados en la confección de dichas mezclas, se suprime el riesgo de ionización en las interfases. Esta tecnología confiere una calidad añadida a los cables PRYSMIAN, prolongando la vida útil de la instalación.

E. Pantalla

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.

Los cables EPROTENAX H COMPACT de tensión superior a 3,6/6 kV deben ser apantallados y los cables VOLTALENE H 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 H COMPACT de tensión 1,8/3 kV y 3,6/6 kV y VOLTALENE H 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 (hilos de cobre, cinta de aluminio, cintas de cobre...) 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.

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 (para cables EPROTENAX H COMPACT y para cables VOLTALENE H ver tablas X y XI de su apartado).Bajo demanda se pueden fabricar cables con pantallas de mayor sección.

F. Protecciones contra la humedad (sólo cables tipo VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con aislamiento de XLPE)

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. Una eventual perforación de la cubierta no impedirá la penetración de agua, pero si 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). Para evitarlo lo más habitual es la utilización de barreras hinchantes en forma de cintas que bloqueen la propagación del agua a lo largo del cable por huecos de la pantalla o de la cuerda conductora. Los cables normalizados por las compañías del grupo Endesa son obturados frente al agua

en su pantalla (obturación longitudinal → AL RHZ1-OL, antiguo diseño y AL RH5Z1-OL, diseño actual) y los normalizados por Naturgy en su pantalla y en su conductor (doble obturación longitudinal → AL RHZ1-**20L**).

En el caso de la obturación 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). Las cintas 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 H COMPACT y AFUMEX (AS) con aislamiento de HEPR 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.

Otra posibilidad para impedir la penetración radial del agua consiste en aplicar una cinta de aluminio longitudinalmente, solapada y sellada. Esta cinta se adhiere fuertemente a la cubierta exterior en los cables tipo VOLTALENE H COMPACT o AFUMEX (AS) con aislamiento de HEPR. Si la sección eléctrica 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.

Las protecciones de cinta de aluminio longitudinal sellada, que configuran la protección radial del cable a la penetración del agua, se complementan, generalmente con cintas hinchantes de material higroscópico.

G. 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 lateral en los intersticios de los conductores y eventualmente una capa, extruídos, de un material apropiado que pueda ser fácilmente eliminado cuando hay que confeccionar empalmes o terminales.

H. Cubierta interior (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.

I. Armadura (sólo para cables armados)

Las armaduras de los cables EPROTENAX H COMPACT y VOLTALENE H y AFUMEX (AS) 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 cinta a 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.
- Aumento de la tensión máxima de tracción del cable.

Los tipos de armadura utilizados en los cables de las series EPROTENAX H COMPACT, VOLTALENE H y AFUMEX (AS) son los siguientes:

Para cables tripolares:
- Dos flejes de hierro solapados (tipo F).
- Una corona de alambres de acero (tipo M).

Para cables unipolares:
- Dos flejes de aluminio solapados y sus aleaciones (tipo FA).
- Una corona de alambres de aluminio y sus aleaciones (tipo MA).

J. 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 Flamex hasta -25 °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.

Cubierta Vemex (DMZ1) (Cables clase F_{ca})

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 y 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 caracteríticas mecánicas y resistencia al medio ambiente activo excepcionales, permitiendo un mayor abanico de aplicaciones. Los cables EPROTENAX H COMPACT y VOLTALENE H 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.

Los cables con cubierta Vemex (DMZ1) cumplen con la calidad exigida en UNE-HD 620 y UNE 211620 con la especificación de cubierta tipo ST7 según IEC 60502-2

La clase F_{ca} representa que el cable no tiene comportamiento frente al fuego declarado.

Cubierta Flamex (DMZ2) (Cables clase E_{ca} y C_{ca}-s1b,d2,a1)

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 de alta seguridad (AS) que confieren a los cables las propiedades necesarias para superar ensayos específicos de fuego.

El Reglamento de Productos de Construcción (CPR) estableció nuevos criterios para la evaluación de la reacción al fuego de los cables en la UE (Ver apartado 1.4.). El referente de alta seguridad (AS) en MT se corresponde con la clase C_{ca}-s1b, d2, a1, lo que representa superar los siguientes ensayos:

C_{ca}
-No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2.
-No propagación del incendio: UNE-EN 50399.
-Baja emisión de calor: UNE-EN 50399.

s1b
-Baja emisión de humos: UNE-EN 50399.
-Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2.

d2
-Sin comportamiento declarado para la extinción de gotas o partículas inflamadas que se desprenden durante el ensayo UNE- EN 50399.

a1
-Libre de halógenos, baja emisión de gases tóxicos y baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2.

La clase Eca se consigue con el cumplimiento del ensayo único de no propagación de la llama (UNE-EN 60332-1-2).

Las cubiertas de este apartado presentan un excelente comportamiento frente al fuego mejorando las de los diseños de alta seguridad (AS) tradicionales, pues ahora se miden nuevos parámetros como la emisión de calor o la emisión de humo (cantidad) y se ha incrementado la exigencia de los ensayos habituales, aminorando la propagación del fuego y la acidez de los gases emanados aún más.

Las cubiertas Flamex (DMZ2) han sido diseñadas según las normas de referencia nacionales, cumpliendo también estándares internacionales (IEC 60502-2), para cumplir ensayos de fuego sin perder las buenas propiedades mecánicas y de resistencia al agua de las cubiertas tipo Vemex (DMZ1) del apartado anterior.

El tendido de cables suele ser una fase crítica y decisiva para la vida útil de la línea. La integridad de la cubierta frente a solicitaciones mecánicas como puede ser el paso de un sector a otro en una galería en el que cualquier arista viva puede dañar el cable mientras se instala o la inserción del cable por pasos de muros son ejemplos de como el cable puede sufrir daños y la línea resentirse en su funcionamiento desde el primer momento o en breve espacio de tiempo. Por ello, las normas de referencia nacional de compañías eléctricas (UNE-HD 620 y UNE 211620) contemplan cubiertas tipo Vemex (DMZ1) para la clase de reacción al fuego F_{ca} y la Flamex (DMZ2) para clases de mejor reacción al fuego (E_{ca} y Cca-s1b,d2,a1).

Con la cubierta Flamex (DMZ2) conseguimos superar el ensayo de no propagación vertical de la llama (clase E_{ca}), si además de la cubierta Flamex (DM2) se extruye bajo la misma una capa retardante del fuego el cable tendrá las características de alta seguridad (AS) (clase C_{ca}-s1b,d2,a1). Ver siguiente apartado 1.4 para más detalles.

En definitiva tanto la versión con clase de reacción al fuego E_{ca} como la versión con clase C_{ca}-s1b,d2,a1 con cubierta Flamex (DMZ2) son cables con características mecánicas idóneas para asegurar una correcta vida útil de las líneas y por ello son objeto de la normalización de las principales compañías eléctricas en España (Endesa, Iberdro-

la, Naturgy...). Ver apartado "Características constructivas de los cables más habituales para MT".
Los cables EPROTENAX H COMPACT, VOLTALENE H y AFUMEX (AS) con cubierta Flamex (DMZ2), diseñados según normas UNE-HD 620 y UNE 221620, presentan, respecto a los cables convencionales diseñados con otras cubiertas las mismas propiedades extra que las cubiertas Vemex (DMZ1) del apartado anterior. Mejoradas respecto a otros cables convencionales. Los cables con cubierta Flamex (DMZ2) cumplen con la calidad exigida en UNE-HD 620 y con la especificación de cubierta tipo ST8 según IEC 60502-2.

Cubierta de PVC

Las cubiertas de PVC corresponden a la norma IEC 60502, 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.

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.

Cubierta AFUMEX (AS) (Cables clase C_{ca}-s1b, d2, a1)

Los cables AFUMEX (AS) son una alternativa a los cables con clase Cca-s1b,d2,a1 y cubierta VEMEX (DMZ2), también llamados AFUMEX (AS) en diseños de cable de alta seguridad. Estos cables cumplen los mismos ensayos de fuego con cubiertas de diferentes propiedades mecánicas. No precisan de capa retardante frente al fuego bajo la cubierta lo que aminora su diámetro exterior respecto al cable de apartado anterior.

Los cables aceptados por el RLAT y sus diferencias con otros cables.

El artículo 8 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RD 223/2008) se refiere a las normas de obligado cumplimiento y, en su primer párrafo podemos leer:

1. *Las ITCs establecen el cumplimiento obligatorio de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.*

Es decir, se indica una clara acotación de normas de aplicación en lo que se refiere no sólo a componentes de las líneas de alta tensión sino también en lo relativo a procedimientos como pueden ser ensayos a instalación acabada.
En el segundo párrafo nos encontramos el siguiente texto: *En la ITC-LAT 02 se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las instrucciones, identificados por su títulos y numeración, la cual incluirá el año de edición.*

Tal ITC-LAT 02 fue renovada en Resolución del 17 de abril de 2021 de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa. En ella encontramos las normas de diseño de cables de uso normalizado por las principales compañías eléctricas en España:

UNE-HD 620 9E, cables tipo:
AL EPROTENAX H COMPACT (AL HEPRZ1, Iberdrola)
AL HEPRZ1 AFUMEX (AS) (AL HEPRZ1 (AS), Iberdrola)

UNE 211620, cables tipo:
AL VOLTALENE H COMPACT (AL RH5Z1-OL, Endesa)
AL RHZ1-OL AFUMEX (AS) (AL RHZ1-OL (AS), Endesa)

UNE-HD 620-10E, cables tipo:
AL VOLTALENE H (AL RHZ1-OL, Endesa)
TAP AL VOLTALENE H (AL RHZ1-2OL, Naturgy)
AL RHZ1-2OL AFUMEX (AS) (AL RHZ1-2OL (AS), Naturgy)

NOTA: las características técnicas de estos cables figuran a partir de la página 67. Entonces la instalación de los cables diseñados según las citadas normas es acorde al RLAT. Por tanto, antes de instalar un cable será necesario comprobar que su norma de diseño figura en el listado de la ITC-LAT 02. Si no, sólo quedaría la, en general, complicada posibilidad de demostrar la seguridad equivalente de la solución que se propone (ver artículo 6 del RLAT). Y esto cuando efectivamente el cable pueda ser equivalentemente seguro. Algo que no es fácil pues las normas de los cables comentados son bastante exigentes, al menos en su comparación con el referente internacional IEC 60502-2. Las siguientes tablas recogen las importantes diferencias entre los cables normalizados por las principales compañías eléctricas en España y los diseños según IEC 60502-2.

		AL HEPRZ1	
		UNE-HD 620-9E	IEC 60502-2
Conductor		Secciones contempladas: 50, 95, 150, 240, 400 y 630 mm² de aluminio clase 2 y 240, 400 y 630 mm² de cobre clase 2.	Secciones contempladas: cualquier sección de cobre o aluminio de clase 2 (rígido) o 5 (flexible).
Semiconductoras		Define espesores y exige fácil retirada de la semiconductora externa.	No define espesores y pueden ser de fácil retirada o no.
Aislamiento		Máxima temperatura admisible en el conductor 105 °C. Permite espesores de aislamiento más pequeños al requerir un gradiente de campo eléctrico.	Máxima temperatura admisible en el conductor 90 °C. Fija unos espesores de aislamiento mayores por no emplear criterio específico de gradiene de campo.
Pantalla		Obliga a cumplir resistencia eléctrica, geométrica, separación de hilos media y máxima y aplición de cinta de cobre sobre los hilos.	No se obliga a valores concretos mínimos ni máximos ni a aplicación de cinta. Queda abierto el tipo de diseño de pantalla.
Cubierta	Espesor	Espesores mayores para cumplir requisitos ensayos mecánicos.	Permite espesores más pequeños por no exigir el cumplimiento de ensayos mecánicos.
	Resistencia mecánica	Se definen cubiertas tipo DMZ1 (Vemex) y DMZ2 (Flamex) mecánicamente mejores.	Define cubierta ST7 que es mecánicamente inferior.
	Color	Roja (clase F_{ca}), roja con franja gris (DMZ1) y rojo con franja verde (DMZ2).	Preferiblemente negra.
	Inscripción	A relieve o grabado especificando fabricante, sección, tensión asignada, año...	No se especifica.
CPR		Contempla normativa CPR para cables S (clase E_{ca} --> cubierta DMZ2) y AS (clase C_{ca}-s1b,d2,a1 --> capa retardante + cubierta DMZ2).	No contempla normativa CPR.

		AL RH5Z1-OL	
		UNE 211620	IEC 60502-2
Conductor		Secciones contempladas: 50, 95, 150, 240, 400 y 630 mm² de aluminio clase 2 y 500 y 630 mm² de cobre clase 2.	Secciones contempladas: cualquier sección de cobre o aluminio de clase 2 (rígido) o 5 (flexible).
Semiconductoras		Define espesores y exige fácil retirada de la semiconductora externa.	No define espesores y pueden ser de fácil retirada o no.
Aislamiento		Se permiten espesores menores respecto a UNE-HD 620-10E debido a la protección radial frente al agua.	Fija unos espesores de aislamiento mayores por no emplear protección radial frente al agua.
Pantalla		Obliga a cumplir un espesor de lámina de aluminio-copolimero, un valor de resistencia eléctrica, un valor de cortocircuito mínimo y el solape mínimo.	Sin valores de referencia, espesores, resistencia, cortocircuito y solape quedan en manos del diseñador del cable.
Cubierta	Espesor	Espesores mayores para cumplir requisitos ensayos mecánicos.	Permite espesores más pequeños por no exigir el cumplimiento de ensayos mecánicos.
	Resistencia mecánica	Se definen cubiertas tipo DMZ1 y DMZ2 (Flamex) mecánicamente mejores.	Define cubierta ST7 que es mecánicamente inferior.
	Color	Roja (clase F_{ca}), roja con franja gris (DMZ1) y rojo con franja verde (DMZ2).	Preferiblemente negra.
	Inscripción	A relieve o grabado especificando fabricante, sección, tensión asignada, año...	No se especifica.
CPR		Contempla normativa CPR para cables S (clase E_{ca} → cubierta DMZ2) y AS (clase C_{ca}-s1b,d2,a1).	No contempla normativa CPR.

		AL RHZ1-0L Y AL RHZ1-20L	
		UNE-HD 620-10E	IEC 60502-2
Conductor		Secciones contempladas: 50, 95, 150, 240, 400 y 630 mm² de aluminio clase 2 y 500 y 630 mm² de cobre clase 2.	Secciones contempladas: cualquier secciónde cobre o aluminio de clase 2 (rígido) o 5 (flexible).
Semiconductoras		Define espesores y exige fácil retirada de la semiconductora externa.	No define espesores y pueden ser de fácil retirada o no.
Aislamiento		Ha de cumplir un espesor mínimo y un espesor medio mínimo.	Se ha de cumplir espesor mínimo en un punto.
Pantalla		Obliga a cumplir resistencia eléctrica, geométrica, separación de hilos media y máxima y aplición de cinta de cobre sobre los hilos.	No se obliga a valores concretos mínimos ni máximos ni a aplicación de cinta. Queda abierto el tipo de diseño de pantalla.
Cubierta	Espesor	Espesores mayores para cumplir requisitos ensayos mecánicos.	Permite espesores más pequeños por no exigir el cumplimiento de ensayos mecánicos.
	Resistencia mecánica	Se definen cubiertas tipo DMZ1 (Vemex) y DMZ2 (Flamex) mecánicamente mejores.	Define cubierta ST7 que es mecánicamente inferior.
	Color	Roja (clase F_{ca}), roja con franja gris (DMZ1) y rojo con franja verde (DMZ2).	Preferiblemente negra.
	Inscripción	A relieve o grabado especificando fabricante, sección, tensión asignada, año...	No se especifica.
CPR		Contempla normativa CPR para cables S (clase E_{ca} --> cubierta DMZ2) y AS (clase C_{ca}-s1b,d2,a1 --> capa retardante + cubierta DMZ2).	No contempla normativa CPR.

NOTA: en general, a la hora de diseñar una instalación eléctrica, salvo que requiera propiedades especiales por presencia de agentes químicos, instalación en zona ATEX, tendido submarino, servicio móvil, etc., lo práctico es acogerse a los diseños que emplean las principales empresas suministradoras de electricidad. Se trata de cables de alta rotación, con fabricaciones en tiradas largas y por tanto costes optimizados, disponibilidad frecuente de stock y en caso de requerir clase de reacción al fuego mejorada (E_{ca} o C_{ca}-s1b,d2,a1) se dispone de amplio abanico de secciones ya certificadas, trámite que sobre todo para la clase C_{ca}-s1b,d2,a1 puede requerir semanas añadidas hasta su suministro, y en todo caso coste adicional sensible.

En cualquier caso y como ya se ha mencionado inicialmente Prysmian Spain S.A. puede fabricar una extensa gama de diseños de cables para MT basados en normativas de todo el mundo.

Si el cable no está recogido en normas de obligado cumplimiento, entonces se puede utilizar otro diseño bajo normas europeas (EN o HD) o en su defecto IEC.

1.4. Cables de MT con propiedades frente al fuego mejoradas, clases E_{ca} (Seguridad) y C_{ca}-s1b,d2,a1 (Alta Seguridad)

La aparición del Reglamento Productos de Construcción (CPR) anuló y sustituyó al Real Decreto de Productos de Construcción (R.D. 312/2005) y representa, entre otras cosas, un paso más en la convergencia de criterios en la Unión Europea para clasificar los productos de construcción por su reacción al fuego.

El artículo 2, punto 1 del CPR nos define producto de construcción como *cualquier producto o kit fabricado e introducido en el mercado para su incorporación con carácter permanente en las obras de construcción o partes de las mismas y cuyas prestaciones influyan en las prestaciones de las obras de construcción en cuanto a los requisitos básicos de tales obras*.

Parece fácil ver que la gran mayoría de los cables es producto de construcción por tratarse de elementos a incorporar permanentemente a las obras de construcción.

En el punto 3 del mismo artículo leemos que se entiende por obras de construc*ción las obras de edificación y de ingeniería civil*. Con lo que vemos que el ámbito de aplicación del CPR no está limitado a los edificios solamente sino también a las obras de ingeniería civil como son las infraestructuras (redes de distribución, redes de alumbrado, líneas de ferrocarril, autopistas...).

E igualmente el CPR no está limitado exclusivamente a la baja tensión. Afecta a los cables de energía en general (BT, MT y AT), control o comunicación (incluidos los de fibra óptica). Encajan en la definición de producto de construcción y así están recogidos en el ámbito de aplicación de la norma UNE-EN 50575 que es la referencia actual para la evaluación de la reacción al fuego de los cables según el CPR.

1.4.1. Las clases de los cables eléctricos

El sistema de clasificación del RD 842/2013 recoge una tabla de aplicación general según los criterios explicados en el apartado anterior pero hay 3 tipos de productos cuya reacción al fuego ha sido evaluada de forma particular: los suelos, los productos lineales para aislamiento térmico de tuberías y los cables eléctricos. Por tanto, la clasificación de clases para los cables eléctricos sufre alguna variación respecto al caso general explicado anteriormente.

En el futuro se definirá, para cada aplicación, qué clase deben cumplir los cables. El sistema de ensayo es armonizado pero las características que se pueden requerir a los cables para la misma aplicación en países diferentes pueden variar. Es decir, cada país decidirá de forma independiente que clase mínima se exige para cada tipo de instalación.

Analicemos las diferentes clases para el caso particular de los cables eléctricos:

A. Atendiendo a la energía liberada y propagación del fuego

- **A_{ca}**: cables que no contribuyen al incendio.
- **$B1_{ca}$, $B2_{ca}$, C_{ca}, D_{ca} y E_{ca}**: Todos estos cables cumplen el ensayo de no propagación de la llama (UNE-EN 60332-1-2) y su grado de propagación del incendio y de liberación de calor durante la combustión está limitado siendo inferior en la clase B1ca que en la B2ca y así sucesivamente (UNE-EN 50399).
- **F_{ca}**: cables sin determinación de comportamiento.

B. Clasificación adicional de los cables eléctricos

Los cables eléctricos tienen una serie de criterios adicionales a las clases. Estos criterios se aplican a las clases $B1_{ca}$, $B2_{ca}$, C_{ca} y D_{ca} y contemplan la información sobre la cantidad y la opacidad de humos emitidos (s1, s1a, s1b, s2 y s3) y desprendimiento de gotas (d0, d1 y d2) durante la combustión al igual que en el caso de los productos de construcción en general. Además también se evalua la acidez de los gases emitidos (a1, a2 y a3) para conocer su influencia tóxica y corrosiva. Por tanto, tendríamos que para cables eléctricos:

Cantidad, velocidad de generación y opacidad de humos (UNE-EN 61034-2)

- **s1**: escasa producción y lenta propagación de humo.
- **s1a**: s1 y transparencia de humos superior al 80 %.
- **s1b**: s1 y transparencia de humos superior al 60 % e inferior al 80 %.
- **s2**: valores intermedios de producción y propagación de humo.
- **s3**: ni s1, ni s2.

Desprendimiento de gotas durante la combustión (UNE-EN 50399)

- **d0**: sin caída de gotas y partículas inflamadas durante los 1200 s que dura el ensayo.
- **d1**: las gotas o partículas inflamadas desprendidas se extinguen en menos de 10 s.
- **d2**: ni d0, ni d1.

Acidez de los gases (UNE-EN 60754-2)

- **a1**: baja acidez: conductividad de los gases emanados < 2,5 µS/mm y pH > 4,3.
- **a2**: valor intermedio de acidez: conductividad de los gases emanados < 10 µS/mm y pH > 4,3.
- **a3**: ni a1, ni a2

	Ensayos						
	Clasificatorios				Adicionales		
	Generación de calor	Propagación llama	Propagación incendio	Generación calor	Humos	Gotas/ partículas	Acidez
Clase	UNE-EN ISO 1716	UNE-EN 60332-1-2	UNE-EN 50399	UNE-EN 50399	UNE-EN 50399 UNE-EN 61034-2	UNE-EN 50399	UNE-EN 60754-2
A_{ca}							
$B1_{ca}$					s1		
$B2_{ca}$					s1a	d0	a1
C_{ca}					s1b	d1	a2
D_{ca}					s2	d2	a3
E_{ca}					s3		
F_{ca}							

C. Los nuevos cables para MT

Además de los tradicionales cables para MT con cubiertas de poliolefinas DMZ1 (clase: F_{ca}: RH5Z1-0L, RHZ1-0L, RHZ1-20L o HEPRZ1) existe una nueva gama de cables de seguridad (S) (clase E_{ca}) y de alta seguridad (AS) (clase C_{ca}-s1b,d2,a1).

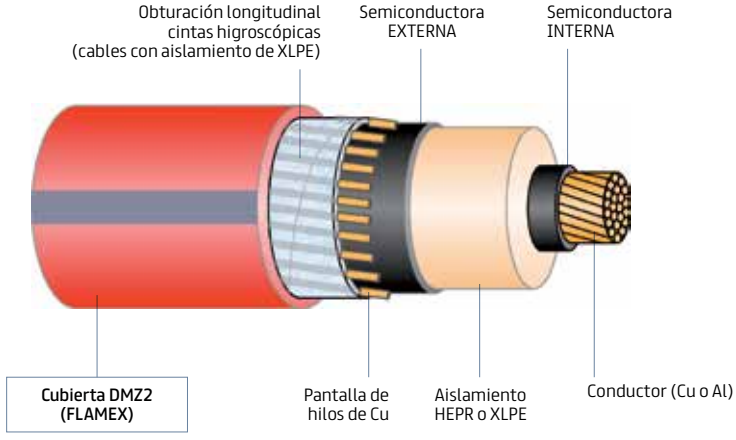
En busca de mejorar la reacción al fuego de las instalaciones, se diseñó en su día la cubierta VEMEX (DMZ1) a base de poliolefinas. Esta cubierta permite al cable ser libre de halógenos, tener baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, excelentes propiedades mecánicas y muy baja permeabilidad al agua. Es la cubierta que presentan los cables convencionales para MT homologados por las principales compañías eléctricas (clase F_{ca}).

Actualmente, se dispone de dos tipos de cable adicionales que superan los ensayos comentados anteriormente sin perder las buenas propiedades mecánicas, son no propagadores de la llama (clase E_{ca}), o no propagadores del incendio y con reducida emisión de calor y humos (clase C_{ca}-s1b,d2,a1). Estos nuevos diseños han sido incorporados por las compañías eléctricas para determinadas aplicaciones en las que el riesgo de incendio no se considera despreciable.

D. Comportamiento frente al fuego mejorado

Los nuevos ensayos de fuego establecidos por el CPR mejoran el comportamiento de los cables en condiciones de incendio.

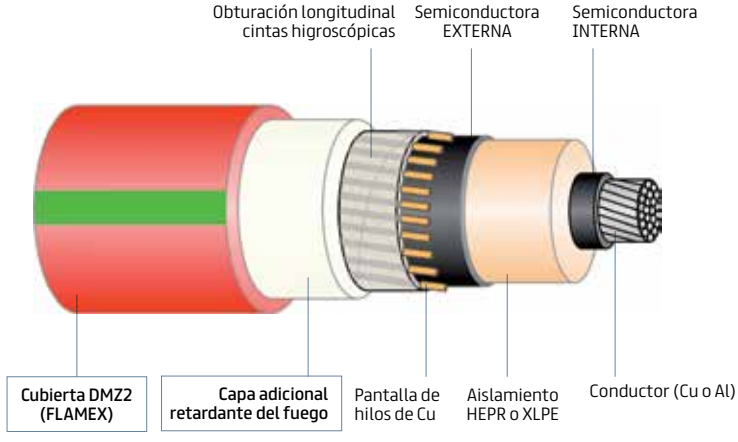
Los cables S (seguridad) se corresponden ahora con la clase E_{ca} y deben superar el nuevo ensayo de no propagación de la llama. Respecto a la anterior versión, propia de los cables S, actualmente se recorta la máxima longitud afectada por la llama en el ensayo, pasa de 475 mm a 425 mm y se mide también su propagación vertical hacia abajo, no sólo hacia arriba.



Estructura de cable para MT clase E_{ca}. Visualmente distinguible por sus franjas grises a 180° y por la inscripción de la clase E_{ca}.

Los cables AS (alta seguridad) se corresponden con la clase C_{ca}-s1b,d2,a1 y las mejoras respecto a la tipología AS anterior a la entrada en vigor del CPR son bastante notables.

El nuevo diseño, además de cumplir el nuevo ensayo más estricto de no propagación de la llama explicado anteriormente debe también superar los nuevos ensayos de no propagación del incendio y de acidez de gases (más exigentes que antes), y la generación de calor y la cantidad de humo y su opacidad no podrá superar unos determinados niveles. Estos dos últimos ensayos no se realizaban anteriormente, son también debidos a la implantación del CPR y su esquema de clases de reacción al fuego.



Estructura de cable para MT clase C_{ca}-s1b,d2,a1. Externamente distinguible por sus franjas verdes a 180° y por la inscripción de la clase.

Resumiendo, los cables AS (clase C_{ca}-s1b,d2,a1) para MT incorporan las siguientes mejoras en su reacción al fuego respecto a la versión AS anterior. Presenta 2 franjas verdes a 180 °.

	Anterior	CPR
No propagación de la llama	Sí*	Sí
Caudal del aire para combustión	5000 l	8000 l
Longitud máxima afectada por fuego	2,5 m	2 m
Generación de calor	No se mide	Sí se mide
Cantidad de humo	No se mide	Sí se mide
Acidez gases	<10 µS/mm	<2,5 µS/mm

*El actual ensayo es más estricto ha acortado en 50 mm la máxima longitud afectada por el fuego y mide la propagación vertical de la llama no sólo hacia arriba sino también hacia abajo (goteo).

Vemos por tanto que los nuevos diseños de cable representan un salto cualitativo en favor de la seguridad fruto de la apuesta de Prysmian por la mejora de los productos con soluciones de última tecnología.

Tabla comparativa de los cables para MT según sus ensayos de reacción al fuego. En azul figuran los ensayos que el CPR exige y en negro otros ensayos válidos también para países no pertenecientes a la UE.

Propiedades	Cables cubierta VEMEX (DMZ1)	Cables (S) cubierta FLAMEX (DMZ2)	Cables (AS) capa retardante + cubierta FLAMEX (DMZ2)
	 **(Sin franja)**	 **Franja GRIS**	 **Franja VERDE**
Clase (CPR) / Ensayos de fuego	F_{ca}	E_{ca}	C_{ca}-s1b, d2, a1
No propagación de la llama	NO	EN 60332-1-2 IEC 60332-1-2	EN 60332-1-2 IEC 60332-1-2
No propagación del incendio	NO	NO	EN 50399 EN 60332-3-24 IEC 60332-3-24
Libre de halógenos	EN 60754-1 IEC 60754-1	EN 60754-1 IEC 60754-1	EN 60754-2 EN 60754-1 IEC 60754-2 IEC 60754-1
Reducida emisión de gases tóxicos	EN 60754-2 IEC 60754-2	EN 60754-2 IEC 60754-2	EN 60754-2 NFC 20454 DEF-STAN 02-713
Baja emisión de humos	NO	NO	EN 50399
Baja opacidad de humos	NO (Salvo RH5Z1-OL)	EN 61034-2 IEC 61034-2	EN 61034-2 IEC 61034-2
Baja emisión de gases corrosivos	EN 60754-2 IEC 60754-2 NFC 20453	EN 60754-2 IEC 60754-2 NFC 20453	EN 60754-2 IEC 60754-2 NFC 20453
Baja emisión de calor	NO	NO	EN 50399
	Diseño básico de cables MT	Cables con propiedades frente al fuego mejoradas	

E. Resultados de ensayos para medir la propagación del fuego

Ensayo no superado cubierta DMZ1 (clase F_{ca})

La cubierta DMZ1 (Vemex) tiene muy buenas propiedades mecánicas y emisión de gases mejorada pero no supera el ensayo de no propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2, por eso los cables tienen la clase F_{ca}.





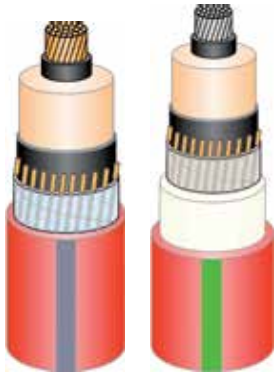
Llama de 1 kW durante 2 minutos.



Propagación por goteo.

Ensayo superado cubierta DMZ2 cables (S) y (AS) (cables E_{ca} y C_{ca}-s1b,d2,a1)

La cubierta DMZ2 (Flamex) hace que los cables S y AS superen el ensayo de no propagación de la llama, por eso los cables tienen la clase Eca o superior.





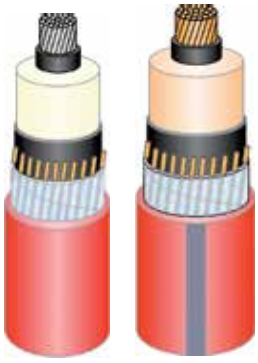
Llama de 1 kW durante 2 minutos.



No hay propagación por goteo.

Ensayo no superado cubierta DMZ1 o DMZ2 sin capa retardante (S) (cables Fca y Eca)

Al no tener capa retardante del fuego, los cables con cubierta DMZ1 (clase F_{ca}) y cubierta DMZ2 (sin capa retardante clase E_{ca}), no superan el ensayo de no propagación del incendio según UNE-EN 50399.



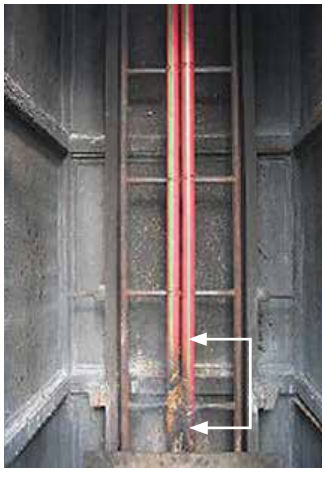


Llama de 20 kW durante 20 minutos.

Ensayo superado cubierta DMZ2 + capa retardante (AS)

Los cables AS con clase Cca-s1b,d2,a1 superan también el ensayo de no propagación de la llama. Comportamiento de cables agrupados frente al fuego.





Longitud afectada por el fuego inferior a 2 m.

En la siguiente tabla figuran los ensayos de fuego aplicables a los cables AS (clase C_{ca}-s1b, d2, a1) recuadrados en verde y a los cables S (clase E_{ca}) recuadrado en gris. Los cables convencionales (clase F_{ca}) no tienen comportamiento declarado y por tanto no les es de aplicación ningún ensayo de fuego de los considerados por el CPR.

	Ensayos							Control de calidad
	Clasificatorios				Adicionales			EVCP
Clase	Generación de calor	Propagación llama	Propagación incendio	Generación calor	Humos	Gotas/ partículas	Acidez	
	UNE-EN ISO 1716	UNE-EN 60332-1-2	UNE-EN 50399	UNE-EN 50399	UNE-EN 50399 UNE-EN 61034-2	UNE-EN 50399	UNE-EN 60754-2	
A_{ca}								
$B1_{ca}$					s1			1+
$B2_{ca}$					s1a	d0	a1	
C_{ca}					s1b	d1	a2	
D_{ca}					s2	d2	a3	3
E_{ca}					s3			
F_{ca}								4

El sistema de evaluación y verificación de la constancia de la prestación (EVCP) aplica de diferente forma según la clase de reacción al fuego de los cables (ver tabla anterior). Así...

• Cables con clase C_{ca} o superior (como los AS) han de seguir el sistema EVCP 1+ que obliga al fabricante a solicitar a un organismo independiente notificado en la UE (Aenor, Bureau Veritas, Applus, Certiberia, Tüv u otros foráneos legalmente aceptados).

Ensayos **de tipo** de reacción al fuego realizado por un organismo notificado en la UE (Aenor, Bureau Veritas...).

Control permanente de la producción en fábrica.

• Cables con clase E_{ca} (como los S) deberán cumplir con el sistema 3 que obliga al fabricante a someter su producto al control de un laboratorio notificado (CEIS, Applus u otros foráneos legalment e aceptados) para obtener un informe de ensayos de reacción al fuego.

• Los cables F_{ca} pueden seguir el sistema 4, que deja en manos del fabricante el control de la reacción al fuego de su producto al tratarse de cables sin comportamiento declarado.

En el territorio de la Unión Europea no se acepta reacción al fuego de los cables que no encaje en el esquema de las clases comentado anteriormente. Ninguna normativa pública, ni privada, ni ningún proyecto, o especificación puede exigir ensayos de fuego que no sean del sistema establecido. Es un "lenguaje" único dentro del espacio común europeo.
Nadie podrá pues ofrecer como extra, ensayos que no figuren recogidos por las clases de reacción al fuego posibles. Si bien en las fichas de Prysmian Spain S.A. se contemplan ensayos ajenos al Reglamento CPR por ser documentos válidos también para países ajenos a la UE. En las propias fichas se indica que son ensayos no relativos al CPR.
Los ensayos que prescribe el CPR (salvo para el caso de la clase F_{ca}), como se ha comentado, han de ser comprobados por una tercera parte independiente. Una vez asegurada la clase de reacción al fuego el fabricante deberá redactar la **declaración de prestaciones** (DoP = "Declaration of Performance") de ese cable, que siempre deberá estar disponible antes de la puesta en mercado del producto. Este documento contendrá información relativa a la denominación del producto, sus usos previstos, identificación del fabricante o comercializador, clase de reacción al fuego y sistema EVCP que aplica, organismo externo que ha certificado el producto y la declaración expresa de cumplimiento con el CPR.

En los platos de las bobinas o en la documentación que acompaña al cable debe figurar el **marcado CE** acompañado de un resumen de datos de la citada DoP. Su contenido mínimo, asi como el de la DoP viene fijado en UNE-EN 50575.

El Reglamento de líneas de alta tensión (RLAT) no contempla exigencia de reacción al fuego a los cables, pero es obvio que la reacción al fuego es un parámetro muy importante en función de la ubicación y sistema de instalación de la línea. No hay la misma sensibilidad para un cable directamente enterrado que si lo situamos en una galería, en una subestación o en un edificio. De ahí que, como ya se ha mencionado, las compañías eléctricas tengan normalizados cables de diferentes clases de reacción al fuego que son en general la referencia de base para todas las instalaciones (F_{ca}, E_{ca}, C_{ca}-s1b,d2,a1). Igualmente, cualquier proyectista debería evaluar el riesgo de incendio de las líneas y sus consecuencias y prescribir cables adecuados.

1.5. Ensayos

1.5.1. 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 sus normas de diseño (UNE-HD 620 y UNE 211620) y 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.

A. Ensayos individuales

Los ensayos individuales para cables de tensión asignada desde 0,6/1 kV hasta 18/30 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 asignada sea superior a 1,8/3 kV y para cables aislados con goma de etileno-propileno, cuya tensión asignada 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 asignada superior a 18/30 kV, los ensayos individuales a realizar son los siguientes:

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

B. 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 asignada 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.

C. 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 tg δ 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.

1.6. 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.



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 medición 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.

1.6.1. 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.

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.



1.6.2. 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.

1.6.3. 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.

1.7. Ejemplos de cálculo de sección

1.7.1. Ejemplos de cálculo de sección en MT (utilización de datos del catálogo)

S	=	8,5 MVA	Potencia aparente
U	=	20 kV	Tensión entre fases → Tensión asignada del cable 12/20 kV
cos Ø	=	0,8	
L	=	200 m	Longitud de la línea



Una terna de cables AL EPROTENAX H COMPACT soterrados bajo tubo en condiciones estándar (profundidad 1 m, temperatura del terreno 25 °C y resistividad térmica del terreno, 1,5 K·m/W).

Intensidad de corriente

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

$I = 8500 \times 103 / (\sqrt{3} \times 20000) \approx 245$ A

A. Sección por calentamiento (Imax admisible)

Página 144, tabla para cables de Al o tabla 12 de la ICT-LAT 06.

Sección nominal mm²	Tensión asignada 105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275

Sección por calentamiento = 1 x 150 (Al)

B. Caída de tensión

$\Delta U = L \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot ((R \cdot \cos Ø) + (X \cdot \text{sen } Ø))$

L: Longitud de la línea en km = 0,2 km

I: Intensidad en A = 245 A

R: Resistencia de la línea en Ω /km = 0,277 Ω/km

cos Ø = 0,8 sen Ø = 0,6

Página 142

Sección nominal mm²	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables unipolares		Cables tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224

X : reactancia de la línea en Ω /km = 0,110 Ω /km

Página 143

Sección nominal (mm²)	Reactancia X en Ω/km por fase						
	Tensión asignada 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	0,114	0,118	0,123
150	0,093	0,096	0,102	0,108	0,112	0,115	0,120
185	0,089	0,093	0,100	0,104	0,106	0,110	0,113

Por tanto... $\Delta U = 0,2 \times 245 \times \sqrt{3} \times ((0,277 \times 0,8) + (0,112 \times 0,6))$ $\Delta U = 24,51$ V

Intensidad de cortocircuito admisible:

1. Cortocircuito monofásico (entre fase y pantalla)

Como nuestro cable tiene pantalla de 16 mm² de alambres de Cu nos vamos a la tabla XII de la **página 146**.

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
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

I_{cc} = 3130 A en 1 s

2. Densidades máximas de cortocircuito en el conductor.

Tipo de aislamiento	ΔΘ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR Uo/U ≤ 18/30 kV (cu)	145	426	301	246	190	174	135	100	95	85	78
HEPR Uo/U ≤ 18/30 kV (Al)	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Radio de curvatura mínimo



- 15D, para los cables unipolares apantallados y para los armados o con conductor concéntrico en posición definitiva
- 20D durante el tendido

Sección nominal mm²	Ø exterior mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)	
1 x 120	30	1093
1 x 150	32	1205
1 x 185	33,2	1369

Radio de curvatura= 15D = 15 x 32 = 480 mm (estático)
20D = 20 x 32 = 640 mm (dinámico)

1.7.2 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 H (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

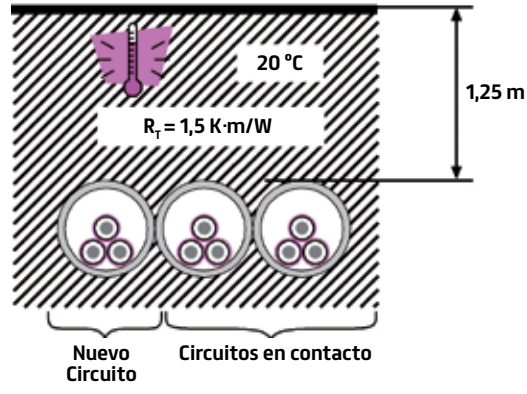


Cable Al VOLTALENE H

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, estás 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).



Sección nominal mm²	Tensión asignada 90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
	Conductores de Al					
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
95	255	235	205	190	200	180
120	295	270	235	215	225	205
150	335	305	260	245	255	230
185	385	345	295	280	285	260
240	455	405	345	320	330	305
300	520	465	390	365	375	345
400	610	-	445	415	-	-
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 de los apartados 1 a 4 de las páginas 17 a 19 de este catálogo).

De la tabla 7 del RLAT (o tabla 1, pág 17 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, Q_s, en °C	Temperatura ambiente Θ_t, en °C								
	10	15	20	25	30v	35	40	45	50
105 (EPROTENAX H 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

$K_T = 1,04$

En la tabla 8 (o tabla 2, pág, 19 del catálogo) tenemos los factores de corrección para resistividad térmica. Como la resistividad de nuestro caso coincide con la estándar, el coeficiente será lógicamente 1.

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	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
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	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

$K_R = 1$

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 20 del catálogo). Y vemos la importancia de esta proximidad de circuitos (fuentes de calor), el coeficiente a aplicar es 0,7.

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	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	–	–	–	–

$K_R = 0,70$

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 aporta un coeficiente de 0,98 en la tabla 11 del RLAT (o tabla de apartado 4 de la página 19) suponiendo de inicio que la sección resultado será superior a 185 mm², algo previsible pues partimos de una intensidad de 280 A.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm²	> 185 mm²	≤ 185 mm²	> 185 mm²
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:

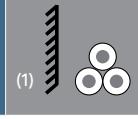
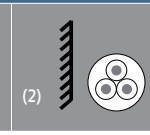
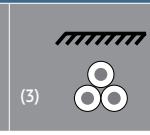
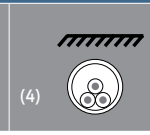
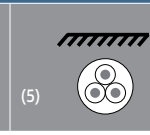
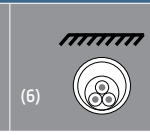
KT = 1,04 (temperatura)
KR = 1,00 (resistividad térmica)
KA = 0,70 (agrupamiento)
KP = 0,98 (profundidad)

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

$$I' \geq 280\ A$$

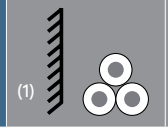
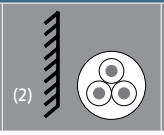
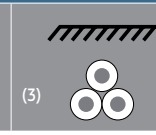
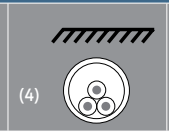
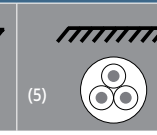
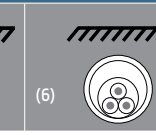
La sección cuya intensidad corregida I' sea mayor que I = 280 A (dato inicial) será la adecuada.

Probamos con el cable de 300 mm² 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 (mm²)	Tensión asignada 90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
	Conductores de Al					
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
95	255	235	205	190	200	180
120	295	270	235	215	225	205
150	335	305	260	245	255	230
185	385	345	295	280	285	260
240	455	405	345	320	330	305
300	520	465	390	365	375	345
400	610	-	445	415	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

$I' = 365 \times K_T \cdot K_R \cdot K_A \cdot K_P = 365 \times 1{,}04 \times 1{,}00 \times 0{,}70 \times 0{,}98 =$ 260,4 A < 280 A y por tanto la sección de 300 mm² no satisface la intensidad admisible que necesitamos.

Probamos con la siguiente sección, 400 mm²:

Sección nominal mm²	Tensión asignada 90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
	Conductores de Al					
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
95	255	235	205	190	200	180
120	295	270	235	215	225	205
150	335	305	260	245	255	230
185	385	345	295	280	285	260
240	455	405	345	320	330	305
300	520	465	390	365	375	345
400	610	-	445	415	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

$I' = 415 \times K_T \cdot K_R \cdot K_A \cdot K_P = 415$ X 1,04 x 1,00 x 0,70 x 0,98 = 296,1 A > 280 A. La sección de **400 mm²** sería la sección mínima 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 mm² 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 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.

1.7.3. Ejemplo de cálculo de caída de tensión

La caída de tensión es un valor que rara vez es dominante para determinar la sección del conductor a utilizar en la línea de MT, pero es necesario comprobar que su valor no supera los límites que se establecen.

Supongamos una instalación con las siguientes características:

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

- Intensidad de la línea: 280 A
- Cables unipolares Al VOLTALENE H 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 H

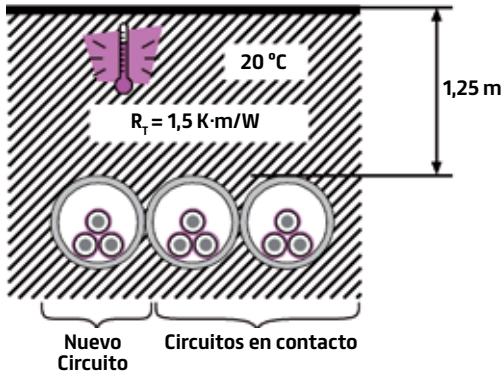
En estas condiciones recordemos que la sección por el criterio de la intensidad admisible es de 400 mm² dado que al aplicar los coeficientes de corrección (ya que las condiciones de la línea se desvían del estándar) al valor de la intensidad tabulada para cable con aislamiento de XLPE de aluminio nos satisfacía la condición siguiente (ver ejemplo anterior):

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

Siendo 415 A la intensidad máxima admisible para cable de 400 mm² 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:

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



Donde:

ΔU: 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 (valores reflejados en este catálogo)
X: reactancia inductiva de la línea en Ω/km (valores reflejados en este catálogo)

Tomando los valores de R y X que, para cable Al VOLTALENE H de 1x400 de 12/20 kV, figuran en las **páginas 164 y 165.**

$\Delta U = \sqrt{3} \times 0,8 \times 280 \times (0,102 \times 0,9 + 0,101 \times 0,436) = 52,7$ V

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

$\Delta U = 52,7/20000 \times 100 \approx 0,26$ %

Los valores calculados parten de la suposición de tener el cable a máxima solicitación térmica, pues la resistencia introducida en la fórmula (0,105 Ω/km) está cálculada 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:

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

Donde:

T_{amb}: temperatura ambiente de la instalación (20 °C en nuestro caso)
$T_{máx}$: temperatura máxima que puede soportar el conductor (90 °C para el cable Al VOLTALENE H de nuestro ejemplo)
I: intensidad que recorre el conductor (280 A)
$I_{máx}$: 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:

$T = 20 + (90 - 20) \cdot (280/296,1)2 = 82,6$ °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 Ω/km a la temperatura T.
R_{20}: valor de la resistencia del conductor a 20 °C (valor típicamente tabulado). Al cable de 400 mm² de aluminio corresponde una resistencia de 0,0778 Ω/km a 20 °C (página 163).
α: coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $°C^{-1}$ (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al).
T: temperatura real del conductor (°C).

Sustituyendo:

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

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

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

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



Cable Al EPROTENAX H COMPACT

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

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

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 H COMPACT debemos utilizar coeficientes de corrección.

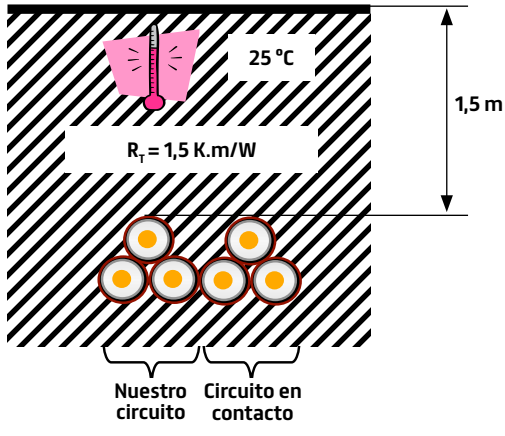
Profundidad de instalación 1,5 m →
K_P = 0,97 (tabla 11, ITC-LAT 06 o tabla del punto 4 de la página 19 de este catálogo)

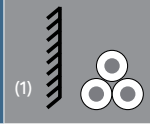
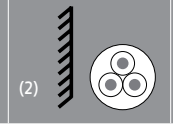
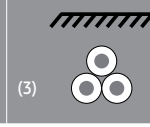
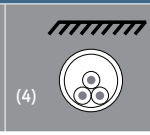
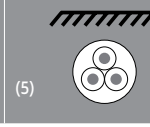
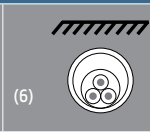
Agrupación con otro circuito →
K_A = 0,76 (tabla 10, ITC-LAT 06 o tabla del punto 3 de la página 18 de este catálogo)

Aplicando los coeficientes...

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

El primer valor que supera 108,8 A en la tabla 6 de la ITC-LAT 06 o tabla IX de cables tipo EPROTENAX H COMPACT es 125 y corresponde a la sección de **35 mm²**



Sección nominal mm²	Tensión asignada 105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Al						
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
95	275	240	215	200	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	360	315	275	255	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	495	425	365	345	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	660	-	470	450	-	-
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 mm² ⟶ $I_{tabla25} \cdot K_p \cdot K_A$ 105 x 0,97 x 0,76 = 77,41 A < 80,2 A no vale 25 mm²

Para 35 mm² ⟶ $I_{tabla25} \cdot K_p \cdot K_A$ 125 x 0,97 x 0,76 = 92,15 A > 80,2 A vale 35 mm²

Como punto de partida para el cálculo de la sección por cortocircuito tenemos la sección de 35 mm² (mínimo valor aceptable por calentamiento) de Al EPROTENAX H 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/mm² en función del tiempo de duración del cortocircuito para conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	Δθ* (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 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	49
XLPE, EPR y HEPR >18/30 kV	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U ≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Δθ* 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:

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

Donde:

I_{cc} : corriente de cortocircuito (A)
S: sección del conductor, en mm²
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 1 s.
t_{cc} : duración del cortocircuito, en segundos (0,1 s ≤ t_{cc} ≤ 5 s)

Para comprobar si la sección de 35 mm² 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:

$S_{cc} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{cc} \rightarrow I_{cc} = S_{cc} / (\sqrt{3} \cdot U) \rightarrow I_{cc} = 400 \times 106 / (\sqrt{3} \times 18000) = 12830$ A

Ahora tomando el valor de la tabla 26 (162 A/mm²) no tendremos 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).

$I_{cc\ 35} = 162$ A/mm² x 35 mm² = 5670 A < 12830 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/mm² x 50 mm² = 8100 A < 12830 A

$I_{cc70} = 162$ A/mm² x 70 mm² = 11340 A < 12830 A

$I_{cc95} = 162$ A/mm² x 95 mm² = 15390 A > 12830 A

Como vemos la sección de 95 mm² 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 solicitación, es decir, en nuestro caso cuando el cable llevara la máxima intensidad admisible en régimen permanente y por tanto su temperatura sería de 105 °C al tratarse de aislamiento de HEPR.

Ya sabemos que la sección de 95 mm² 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 mm².

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.

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

Donde:

T_{cc}: máxima temperatura de cortocircuito admisible (250 °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 °C para cables con aislamiento de HEPR y 90 °C para cables con aislamiento de XLPE)
β: 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:

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

Donde:

T_i: temperatura del conductor en régimen permanente (cuando circulan 80,2 A).
T_{amb}: temperatura ambiente de la instalación (25 °C en nuestro caso).
T_s: temperatura máxima que puede soportar el conductor (105 °C para el cable Al EPROTENAX H COMPACT de nuestro ejemplo, aislamiento de HEPR)
I: intensidad que recorre el conductor (80,2 A).
$I_{máx}$: intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación ($I_{máx}70 = I_{tabla70} \cdot K_p \cdot K_a$ = 180 x 0,97 x 0,76 = 132,7 A) (ver tabla de intensidades admisibles de la que se ha tomado el valor para 70 mm², 180 A).

Sustituyendo

$T_{i70} = 25 + (105\text{-}25) \times (80{,}2/132{,}7)^2 = 54{,}22\ ^\circ C$

Por lo que la intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc70} = \frac{89 \cdot 70}{\sqrt{0{,}3}} \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{250+228}{54{,}22+228}\right)}{\ln\left(\frac{250+228}{105+228}\right)}} = 13733\ A > 12830\ A$$

, por tanto la sección de 70 mm² sopotaría la intensidad de cortocircuito de 12830 A durante los 0,3 s de tiempo hasta el disparo de las protecciones.

Vamos a probar con la sección de 50 mm²:

$I_{máx50} = I_{tabla50} \cdot K_p \cdot K_A$ $I_{máx50} = 145 \times 0{,}97 \times 0{,}76 = 106{,}9\ A$ (intensidad máxima que puede soportar el conductor en las condiciones de la instalación)

$T_{i50} = 25 + (105\text{-}25) \times (80{,}2/106{,}9)^2 = 70\ ^\circ C$

$$I_{cc50} = \frac{89 \times 70}{\sqrt{0{,}3}} \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{250+228}{54{,}22+228}\right)}{\ln\left(\frac{250+228}{105+228}\right)}} = 9289\ A < 12830 A$$

El conductor de 50 mm² no soporta la intensidad de cortocircuito como vemos. La solución es por lo tanto **70 mm²**.

No obstante tendríamos ahora que plantear el concepto de "sección comercial" como aquella sección que es más fácil encontrar en stock y sobre todo es más económica al no tener que acogernos a plazos de suministro ni a mínimos de fabricación. Hay una serie de secciones de gran consumo y por tanto de frecuente fabricación que el proyectista debe tener en cuenta y así facilitar el suministro en obra. En el ejemplo desarrollado convendría que finalmente la sección a utilizar fuera de **95 mm²** 12/20 kV Al EPROTENAX H COMPACT, al ser un tipo de cable y una sección de consumo frecuente así 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 tensión... pero, si no se trata de las secciones de más común suministro, normalmente es necesario encargar un mínimo metraje o consultar existencias.

1.7.5 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 asignada de la red: U = 35 kV.
- Tensión máxima de la red no superior a 36 kV (Umax = 36 kV).
- Potencia aparente: S = 64 MVA.
- Longitud: L = 260 m.
- Instalación en galería subterránea sin influencia térmica por agrupación con otros circuitos cercanos.

Al tratarse de una red de tensión asignada 35 kV, con tensión máxima 36 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 asignada 18/30 kV al menos dado que esta tensión es apta para tensiones máximas hasta 36 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 asignada de la red U_n (kV)	Tensión más elevada de la red U_n (kV) ↓	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U_o/U. (kV)	U_p (kV)
3	3.6	A-B	1.8/3	45
		C	3.6/6	60
6	7.2	A-B		
		C	6/10	75
10	12	A-B		
		C	8.7/15	95
15	17.5	A-B		
		C	12/20	125
20	24	A-B		
		C	15/25	145
25	30	A-B		
		C	18/30	170
30	36	A-B →	→	
		C	26/45	250
45	52	A-B		
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 sobreelevación de temperatura ambiente de 15 °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 actuales o futuras).

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 para temperatura de aire distinta de 40 °C

Temperatura de servicio, Θ_s, en °C	Temperatura ambiente Θ_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 MVA
U = 35 kV

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



Cable Al EPROTENAX H COMPACT

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



Probamos con 3 conductores de 1x240 mm² 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 mm²	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

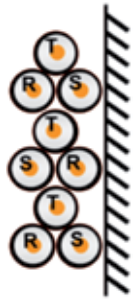
Recordando multiplicar, en todos los casos, también por 0,88 por temperatura ambiente de 55 °C tenemos:

495 x 3 x 0,73 x 0,88 = 954 A < 1056 A (no válido)

Probamos con la siguiente sección comercial al alza (1x400):

660 x 3 x 0,73 x 0,88 = 1272 A > 1056 A OK

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.

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).

Factor de corrección				
Número de bandejas	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 1x240 mm² por fase:

495 x 3 x 0,8 x 0,88 = 1045 A < 1056 A (no válido)

Probemos con 2 cables de 1x400 mm² por fase (la suma intensidades es menor que con 3 de 240 mm² pero el coeficiente de corrección por agrupamiento es mayor).

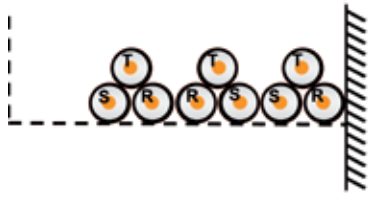
660 x 2 x 0,84 x 0,88 = 976 A < 1056 A (no válido)

De nuevo debemos pensar en 3 conductores de 400 mm² por fase:

660 x 3 x 0,8 x 0,88 = 1394 A > 1056 A OK

En este caso vemos que igualmente debemos instalar 3 conductores de 1x400 mm² por fase pero el cable estará más descargado puesto que la capacidad de transporte ahora es de 1394 A y en el caso 1 es de 1272 A porque la disipación térmica se ve más favorecida al tender las ternas horizontalmente en una bandeja perforada.

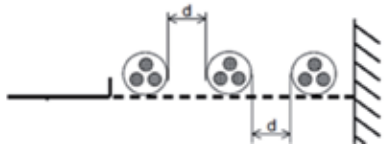
Las ternas se encuentran en el mismo nivel y sus conductores deben agruparse como sigue:



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.

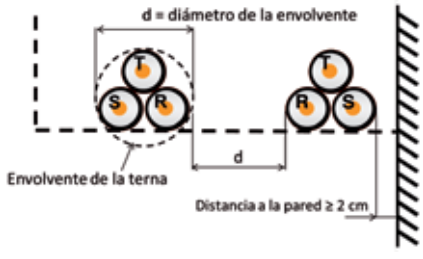
Factor de corrección					
Número de bandejas	Número de cables tripolares o ternos unipolares				
	1	2	3	6	9
→ 1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
2	1	0,95	0,93	0,90	0,73
3	1	0,94	0,92	0,89	0,79
6	1	0,93	0,90	0,87	0,86



Probamos ahora a separar un diámetro de la envolvente dos ternas de 1x400 mm² en bandeja perforada (separando la primera terna al menos 2 cm de la pared de la galería para favorecer la ventilación del tendido):

Probamos **2 ternas de 400 mm²** (dos conductores de 400 mm² por fase):

660 x 2 x 0,98 x 0,88 = 1138 A > 1056 A 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.

1.7.6. 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_2. 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.

A. Sección económica



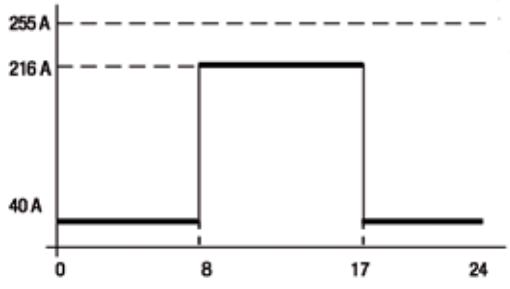
Supongamos el caso de una línea con los siguientes datos:

- Cable Al EPROTENAX H 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):



($I_{máx}$ que puede llevar soportar el cable Al HEPRZ1 1 x 150 en las condiciones de la instalación).

Horas del día.

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 mm² 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:

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

Siendo:

T_{amb}: temperatura ambiente de la instalación (25 °C en nuestro caso).
$T_{máx}$: temperatura máxima que puede soportar el conductor (105 °C para el cable Al EPROTENAX H COMPACT de nuestro ejemplo).
I: intensidad que recorre el conductor (216 A de 8 a 17 horas y 40 A el resto del tiempo).

$I_{máx}$: intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación (255 A)

$T_{150\ a\ 216\ A} = 25 + (105 - 25)\ (216/255)^2 = 82,4\ ^oC$

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

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

Donde:

R_T: valor de la resistencia del conductor en Ω/km.
R_{20}: valor de la resistencia del conductor a 20 °C (valor típicamente tabulado). Al cable de 150 mm² de aluminio corresponde una resistencia de 0,206 Ω/km.
α: coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^oC^{-1}$ (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al).
T: temperatura real del conductor (°C).

$R_{150\ a\ 82,4\ ^oC} = 0,206 \times (1 + 0,00403 \times (82,4 - 20)) = 0,258\ \Omega/km.$

Y análogamente cuando la intensidad es de 40 A, la temperatura del conductor es de 26,97 °C y la resistencia toma el valor de 0,212 Ω/km.

La energía perdida en la línea por efecto Joule con cable de 150 mm² durante un año será:

$E_P = 3 \times R \cdot I^2 \cdot L \cdot t/1000$ (kW·h)

R: resistencia en Ω/km
I: intensidad en A
L: longitud de la línea en km
t = tiempo en h

Durante el tiempo que por la línea circulan 40 A tendremos para un periodo de un año:

$E_{P1\text{-}150} = 3 \times 0,212 \times 402 \times 1 \times 15 \times 365/1000 = 5571$ kW.h

Y el resto del tiempo, 9 horas diarias, circulan 216 A:

$E_{P2\text{-}150} = 3 \times 0,258 \times 2162 \times 1 \times 9 \times 365/1000 = 118627$ kW.h

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

Y el coste de estas pérdidas suponiendo una tarifa media de 0,12 €/kW.h sería de:

$C_{P\text{-}150}$ = 124198 kW.h x 0,12 €/kW.h = 14904 € (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 H COMPACT 1x240:

• Cuando circulan 40 A la temperatura del conductor es de 26,07 °C y su resistencia aproximada es de 0,126 Ω/km
• Cuando la intensidad es de 216 A la temperatura del conductor es de unos 56,36 °C y su resistencia es de 0,143 Ω/km

Siguiendo el mismo procedimiento que con el cable de 150:

Durante el tiempo que por la línea circulan 40 A tendremos para un periodo de un año:

$E_{P1\text{-}240} = 3 \times 0,126 \times 402 \times 1 \times 15 \times 365/1000 = 3311$ kW.h

Y el resto del tiempo (circulan 216 A)

$E_{P1\text{-}240} = 3 \times 0,143 \times 2162 \times 1 \times 9 \times 365/1000 = 65751$ kW.h

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

Y el coste de estas pérdidas suponiendo una tarifa media de 0,12 €/kW.h sería de:

$C_{P\text{-}240}$ = 69062 kW.h x 0,12 €/kW.h = **8287 €** (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 mm² (14904 €) y lo gastado con la sección de 240 mm² (8287 €):

A = $C_{P\text{-}150} - C_{P\text{-}240}$ = 14904 - 8287 = **6617 €** (en solo un año)

Y para una vida útil de 30 años serían **¡198510 €!** mientras que el incremento de sección de 150 a 240 sólo supone invertir en torno a **8000 €** de más en nuestra línea de 1 km. Por tanto, **la amortización del cable de sección superior se produce en menos de 15 meses**.

B. Sección ecológica

Toda vez que a estas alturas ya tenemos disponibles valores de emisiones de CO2 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 H COMPACT 1x150
1335 kg/km
Peso cable Al EPROTENAX H COMPACT 1x240
1786 kg/km

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

3 x (1786 - 1335) = 1353 kg de cable de MT

El cable de MT de aluminio supone una emisión de unos 14,144 kg CO_2 por kg de cable fabricado (datos de FACEL), por tanto: 14,144 x 1353 = **19137 kg CO_2**
Vamos a ver qué emisiones de CO_2 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 kW.h

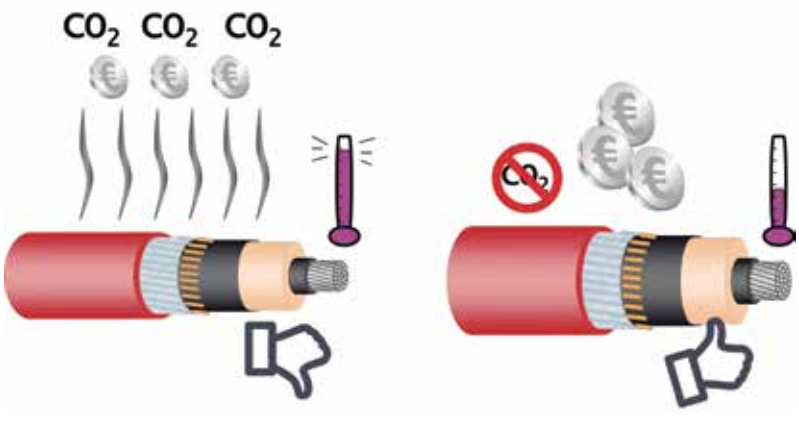
Y en 30 años de vida útil mínima estimada:

55136 x 30 = 1654080 kW.h

Según algunas fuentes autorizadas la generación de CO_2 media por cada kW.h eléctrico generado en España está en torno a 0,25 kg de CO_2. Tomamos el valor y obtenemos:

1654080 kW.h x 0,25 kg CO_2/kW.h = 413520 kg CO_2
¡414 toneladas de CO_2!
¡Casi 22 veces más emisiones de CO_2 por instalar cable de 150 mm² en lugar de cable de 240 mm²!
La "amortización ecológica" se consigue en menos de año y medio.





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

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 mm² 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 8000 € 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 mm²	240 mm²	diferencia	diferencia (%)
ECONÓMICOS	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	(€)	14904	8287	6617	-44
	Coste de la energía perdida durante 30 años	(€)	447120	248610	198510	-44
ECOLÓGICOS	Peso	(kg/km)	1335	1786	-451	34
	Emisiones por fabricación de 3x1 km de cable	(kg CO_2)	56647	75784	-19137	34
	Emisiones por pérdidas resistivas durante 1 año	(kg CO_2)	31050	17266	13784	-44
	Emisiones por pérdidas resistivas durante 30 años	(kg CO_2)	931500	517980	413520	-44

*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 potenciasin cambiar el cable.
- Ahorro de emisiones de CO_2.

1.7.7. 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 φ = 0,8

Tensión entre fases: U = 25 kV
Longitud: L = 20 km
Conductor a emplear LA-56 a temperatura máxima de 70 °C

A. 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 mm²	Densidad de corriente A/mm²		
	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

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

$I_{máx} = \delta . k . S$

Donde:

- δ es la densidad de corriente en el conductor (A/mm²)
- 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
- S sección total del conductor en mm².

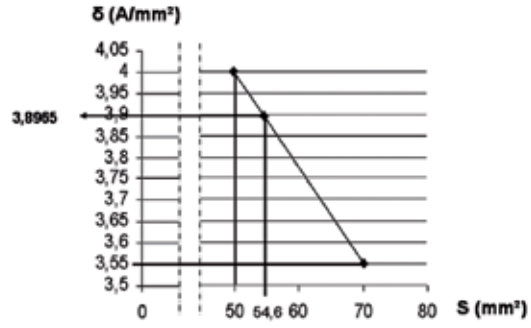
Para obtener δ buscamos el valor en sección de aluminio en la tabla 11 del RLAT. Como no tenemos el valor exacto para la sección total del cable LA-56 (54,6 mm²) debemos interpolar entre 50 y 70 para aluminio.

Sección (mm²) Densidad de corriente (A/mm²)

50.....4,00

54,6.....δ ⟶ 20.....0,45 ⟶
x = 4,6 x 0,45 / 20 = 0,1035

70.....3,55 4,6.....x
δ = 4,00 - 0,1035 = 3,8965



Sustituyendo valores:

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

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.

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

$I_{carga} < I_{máx\ LA\text{-}56}$ 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	mm²	7,8	22	34,3	39,5	43,7	52,2
Sección aluminio	mm²	46,8	94,2	147,3	241,7	337,3	402,3
Sección total conductor	mm²	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.

B. Criterio de la caída de tensión

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

Sabemos que...

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

P = S·cosφ = 2520 x 0,8 = 2016 kW
tgφ = 0,75
U = 25 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:

$R_{70\,°C\,LA\text{-}56} = R_{20\,°C\,LA\text{-}56} \cdot (1+a \cdot (70\text{-}20)) \cdot L = 0{,}6136$ x (1+0,00403 x (70-20)) x 20 = 14,74 Ω

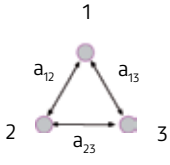
$R_{20°C}$ se obtiene de la tabla de datos de los conductores desnudos y el valor de variación de la resistencia específica por temperatura del conductor a es igualmente un dato conocido.

Para obtener la reactancia aplicamos la siguiente fórmula:

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

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.

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



En nuestro caso las 3 distancias son iguales y por tanto DMG = 1,2 m.

El radio del conductor r es 9,45/2 mm (ver tabla).

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

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

Ahora ya podemos obtener la caída de tensión:

$$\Delta U(\%)_{LA56} = \frac{P(R + X tg\varphi)}{U^2} \times 100 =$$

$$= \frac{2016000 \times (14{,}74 + 7{,}26 \times 0{,}75)}{25000^2} \times 100 = 6{,}51\,\%$$

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

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

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

$$\Delta U(\%)_{LA\text{-}110} = \frac{P(R + X tg\varphi)}{U^2} \times 100 =$$

$$= \frac{2016000 \times (7{,}36 + 6{,}77 \times 0{,}75)}{25000^2} \times 100 = 4{,}01\,\%$$

C. 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:

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

Sustituyendo en nuestro caso para el cable LA-56:

$$\Delta P_{p\,LA\text{-}56} = \frac{R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot 100 = \frac{14{,}74 \times 2016000}{25000^2 \times 0{,}8^2} \times 100 = 7{,}43\,\%$$

Y para el LA-110...

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


Prysmian Group
PRYSMIAN
Draka
8/20P
825795V
MADE IN SPAIN

2. Características constructivas de los cables más habituales para MT



Prysmian Group

Tecnología COMPACT de los cables EPROTENAX

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 trasmitir 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 UVA.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



CPR COMPLIANT

Fca CPR

Nº DoP 1003884

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO


Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1


Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2


Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453


Alta resistencia a la absorción del agua


Resistencia al frío


Resistencia a los rayos ultravioleta


Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20453.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-9E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Vemex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Mayor intensidad admisible
Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

Menor diámetro exterior
Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menos peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

Formulación de aislamiento Prysmian
Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

Excelente comportamiento frente a la acción del agua
Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

Normalizado por iberdrola

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2 (12/20 kV) o 25 mm^2 (18/30 kV).

6. Separador

Cinta.

7. Cubierta exterior

Material: poliolefina, DMZ1 Vemex.
Color: rojo



Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al /Pantalla Cu (mm²)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X50/16*	18,0	26,2	790	393	180	145	135	4,45	2,85
1X95/16	20,8	29,0	980	435	275	215	200	8,46	2,85
1X150/16*	23,5	32,0	1205	480	360	275	255	13,4	2,85
1X240/16*	27,6	36,1	1570	542	495	365	345	21,4	2,85
1X400/16*	32,8	41,4	2115	621	660	470	450	35,6	2,85
1X500/16	36,2	44,5	2625	668	775	540	515	44,5	2,85
1X630/16*	40,8	49,4	3075	741	905	615	590	56,1	2,85
18/30 kV									
1X50/16*	25,0	33,0	1205	495	180	145	135	4,45	2,85
1X95/16	25,6	33,9	1323	509	275	215	200	8,46	2,85
1X150/25*	27,2	36,6	1520	549	360	275	255	13,4	4,25
1X240/25*	31,4	40,6	1905	609	495	365	345	21,4	4,25
1X400/25*	36,4	45,7	2480	686	660	470	450	35,6	4,25
1X500/25	40,0	49,4	3000	741	775	540	515	44,5	4,25
1X630/25*	44,7	54,1	3525	812	905	615	590	56,1	4,25

* Secciones normalizadas por Iberdrola.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

AL EPROTENAX H COMPACT - AL HEPRZ1 (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 105 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 kV							
1X50/16*	0,641	0,847	0,134	0,216	1,484	0,517	0,216
1X95/16*	0,320	0,430	0,119	0,281	1,159	0,506	0,281
1X150/16*	0,206	0,277	0,112	0,329	1,041	0,501	0,329
1X240/16*	0,125	0,168	0,103	0,402	0,955	0,496	0,402
1X400/16*	0,0778	0,105	0,097	0,480	0,902	0,494	0,480
1X500/16	0,0605	0,089	0,093	0,538	0,882	0,493	0,538
1X630/16*	0,0469	0,0662	0,091	0,602	0,864	0,492	0,602
18/30 kV							
1X50/16*	0,641	0,847	0,155	0,147	1,475	0,540	0,147
1X95/16*	0,320	0,430	0,128	0,202	1,153	0,521	0,202
1X150/25*	0,206	0,277	0,120	0,247	0,822	0,278	0,247
1X240/25*	0,125	0,168	0,110	0,299	0,740	0,271	0,299
1X400/25*	0,0778	0,105	0,103	0,360	0,691	0,267	0,360
1X500/25	0,0605	0,089	0,099	0,400	0,672	0,265	0,400
1X630/25*	0,0469	0,0659	0,096	0,446	0,658	0,264	0,446

* Secciones normalizadas por Iberdrola.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Valores de componentes homopolares ■

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) (normalizado por Iberdrola)

ECO CABLE

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1 (AS)



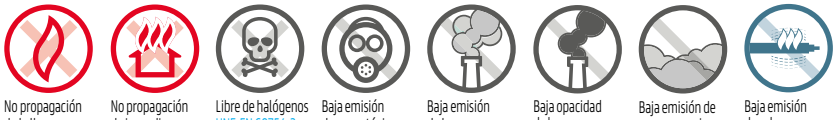
CPR COMPLIANT

C_{ca} CPR
C_{ca}-s1b,d2,a1

Nº DoP 1005881

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO



No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

No propagación de incendio
UNE-EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
NFC 20454. It=1
DEF-STAN 02-713

Baja emisión de humos
UNE-EN 50399

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Baja emisión de calor
UNE-EN 50399



Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

Alta seguridad

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +105 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d2,a1.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
  EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio:
  UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
  UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
  UNE-EN 50399.

HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica:	AL HEPRZ1 (AS)



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-9E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Mayor intensidad admisible
Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

Menor diámetro exterior
Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menos peso y diámetro que otros cables con clase C_{ca}-s1b, d2 a1 que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

Formulación de aislamiento Prysmian
Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

Excelente comportamiento frente a la acción del agua
Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

Normalizado por iberdrola

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

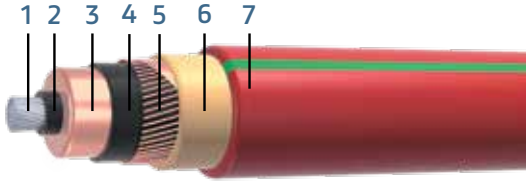
3. Aislamiento
Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm² (12/20 kV) o 25 mm² (18/30 kV).

6. Relleno
Material ignifugo LSOH.

7. Cubierta exterior
Material: poliolefina, DMZ2 Flamex.
Color: rojo con dos franjas verdes a 180°.



HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) (normalizado por Iberdrola)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1 (AS)



Aplicaciones

Cable de alta seguridad (AS), libre de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio con baja opacidad y emisión de humos y con reducida toxicidad y corrosividad de gases y baja emisión de calor en caso de incendio. Pensado para tendidos en los que se pretenda limitar el riesgo de incendio y sus efectos colaterales como pueden ser galerías, subestaciones, centros de transformación, edificios y en general toda instalación en la que el riesgo de incendio no sea despreciable.

Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al /Pantalla Cu (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X150/16*	23,5	41,1	2320	617	360	275	255	13,4	2,85
1X240/16*	27,6	41,2	2340	618	495	365	345	21,4	2,85
1X400/16*	32,8	46,4	2990	696	660	470	450	35,6	2,85
1X630/16*	40,8	54,4	4135	816	905	615	590	56,1	2,85
18/30 kV									
1X50/16*	25,0	38,6	1880	579	180	145	135	4,45	2,85
1X95/25*	25,6	39,9	2130	599	275	215	200	8,46	4,25
1X150/25*	27,3	41,5	2345	623	360	275	255	13,4	4,25
1X240/25*	31,4	45,6	2835	684	495	365	345	21,4	4,25
1X400/25*	36,4	50,7	3510	761	660	470	450	34,0	4,25
1X630/25*	44,6	58,8	4705	882	905	615	590	56,1	4,25

* Secciones normalizadas por Iberdrola.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

HEPRZ1 AL AFUMEX (AS) (normalizado por Iberdrola)

ECO CABLE

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E; NI 56.43.01
Designación genérica: AL HEPRZ1 (AS)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 105 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (µF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (µF/km)
12/20 kV							
1X150/16*	0,206	0,277	0,127	0,329	1,035	0,504	0,329
1X240/16*	0,125	0,168	0,111	0,402	0,952	0,498	0,402
1X400/16*	0,0778	0,105	0,104	0,480	0,899	0,496	0,480
1X630/16*	0,0469	0,0662	0,097	0,602	0,861	0,495	0,602
18/30 kV							
1X50/16*	0,641	0,847	0,158	0,147	1,468	0,543	0,147
1X95/25*	0,320	0,430	0,139	0,202	0,938	0,290	0,202
1X150/25*	0,206	0,277	0,128	0,248	0,823	0,281	0,248
1X240/25*	0,125	0,168	0,117	0,298	0,741	0,274	0,298
1X400/25*	0,0778	0,105	0,109	0,360	0,692	0,270	0,360
1X630/25*	0,0469	0,0659	0,102	0,443	0,659	0,268	0,443

* Secciones normalizadas por Iberdrola.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Valores de componentes homopolares ■

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001
Designación genérica: AL RH5Z1-OL



CPR COMPLIANT

Fca CPR

N° DoP 1003885

AENOR CABLE ELÉCTRICO

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop



Libre de halógenos UNE-EN 60754-1 IEC 60754-1
Baja emisión de gases tóxicos UNE-EN 60754-2 IEC 60754-2
Baja opacidad de humos UNE-EN 61034-2 IEC 61034-2
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 IEC 60754-2 NFC 20453



Alta resistencia a la absorción del agua
Resistencia al frío
Resistencia a los rayos ultravioleta
Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001
Designación genérica: AL RH5Z1-OL



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE 211620) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta mejorada
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Normalizado por Endesa

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2 según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

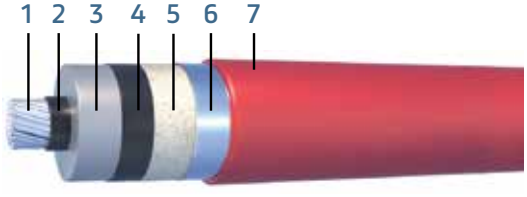
3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.

5. Protección contra el agua
Cinta hinchante semiconductora.

6. Pantalla metálica
Material: cinta longitudinal de alumino termosoldada y adherida a la cubierta.

7. Cubierta exterior
Material: poliolefina DMZ1.
Color: rojo.



Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001
Designación genérica: AL RH5Z1-OL



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X95*	21,2	29,0	885	435	255	205	190	8,93	2,65
1X150*	23,9	31,6	1090	474	335	260	245	14,1	2,98
1X240*	28,0	35,6	1460	534	455	345	320	22,6	3,31
1X400*	33,0	40,7	1985	611	610	445	415	37,6	3,98
1X500	36,7	44,6	2470	669	715	505	480	47,0	4,30
1X630	40,8	48,4	2930	726	830	575	545	59,2	4,81
18/30 kV									
1X95*	25,6	33,3	1105	500	255	205	190	8,93	3,14
1X150*	28,3	36,0	1330	540	335	260	245	14,1	3,47
1X240*	32,4	40,0	1720	600	455	345	320	22,6	3,81
1X400*	37,4	45,1	2285	677	610	445	415	37,6	4,30
1X500	41,1	49,0	2790	735	715	505	480	47,0	4,81
1X630	45,4	53,3	3310	800	830	575	545	59,2	5,14

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001
Designación genérica: AL RH5Z1-OL



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al (mm^2)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 kV							
1X95*	0,320	0,403	0,119	0,251	1,128	0,466	0,251
1X150*	0,206	0,262	0,111	0,294	0,985	0,428	0,294
1X240*	0,125	0,161	0,102	0,358	0,832	0,344	0,358
1X400*	0,0778	0,102	0,096	0,436	0,720	0,284	0,436
1X500	0,0605	0,084	0,093	0,494	0,651	0,241	0,494
1X630	0,0469	0,0636	0,090	0,557	0,604	0,216	0,557
18/30 kV							
1X95*	0,320	0,403	0,128	0,187	1,050	0,391	0,187
1X150*	0,206	0,262	0,119	0,216	0,890	0,341	0,216
1X240*	0,125	0,161	0,109	0,260	0,768	0,297	0,260
1X400*	0,0778	0,102	0,102	0,313	0,650	0,237	0,313
1X500	0,0605	0,084	0,099	0,329	0,618	0,225	0,329
1X630	0,0469	0,0636	0,095	0,396	0,561	0,195	0,396

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Valores de componentes homopolares ■

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H COMPACT (S) - AL RH5Z1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620 ; ENDESA GSC001; DND001; SND013
Designación genérica: AL RH5Z1-OL (S)



CPR COMPLIANT

Eca CPR

Nº DoP 1007860

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop



No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



Alta resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

AL VOLTALENE H COMPACT (S) - AL RH5Z1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE 211620 ; ENDESA GSC001; DND001; SND013
Designación genérica:	AL RH5Z1-OL (S)



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE 211620) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas polimerícas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Normalizado por Endesa

Construcción

1. Conductor

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2 según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento

Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.

5. Protección contra el agua

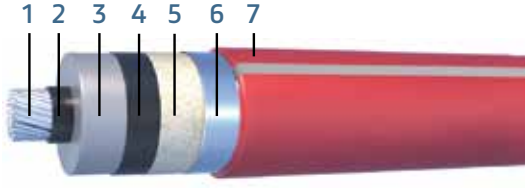
Cinta hinchante semiconductora.

6. Pantalla metálica

Material: cinta longitudinal de alumino termosoldada y adherida a la cubierta.

7. Cubierta exterior

Material: poliolefina DMZ2 Flamex.
Color: rojo con dos franjas grises a 180°.



Aplicaciones

Cable no propagador de la llama. Indicado para instalaciones en las que se desee limitar la propagación del fuego ante un eventual incendio. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL VOLTALENE H COMPACT (S) - AL RH5Z1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620 ; ENDESA GSC001; DND001; SND013
Designación genérica: AL RH5Z1-OL (S)



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 (24) kV									
1X95	21,2	29,0	990	435	255	205	190	8,93	2,65
1X150	23,9	31,6	1205	474	335	260	245	14,1	2,98
1X240*	28,0	35,6	1560	534	455	345	320	22,6	3,31
1X400*	33,0	40,7	2100	611	610	445	415	37,6	3,98
1X500	36,7	44,6	2520	669	715	505	480	47,0	4,30
1X630*	41,0	48,9	3020	734	830	575	545	59,2	4,81
18/30 (36) kV									
1X95	25,6	33,3	1240	500	255	205	190	8,93	3,14
1X150	28,3	36,0	1690	540	335	260	245	14,1	3,47
1X240*	32,4	40,0	1830	600	455	345	320	22,6	3,81
1X400*	37,4	45,1	2410	677	610	445	415	37,6	4,30
1X500	41,1	49,0	2850	735	715	505	480	47,0	4,81
1X630*	45,4	53,3	3360	800	830	575	545	59,2	5,14

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

AL VOLTALENE H COMPACT (S) - AL RH5Z1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE 211620 ; ENDESA GSC001; DND001; SND013
Designación genérica: AL RH5Z1-0L (S)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al (mm^2)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 kV							
1X95	0,320	0,403	0,119	0,251	1,128	0,466	0,251
1X150	0,206	0,262	0,111	0,294	0,985	0,428	0,294
1X240*	0,125	0,161	0,102	0,358	0,832	0,344	0,358
1X400*	0,0778	0,102	0,096	0,436	0,720	0,284	0,436
1X500	0,0605	0,084	0,093	0,494	0,651	0,241	0,494
1X630*	0,0469	0,0636	0,089	0,550	0,604	0,216	0,550
18/30 kV							
1X95	0,320	0,403	0,128	0,187	1,050	0,391	0,187
1X150	0,206	0,262	0,119	0,216	0,890	0,341	0,216
1X240*	0,125	0,161	0,109	0,260	0,768	0,297	0,260
1X400*	0,0778	0,102	0,102	0,313	0,650	0,237	0,313
1X500	0,0605	0,084	0,099	0,329	0,618	0,225	0,329
1X630*	0,0469	0,0636	0,095	0,396	0,561	0,195	0,396

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Valores de componentes homopolares ■

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H - AL RHZ1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica: AL RHZ1-OL



CPR COMPLIANT

Fca CPR

Nº DoP 1008480

AENOR CABLE ELÉCTRICO

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop


Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1


Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2


Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453


Alta resistencia a la absorción del agua


Resistencia al frío


Resistencia a los rayos ultravioleta


Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.

AL VOLTALENE H - AL RHZ1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica:	AL RHZ1-OL



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-10E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas polimerícas. Mayor vida útil.

Cubierta Vemex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Normalizado por Endesa

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor

Metal: cuerda compacta de hilos de aluminio o cobre.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento

Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica

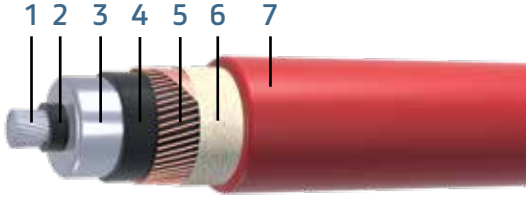
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua

Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante.

7. Cubierta exterior

Material: poliolefina, DMZ1 Vemex.
Color: rojo.



Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL VOLTALENE H - AL RHZ1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica: AL RHZ1-OL



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X95 (Al)/16*	23,2	32,1	1075	482	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16*	25,9	35,2	1300	528	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	30,0	39,3	1685	590	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16*	35,0	44,6	2230	669	610	445	415	37,6	2,97
1X500 (Cu)/16	39,2	48,7	5910	731	930	635	605	71,5	2,97
1X630(Cu)/16	42,6	52,2	7355	783	1095	715	675	90,1	2,97
18/30 kV									
1X95 (Al)/16*	28,2	37,1	1325	557	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16*	30,9	40,2	1585	603	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	35,0	44,3	1990	665	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16*	40,0	49,6	2575	744	610	445	415	37,6	2,97
1X500 (Al)/16	43,5	53,1	3050	797	715	505	480	47,0	2,97
1X630 (Al)/16	48,0	57,6	3600	864	830	575	545	59,2	2,97
1X800 (Al)/16**	51	60,1	4150	902	955	640	625	75,2	2,99
1X1000 (Al)/16**	55	64,5	4895	968	1085	710	695	94	2,99
1X500 (Cu)/16	44,2	53,7	6305	806	930	635	605	71,5	2,97
1X630 (Cu)/16	47,6	57,2	7720	858	1095	715	675	90,1	2,97

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.
**Secciones especiales no normalizadas por compañías eléctricas. Norma de diseño IEC 60502-2. Antes de incorporarlas a cualquier estudio se recomienda tener en cuenta las dimensiones y pesos para el manejo de estos cables a la hora del tendido (tamaño de bobinas, radios de curvatura, etc.). Asimismo es muy importante asegurar la disponibilidad de accesorios (empalmes, terminales, conectores separables, etc.) para estos cables. Recomendamos considerar el empleo de varios conductores por fase como alternativa.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

Cobre

AL VOLTALENE H - AL RHZ1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica: AL RHZ1-OL



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (µF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (µF/km)
12/20 kV							
1X95 (Al)/16*	0,320	0,403	0,125	0,216	1,155	0,514	0,216
1X150 (Al)/16*	0,206	0,262	0,117	0,251	1,038	0,508	0,251
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,108	0,304	0,952	0,503	0,304
1X400 (Al)/16*	0,0778	0,102	0,101	0,368	0,900	0,500	0,368
1X500 (Cu)/16	0,0366	0,051	0,099	0,422	0,855	0,500	0,422
1X630(Cu)/16	0,0283	0,0408	0,095	0,465	0,844	0,498	0,465
18/30 kV							
1X95 (Al)/16*	0,320	0,403	0,134	0,166	1,149	0,528	0,166
1X150 (Al)/16*	0,206	0,262	0,126	0,190	1,032	0,521	0,190
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,116	0,227	0,947	0,514	0,227
1X400 (Al)/16*	0,0778	0,102	0,108	0,272	0,895	0,510	0,272
1X500 (Al)/16	0,0605	0,103	0,103	0,303	0,875	0,508	0,303
1X630 (Al)/16	0,0469	0,0636	0,100	0,343	0,857	0,506	0,343
1X800 (Al)/16**	0,0367	0,0509	0,095	0,399	0,845	0,503	0,399
1X1000 (Al)/16**	0,0291	0,0426	0,092	0,436	0,835	0,502	0,436
1X500 (Cu)/16	0,0366	0,051	0,105	0,309	0,851	0,508	0,309
1X630 (Cu)/16	0,0283	0,0408	0,101	0,339	0,840	0,507	0,339

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

**Secciones especiales no normalizadas por compañías eléctricas. Norma de diseño IEC 60502-2. Antes de incorporarlas a cualquier estudio se recomienda tener en cuenta las dimensiones y pesos para el manejo de estos cables a la hora del tendido (tamaño de bobinas, radios de curvatura, etc.). Asimismo es muy importante asegurar la disponibilidad de accesorios (empalmes, terminales, conectores separables, etc.) para estos cables. Recomendamos considerar el empleo de varios conductores por fase como alternativa.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Cobre
Valores de componentes homopolares

AL VOLTALENE H - AL RHZ1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica: AL RHZ1-OL



Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001; ENDESA SND1300
Designación genérica: AL RHZ1-OL (S)



CPR COMPLIANT

Eca CPR

Nº DoP 1007278

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO

No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Alta resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001; ENDESA SND1300
Designación genérica:	AL RHZ1-OL (S)



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-10E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento**. Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas polimerícas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Normalizado por Endesa

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio o cobre.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

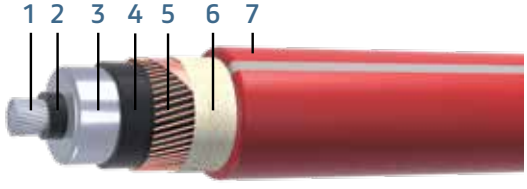
3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua
Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante.

7. Cubierta exterior
Material: compuesto de poliolefina tipo DMZ2 Flamex.
Color: rojo con dos franjas grises a 180°.



Aplicaciones

Cable no propagador de la llama. Indicado para instalaciones en las que se desee limitar la propagación del fuego ante un eventual incendio. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001; ENDESA SND1300
Designación genérica: AL RHZ1-OL (S)



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X95 (Al)/16	23,2	32,1	1205	482	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16	25,9	35,2	1435	528	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	30,0	39,3	1835	590	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16*	35,0	44,6	2400	669	610	445	415	37,6	2,97
1X500 (Cu)/16*	39,2	48,7	5910	731	930	635	605	71,5	2,97
1X630 (Cu)/16*	42,6	52,2	7355	783	1095	715	675	90,1	2,97
18/30 kV									
1X95 (Al)/16	28,2	37,1	1485	557	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16	30,9	40,2	1750	603	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	35,0	44,3	2165	665	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16*	40,0	49,6	2770	744	610	445	415	37,6	2,97
1X500 (Cu)/16*	44,2	53,7	6305	806	930	635	605	71,5	2,97
1X630 (Cu)/16*	47,6	57,2	7720	858	1095	715	675	90,1	2,97

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

Cobre

AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-OL (S) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV

Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001; ENDESA SND1300

Designación genérica: AL RHZ1-OL (S)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 kV							
1X95 (Al)/16	0,320	0,403	0,125	0,216	1,155	0,514	0,216
1X150 (Al)/16	0,206	0,262	0,117	0,251	1,038	0,508	0,251
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,108	0,304	0,952	0,503	0,304
1X400 (Al)/16*	0,0778	0,102	0,101	0,368	0,900	0,500	0,368
1X500 (Cu)/16*	0,0366	0,051	0,099	0,422	0,855	0,500	0,422
1X630 (Cu)/16*	0,0283	0,0408	0,095	0,465	0,844	0,498	0,465
18/30 kV							
1X95 (Al)/16	0,320	0,403	0,134	0,166	1,149	0,528	0,166
1X150 (Al)/16	0,206	0,262	0,126	0,190	1,032	0,521	0,190
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,116	0,227	0,947	0,514	0,227
1X400 (Al)/16*	0,0778	0,102	0,108	0,272	0,895	0,510	0,272
1X500 (Cu)/16*	0,0366	0,051	0,105	0,309	0,851	0,508	0,309
1X630 (Cu)/16*	0,0283	0,0408	0,101	0,339	0,840	0,507	0,339

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Cobre

Valores de componentes homopolares

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

RHZ1-OL AL AFUMEX (AS) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica:	AL RHZ1-OL (AS)



C_{ca}-s1b,d2,a1

Nº DoP 1009767

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

No propagación de incendio
UNE-EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
NFC 20454. It=1
DEF-STAN 02-713

Baja emisión de humos
UNE-EN 50399

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Baja emisión de calor
UNE-EN 50399

Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

Alta seguridad

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d2,a1.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
  EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio:
  UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
  UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
  UNE-EN 50399.

RHZ1-OL AL AFUMEX (AS) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica:	AL RHZ1-OL (AS)



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-10E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas polimerícas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Normalizado por Endesa

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

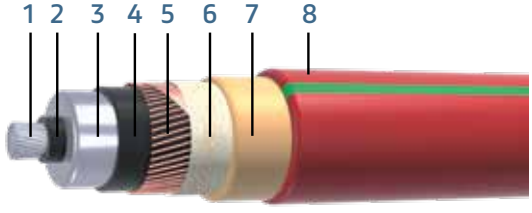
4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua
Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante en hélice.

7. Relleno
Material ignifugo LSOH.

8. Cubierta externa
Material: compuesto de poliolefina tipo DMZ2 Flamex.
Color: rojo con dos franjas verdes a 180°.



RHZ1-OL AL AFUMEX (AS) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica: AL RHZ1-OL (AS)



Aplicaciones

Cable de alta seguridad (AS), libre de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio con baja opacidad y emisión de humos y con reducida toxicidad y corrosividad de gases y baja emisión de calor en caso de incendio. Pensado para tendidos en los que se pretenda limitar el riesgo de incendio y sus efectos colaterales como pueden ser galerías, subestaciones, centros de transformación, edificios y en general toda instalación en la que el riesgo de incendio no sea despreciable.

Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al / Pantalla Cu (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X240(Al)/16*	30,0	44,3	2430	665	455	345	320	22,6	2,97
18/30 kV									
1X240 (Al)/16*	35,0	49,3	2800	740	455	345	320	22,6	2,97

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

RHZ1-OL AL AFUMEX (AS) (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; ENDESA DND001
Designación genérica: AL RHZ1-OL (AS)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 kV							
1X240(Al)/16*	0,125	0,161	0,116	0,304	0,949	0,504	0,304
18/30 kV							
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,122	0,227	0,945	0,515	0,227

* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Valores de componentes homopolares ■

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

TAP AL VOLTALENE H - AL RHZ1-20L (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L



CPR COMPLIANT

F_{ca} CPR

Nº DoP 1003886

AENOR CABLE ELÉCTRICO

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop


Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1


Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2


Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453


Alta resistencia a la absorción del agua


Resistencia al frío


Resistencia a los rayos ultravioleta


Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20453.

TAP AL VOLTALENE H - AL RHZ1-20L (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica:	AL RHZ1-20L



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-10E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Vemex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua (mejorado)
Su doble obturación longitudinal (material hinchante en conductor y pantalla) bloquea la circulación accidental de agua por el interior del cable.

Obturación especial del conductor
La tecnología empleada por Prysmian Group no precisa de especial preparación de la cuerda conductora para garantizar la continuidad eléctrica cuando se instala un empalme, conector separable o terminal. Para cualquier tecnología empleada para la conexión del manguito o contacto metálico en el conductor (tornillería fungible, punzonado profundo, compresión hexagonal, compresión semicircular...) se asegura que el material empleado en la obturación no alterará la conductividad como ocurre con algunas marcas del mercado que obligan a preparaciones complejas adecuaciones del conductor para evitar puntos calientes y fallos en las líneas.

Normalizado por Naturgy

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio obturada longitudinalmente (OL) contra el agua.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

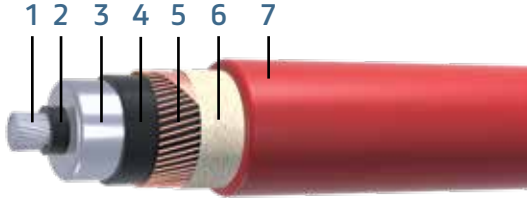
3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua
Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante en hélice.

7. Cubierta exterior
Material: poliolefina tipo DMZ1 Vemex.
Color: rojo.



Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

TAP AL VOLTALENE H - AL RHZ1-2OL (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-2OL



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X95 (Al)/16*	23,2	32,1	1060	482	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16*	25,9	35,2	1300	528	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	30,0	39,3	1665	590	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16	35,0	44,6	2240	669	610	445	415	37,6	2,97
1X630 (Cu)/16	42,6	52,2	7270	783	1095	715	675	90,1	2,97
18/30 kV									
1X500 (Al)/16	44,1	53,8	3070	807	715	505	480	47,0	2,97
1X630 (Al)/16	48,2	57,8	3680	867	830	575	545	59,2	2,97

* Secciones normalizadas por Naturgy.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

Cobre

TAP AL VOLTALENE H - AL RHZ1-20L (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 105 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 kV							
1X95 (Al)/16*	0,320	0,403	0,125	0,216	1,155	0,514	0,216
1X150 (Al)/16*	0,206	0,262	0,118	0,251	1,038	0,508	0,251
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,108	0,304	0,952	0,503	0,304
1X400 (Al)/16	0,0778	0,102	0,101	0,368	0,907	0,487	0,368
1X630 (Cu)/16	0,0283	0,0408	0,0964	0,468	0,844	0,498	0,465
18/30 kV							
1X500 (Al)/16	0,0605	0,084	0,1048	0,3081	0,875	0,508	0,303
1X630 (Al)/16	0,0469	0,064	0,100	0,344	0,857	0,506	0,343

* Secciones normalizadas por Naturgy.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Cobre
Valores de componentes homopolares

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

TAP AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-20L (S) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L (S)



CPR COMPLIANT

Eca CPR

Nº DoP 1007278

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop


No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2


Libre de halógenos
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-1


Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2


Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2


Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453


Alta resistencia a la absorción del agua


Resistencia al frío


Resistencia a los rayos ultravioleta


Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

TAP AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-2OL (S) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada:	12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica:	AL RHZ1-2OL (S)



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-10E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua (mejorado)
Su doble obturación longitudinal (material hinchante en conductor y pantalla) bloquea la circulación accidental de agua por el interior del cable.

Obturación especial del conductor
La tecnología empleada por Prysmian Group no precisa de especial preparación de la cuerda conductora para garantizar la continuidad eléctrica cuando se instala un empalme, conector separable o terminal. Para cualquier tecnología empleada para la conexión del manguito o contacto metálico en el conductor (tornillería fungible, punzonado profundo, compresión hexagonal, compresión semicircular...) se asegura que el material empleado en la obturación no alterará la conductividad como ocurre con algunas tecnologías del mercado que obligan a preparaciones complejas adecuaciones del conductor para evitar puntos calientes y fallos en las líneas.

Normalizado por Naturgy

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio o de cobre obturada longitudinalmente (OL) contra el agua.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

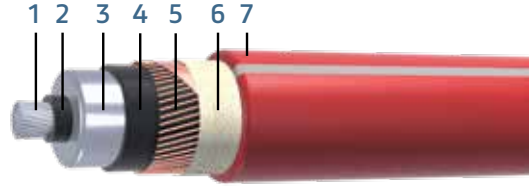
3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua
Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante en hélice.

7. Cubierta exterior
Material: poliolefina tipo DMZ2 Flamex.
Color: rojo con dos franjas grises a 180°.



Aplicaciones

Cable no propagador de la llama. Indicado para instalaciones en las que se desee limitar la propagación del fuego ante un eventual incendio. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

TAP AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-20L (S) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L (S)



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X95 (Al)/16	23,2	32,1	1185	482	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16	25,9	35,2	1435	528	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	30,0	39,3	1810	590	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16	35,0	44,6	2410	669	610	445	415	37,6	2,97
1X630 (Al)/16	43,2	52,8	3490	792	830	575	545	59,2	2,97
1X630 (Cu)/16*	42,6	52,2	7300	783	1095	715	675	90,1	2,97
18/30 kV									
1X630 (Al)/16	48,1	57,7	4035	866	830	575	545	59,2	2,97

* Secciones normalizadas por Naturgy.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

Cobre

TAP AL VOLTALENE H (S) - AL RHZ1-2OL (S) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-2OL (S)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (µF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (µF/km)
12/20 (24) kV							
1X95 (Al)/16	0,320	0,403	0,125	0,216	1,155	0,514	0,216
1X150 (Al)/16	0,206	0,262	0,118	0,251	1,038	0,508	0,251
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,108	0,304	0,952	0,503	0,304
1X400 (Al)/16	0,0778	0,102	0,101	0,368	0,900	0,500	0,368
1X630 (Al)/16	0,0469	0,0636	0,094	0,472	0,861	0,498	0,472
1X630 (Cu)/16*	0,0283	0,0408	0,0964	0,468	0,844	0,498	0,465
18/30 (36) kV							
1X630 (Al)/16	0,0469	0,0636	0,100	0,343	0,857	0,506	0,343

* Secciones normalizadas por Naturgy.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Cobre
Valores de componentes homopolares

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

RHZ1-20L AL AFUMEX (AS) (normalizado por Naturgy)

ECO CABLE

Tensión asignada: 12/20 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L (AS)



CPR COMPLIANT

C_{ca} CPR
C_{ca}-s1b,d2,a1

Nº DoP 1009767

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO

No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

No propagación de incendio
UNE-EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
NFC 20454. It=1
DEF-STAN 02-713

Baja emisión de humos
UNE-EN 50399

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Baja emisión de calor
UNE-EN 50399

Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

AFUMEX AS
Alta seguridad

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV).

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d2,a1.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
  EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio:
  UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
  UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
  UNE-EN 50399.

RHZ1-20L AL AFUMEX (AS) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada:	12/20 kV
Norma diseño:	UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica:	AL RHZ1-20L (AS)



Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).
La norma de diseño del cable (UNE-HD 620-10E) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas **de obligado cumplimiento.** Ver artículo 8 del RLAT.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua (mejorado)
Su doble obturación longitudinal (material hinchante en conductor y pantalla) bloquea la circulación accidental de agua por el interior del cable.

Obturación especial del conductor
La tecnología empleada por Prysmian Group no precisa de especial preparación de la cuerda conductora para garantizar la continuidad eléctrica cuando se instala un empalme, conector separable o terminal. Para cualquier tecnología empleada para la conexión del manguito o contacto metálico en el conductor (tornillería fungible, punzonado profundo, compresión hexagonal, compresión semicircular...) se asegura que el material empleado en la obturación no alterará la conductividad como ocurre con algunas tecnologías del mercado que obligan a preparaciones complejas adecuaciones del conductor para evitar puntos calientes y fallos en las líneas.

Normalizado por Naturgy

Certificado por Aenor

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio obturada longitudinalmente (OL) contra el agua.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

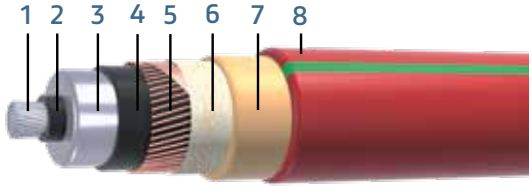
4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua
Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante en hélice.

7. Relleno
Material ignifugo LSOH.

8. Cubierta externa
Material: compuesto de poliolefina tipo DMZ2 Flamex.
Color: rojo con dos franjas verdes a 180°.



RHZ1-20L AL AFUMEX (AS) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L (AS)



Aplicaciones

Cable de alta seguridad (AS), libre de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio con baja opacidad y emisión de humos y con reducida toxicidad y corrosividad de gases y baja emisión de calor en caso de incendio. Pensado para tendidos en los que se pretenda limitar el riesgo de incendio y sus efectos colaterales como pueden ser galerías, subestaciones, centros de transformación, edificios y en general toda instalación en la que el riesgo de incendio no sea despreciable.

Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al /Pantalla Cu (mm^2)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X240/16*	30,0	44,3	2430	665	455	345	320	22,6	2,97
1X400/16*	35,0	49,6	3145	744	610	445	415	37,6	2,97

* Secciones normalizadas por Naturgy.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

RHZ1-20L AL AFUMEX (AS) (normalizado por Naturgy)

Tensión asignada: 12/20 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-10E; NATURGY ES.00137
Designación genérica: AL RHZ1-20L (AS)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
12/20 (24) kV							
1X240/16*	0,125	0,161	0,116	0,304	0,949	0,504	0,304
1X400/16*	0,0778	0,102	0,108	0,368	0,897	0,501	0,368

* Secciones normalizadas por Naturgy.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Valores de componentes homopolares ■

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H - LXHIOZ1 (cbe) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe)



CPR COMPLIANT

F_{ca} CPR

Nº DoP 1004881

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos UV
UNE-EN 211605

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 30,5 kV (cables 8,7/15 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV). Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F_{ca}.
- Requerimientos de fuego: IEC 60754-1 + IEC 60754-2
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.

AL VOLTALENE H - LXHIOZ1 (cbe) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe)



Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Vemex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua (mejorado)
Su doble obturación longitudinal (material hinchante en conductor y pantalla) bloquea la circulación accidental de agua por el interior del cable.

Obturación especial del conductor
La tecnología empleada por Prysmian Group no precisa de especial preparación de la cuerda conductora para garantizar la continuidad eléctrica cuando se instala un empalme, conector separable o terminal. Para cualquier tecnología empleada para la conexión del manguito o contacto metálico en el conductor (tornillería fungible, punzonado profundo, compresión hexagonal, compresión semicircular...) se asegura que el material empleado en la obturación no alterará la conductividad como ocurre con algunas tecnologías del mercado que obligan a preparaciones complejas adecuaciones del conductor para evitar puntos calientes y fallos en las líneas.

Normalizado por E-REDES/EDP

Construcción

1. Conductor

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio obturada longitudinalmente (OL) contra el agua. **Flexibilidad:** clase 2, según IEC 60228. **Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento

Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm^2.

6. Protección contra el agua

Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante semiconductora.

7. Cubierta exterior

Material: polietileno (PE) tipo DMZ1 Vemex. **Color:** gris.

8. Capa semiconductora exterior

Capa extrusionada de material conductor. **Color:** negro.



Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

AL VOLTALENE H - LXHIOZ1 (cbe) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe)



Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor Al / Pantalla Cu (mm²)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
							Conductor	Pantalla
8,7/15 (17,5) kV								
1X120 (Al)/16*	23,0	31,4	1080	470	307	266	11,3	2,97
1X240 (Al)/16*	28,4	36,9	1547	555	475	391	22,6	2,97
1X500 (Al)/16*	37,2	45,3	2511	680	750	576	47,0	2,97
18/30 (36) kV								
1X120 (Al)/16*	30,0	38,5	1438	576	307	266	11,3	2,97
1X240 (Al)/16*	35,4	43,9	1963	659	475	391	22,6	2,97

* Secciones normalizadas por E-REDES/EDP.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación).

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con la norma DMA-C33-251/N, tabla B-1. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 30 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1,08 m de profundidad y terreno de 1,2 K.m/W de resistividad térmica y 20 °C de temperatura.

AL VOLTALENE H - LXHIOZ1 (cbe) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV

Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665

Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al / Pantalla Cu (mm^2)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
8,7/15 (17,5) kV							
1X120 (Al)/16*	0,253	0,324	0,117	0,280	1,089	0,506	0,280
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,104	0,364	0,954	0,500	0,364
1X500 (Al)/16*	0,061	0,080	0,094	0,501	0,881	0,496	0,501
18/30 (36) kV							
1X120 (Al)/16*	0,253	0,324	0,129	0,182	1,081	0,526	0,182
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,115	0,230	0,947	0,516	0,230

* Secciones normalizadas por E-REDES/EDP.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Valores de componentes homopolares ■

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

(1) Conductor metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio obturada longitudinalmente.

Tensiones

	8,7/15 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	8,7	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	15	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	17,5	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	95	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

LXHIOZ1 (cbe, frt) AL AFUMEX (AS) (normalizado por E-REDES/EDP)

ECO CABLE

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe, frt)



CPR COMPLIANT

C_{ca} CPR
C_{ca}-s1b,d2,a1

Nº DoP 1007938
DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

No propagación de incendio
UNE-EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
NFC 20454. It= 1
DEF-STAN 02-713

Baja emisión de humos
UNE-EN 50399

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Baja emisión de calor
UNE-EN 50399

Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

AFUMEX AS
Alta seguridad

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla). 30,5 kV (cables 8,7/15 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV). Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d2,a1.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
  EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio:
  UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
  UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
  UNE-EN 50399.

LXHIOZ1 (cbe, frt) AL AFUMEX (AS) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe, frt)



Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta Flamex
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua (mejorado)
Su doble obturación longitudinal (material hinchante en conductor y pantalla) bloquea la circulación accidental de agua por el interior del cable.

Obturación especial del conductor
La tecnología empleada por Prysmian Group no precisa de especial preparación de la cuerda conductora para garantizar la continuidad eléctrica cuando se instala un empalme, conector separable o terminal. Para cualquier tecnología empleada para la conexión del manguito o contacto metálico en el conductor (tornillería fungible, punzonado profundo, compresión hexagonal, compresión semicircular...) se asegura que el material empleado en la obturación no alterará la conductividad como ocurre con algunas tecnologías del mercado que obligan a preparaciones complejas adecuaciones del conductor para evitar puntos calientes y fallos en las líneas.

Normalizado por E-REDES/EDP

Construcción

1. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio o de cobre obturada longitudinalmente (OL) contra el agua.
Flexibilidad: clase 2, según IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

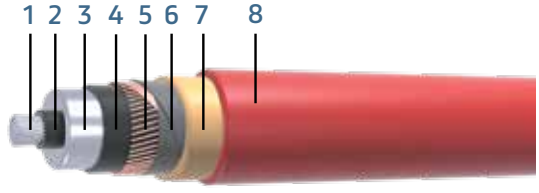
4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor **separable en frio.**

5. Pantalla metálica
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre.
Sección total 16 mm².

6. Protección contra el agua
Obturación longitudinal (OL) con cinta hinchante semiconductora.

7. Relleno
Material: inífugo LSOH.

8. Cubierta exterior
Material: poliolefina DMZ2 Flamex.
Color: rojo.



LXHIOZ1 (cbe, frt) AL AFUMEX (AS) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe, frt)



Aplicaciones

Cable de alta seguridad (AS), libre de halógenos, no propagador de la llama ni del incendio con baja opacidad y emisión de humos y con reducida toxicidad y corrosividad de gases y baja emisión de calor en caso de incendio. Pensado para tendidos en los que se pretenda limitar el riesgo de incendio y sus efectos colaterales como pueden ser galerías, subestaciones, centros de transformación, edificios y en general toda instalación en la que el riesgo de incendio no sea despreciable.

Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

Datos técnicos

Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
							Conductor	Pantalla
8,7/15 (17,5) kV								
1X120 (Al)/16*	23,0	33,6	1451	525	307	266	11,3	2,97
1X240 (Al)/16*	28,3	39,1	1995	590	475	391	22,6	2,97
1X500 (Al)/16*	37,3	49,5	3316	745	750	575	47,0	2,97
1X500 (Cu)/16*	37,1	49,5	6420	745	935	718	72,33	2,97
18/30 (36) kV								
1X120 (Al)/16*	30,0	40,7	1904	635	307	266	11,3	2,97
1X240 (Al)/16*	35,3	46,1	2500	715	475	391	22,6	2,97

* Secciones normalizadas por E-REDES/EDP.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación).

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con la norma DMA-C33-251/N, tabla B-1. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para instalación al aire: 30 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1,08 m de profundidad y terreno de 1,2 K.m/W de resistividad térmica y 20 °C de temperatura.

LXHIOZ1 (cbe, frt) AL AFUMEX (AS) (normalizado por E-REDES/EDP)

Tensión asignada: 8,7/15 (17,5) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2; DMA C-33-251/N; NP 665
Designación genérica: LXHIOZ1 (cbe, frt)



Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor / Pantalla Cu (mm^2)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
8,7/15 (17,5) kV							
1X120 (Al)/16*	0,253	0,325	0,121	0,280	1,086	0,508	0,280
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,108	0,364	0,952	0,501	0,364
1X500 (Al)/16*	0,061	0,080	0,100	0,501	0,879	0,497	0,501
1X500 (Cu)/16*	0,0366	0,051	0,100	0,500	0,858	0,497	0,500
18/30 (36) kV							
1X120 (Al)/16*	0,253	0,325	0,133	0,182	1,078	0,527	0,182
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,118	0,230	0,950	0,517	0,230

* Secciones normalizadas por E-REDES/EDP.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Valores de componentes homopolares ■

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

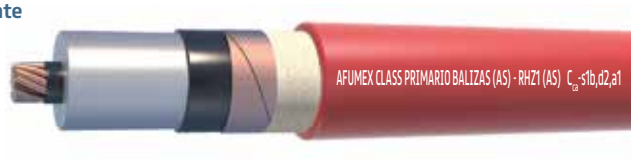
Tensiones

	18,7/15 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple Uo (kV)	8,7	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	15	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	17,5	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	95	170
Temperatura máxima adminisble en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AFUMEX CLASS PRIMARIO BALIZAS (AS) - RHZ1 (AS) (normalizado por AENA)

Cable para circuitos en serie de intensidad constante de alimentación a ayudas visules de aeropuertos

Tensión asignada:	5 kV*
Norma diseño:	UNE 21161
Designación genérica:	RHZ1 (AS)



* 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 para aeropuertos.

CPR COMPLIANT

C_{ca} CPR

C_{ca}-s1b,d2,a1

Nº DoP 1006162

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
https://es.prysmiangroup.com/dop

AENOR CABLE ELÉCTRICO

No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

No propagación de incendio
UNE-EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24

Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1

Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
NFC 20454. It= 1
DEF-STAN 02-713

Baja emisión de humos
UNE-EN 50399

Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2

Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453

Baja emisión de calor
UNE-EN 50399

Resistencia a la absorción del agua

Resistencia al frío

Resistencia a los rayos ultravioleta

AFUMEX AS
Alta seguridad

Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -15 °C, +90 °C.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min (tensión conductor pantalla): 17,5 kV.

El cable satisface los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d2,a1.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
  EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

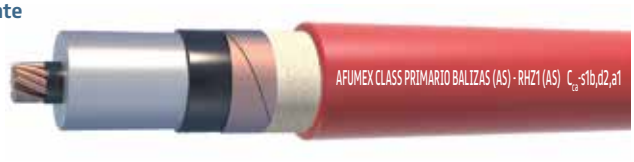
Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama:
  UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio:
  UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
  UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos:
  UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
  UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
  UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
  UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
  UNE-EN 50399.

AFUMEX CLASS PRIMARIO BALIZAS (AS) - RHZ1 (AS) (normalizado por AENA)

Cable para circuitos en serie de intensidad constante de alimentación a ayudas visules de aeropuertos

Tensión asignada:	5 kV*
Norma diseño:	UNE 21161
Designación genérica:	RHZ1 (AS)



* 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 para aeropuertos.

- **Capa semiconductora externa pelable en frio**
  Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.
- **Triple extrusión**
  Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.
- **Aislamiento reticulado en catenaria**
  Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.
- **Garantía única para el sistema**
  Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).
- **Normalizado por AENA**
- **Certificado por Aenor**

Construcción

1. Conductor

Metal: cuerda de hilos de cobre de sección circular.
Sección: 1 x 6 mm^2.
Flexibilidad: flexible, clase 2, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor:
90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento

Material: polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frío.**

5. Pantalla metálica

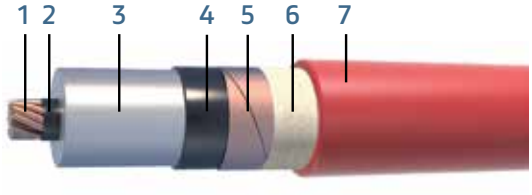
Cinta de cobre.

6. Barrera contra el fuego

Cinta mineral.

7. Cubierta exterior

Material: poliolefina libre de halógenos AFUMEX.
Color: rojo.



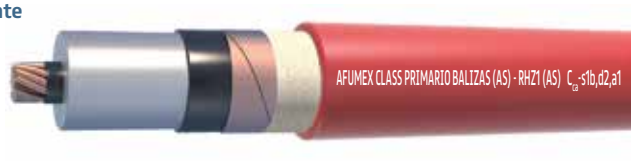
Aplicaciones

Circuitos serie de intensidad constante de alimentación a ayudas visuales de aeropuertos (balizamiento de campo de vuelo).

AFUMEX CLASS PRIMARIO BALIZAS (AS) - RHZ1 (AS) (normalizado por AENA)

Cable para circuitos en serie de intensidad constante de alimentación a ayudas visules de aeropuertos

Tensión asignada: 5 kV*
Norma diseño: UNE 21161
Designación genérica: RHZ1 (AS)



* 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 para aeropuertos.

Datos técnicos

Sección del conductor (mm²)	Intensidades máximas admisibles (A)	
	Instalación enterrada. Dos cables en contacto a 70 cm de profundidad. Temperatura del terreno 25 °C. Resistividad del terreno 1 K·m/W.	Instalación al aire. Dos cables en contacto Temperatura del aire 40 °C
1X6	80	68

Máxima tensión de tracción: 36 daN
Radio mínimo de curvatura durante la instalación: 370 mm.
Radio mínimo de curvatura en exposición final: 29,6 mm.

Características dimensionales

1 x sección conductor Cu (mm²)	Peso (kg/km) (1)	Diámetro nominal conductor (mm) (1)	Espesor aislamiento (mm) (1)	Diámetro nominal aislamiento (mm) (1)	Diámetro máximo aislamiento (mm)	Espesor nominal cubierta (mm) (1)	Diámetro nominal exterior (mm) (1)	Diámetro máximo exterior (mm)
5 kV								
1X6	440	3,2	3,4	10,8	12,3	2,0	17,9	18,5

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

Características eléctricas

Resistencia eléctrica del conductor a 20 °C c.c. [Ω/km]	3,08
Reactancia a 50 Hz cables al tresbolillo y en contacto [Ω/km]	0,167
Capacidad nominal [μF/km]	0,140
Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s [kA]	0,858

CABLE ARMADO UNIPOLAR

Tensión asignada: 3,6/6 (7,2) kV; 6/10 (12) kV; 8,7/15 (17,5) kV; 12/20 (24) kV; 15/25 (30) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2*
(consultar otras posibilidades)
Designación genérica: RHZ1MAZ1, HEPRZ1MAZ1, RHZ1FAZ1, HEPRZ1FAZ1.



*Para aislamiento de HEPRZ1 aplicaría la norma UNE-HD 620-9E (solo para el aislamiento).

CPR COMPLIANT

F_{ca} CPR — F_{ca}

E_{ca} CPR — E_{ca}

C_{ca} CPR — C_{ca}-s1b,d2,a1

Ensayos de fuego segun clase CPR.

Resistencia a la absorción del agua
Resistencia al frío
Resistencia a los rayos ultravioleta
Resistencia a los golpes
Resistencia a los roedores
Resistencia a la abrasión

- Temperatura máxima del conductor: 105 °C (aislamiento de HEPR) o 90 °C (aislamiento de XLPE).**
- Temperatura ambiente mínima de servicio: -25 °C (clase F_{ca}) o -15 °C (clases E_{ca} y C_{ca}-s1b,d2,a1).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor - pantalla): 3,5 Uo.

**Lo habitual es fabricar cable con aislamiento de XLPE (90 °C). Se puede fabricar cable con aislamiento de HEPR (105 °C) aplicando la norma UNE-HD 620-9E pra el aislamiento en determinados diseños (según armadura y material de cubierta).

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: según clase (ver ensayos en azul).

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

Clase F_{ca}
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

Clase E_{ca}
- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

Clase C_{ca}-s1b,d2,a1
- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio: UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de humos: UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor: UNE-EN 50399.

Nota: bajo demanda se pueden suministrar cables que cumplan otros ensayos de reacción al fuego.

CABLE ARMADO UNIPOLAR

Tensión asignada: 3,6/6 (7,2) kV; 6/10 (12) kV; 8,7/15 (17,5) kV; 12/20 (24) kV; 15/25 (30) kV y 18/30 (36) kV

Norma diseño: IEC 60502-2* (consultar otras posibilidades)

Designación genérica: RHZ1MAZ1, HEPRZ1MAZ1, RHZ1FAZ1, HEPRZ1FAZ1.



*Para aislamiento de HEPRZ1 aplicaría la norma UNE-HD 620-9E (solo para el aislamiento).

Mayor resistencia mecánica
La armadura dota al cable de una elevada resistencia a golpes y abrasión.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y ca-pa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Mayor intensidad admisible
Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

Menor diámetro exterior
Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menos peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica (aislamiento de HEPR).

Formulación de aislamiento Prysmian
Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian (aislamiento de HEPR).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua
Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian (aislamiento de HEPR).

Construcción

1. Conductor
Aluminio o cobre de clase 2 según UNE-EN 60228.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento
Etileno-propileno de alto módulo, 105 °C (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor separable en frio o no según diseño.

5. Pantalla metálica
Hilos de cobre con cinta. O cinta de aluminio obturada longitudinalmente (OL) con cinta hinchante.

6. Cubierta interna
Poliolefina libre de halógenos (consultar otras posibilidades).

7. Armadura
Hilos (MA) o flejes (FA) de aluminio.

8. Separador o barrera ignífuga
Según clase de reacción al fuego.

9. Cubierta exterior
Polietileno (PE) tipo ST7 (clase F_{ca}) o compuesto LSOH tipo ST8 (clases E_{ca} o C_{ca}-s1b,d2,a1). Consultar otras posibilidades.



Nota: ver dimensiones y pesos en las páginas de este catálogo.

CABLE ARMADO TRIPOLAR

Tensión asignada: 3,6/6 (7,2) kV; 6/10 (12) kV; 8,7/15 (17,5) kV; 12/20 (24) kV; 15/25 (30) kV y 18/30 (36) kV
Norma diseño: IEC 60502-2*
(consultar otras posibilidades)
Designación genérica: RHZ1MZ1, HEPRZ1MZ1, RHZ1FZ1, HEPRZ1FZ1.



*Para aislamiento de HEPRZ1 aplicaría la norma UNE-HD 620-9E (solo para el aislamiento).

CPR COMPLIANT

F_{ca} CPR — F_{ca}

E_{ca} CPR — E_{ca}

C_{ca} CPR — C_{ca}-s3,d2,a3

Ensayos de fuego segun clase CPR.

Resistencia a la absorción del agua
Resistencia al frío
Resistencia a los rayos ultravioleta
Resistencia a los golpes
Resistencia a los roedores
Resistencia a la abrasión

- Temperatura máxima del conductor: 105 °C (aislamiento de HEPR) o 90 °C (aislamiento de XLPE).**
- Temperatura ambiente mínima de servicio: -25 °C (clase F_{ca}) o -15 °C (clases E_{ca} y C_{ca}-s1b,d2,a1).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor - pantalla): 3,5 Uo.

**Lo habitual es fabricar cable con aislamiento de XLPE (90 °C). Se puede fabricar cable con aislamiento de HEPR (105 °C) aplicando la norma UNE-HD 620-9E pra el aislamiento en determinados diseños (según armadura y material de cubierta).

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: según clase (ver ensayos en azul).

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

Clase F_{ca}

- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

Clase E_{ca}

- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

Clase C_{ca}-s3,d2,a3

- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio: UNE-EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-2; NFC 20454. It01; DEF-STAN 02-713.
- Baja emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor: UNE-EN 50399.

Nota: bajo demanda se pueden suministrar cables que cumplan otros ensayos de reacción al fuego.

CABLE ARMADO TRIPOLAR

Tensión asignada: 3,6/6 (7,2) kV; 6/10 (12) kV; 8,7/15 (17,5) kV; 12/20 (24) kV; 15/25 (30) kV y 18/30 (36) kV

Norma diseño: IEC 60502-2* (consultar otras posibilidades)

Designación genérica: RHZ1MZ1, HEPRZ1MZ1, RHZ1FZ1, HEPRZ1FZ1.



*Para aislamiento de HEPRZ1 aplicaría la norma UNE-HD 620-9E (solo para el aislamiento).

Mayor resistencia mecánica
La armadura dota al cable de una elevada resistencia a golpes y abrasión. La armadura de hilos de acero además confiere al cable alta resistencia a la tracción.

Capa semiconductora externa pelable en frio
Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

Triple extrusión
Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

Aislamiento reticulado en catenaria
Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

Cubierta
Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

Garantía única para el sistema
Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

Mayor intensidad admisible
Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

Menor diámetro exterior
Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menos peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica (aislamiento de HEPR).

Formulación de aislamiento Prysmian
Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian (aislamiento de HEPR).

Excelente comportamiento frente a la acción del agua
Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian (aislamiento de HEPR).

Nota: ver dimensiones y pesos en las páginas de este catálogo.

Construcción

1. Conductor
Aluminio o cobre de clase 2 según UNE-EN 60228.

2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

3. Aislamiento
Etileno-propileno de alto módulo, 105 °C (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).

4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)
Capa extrusionada de material conductor separable en frio o no según diseño.

5. Identificación de conductores
Cinta de polipropileno de colores amarillo, verde y marrón.

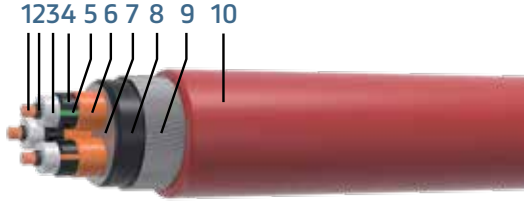
6. Pantalla metálica
Cinta de cobre.

7. Reunión de conductores

8. Cubierta interna
Poliolefina libre de halógenos (consultar otras posibilidades).

9. Armadura
Hilos de acero (M) o flejes de acero (F).

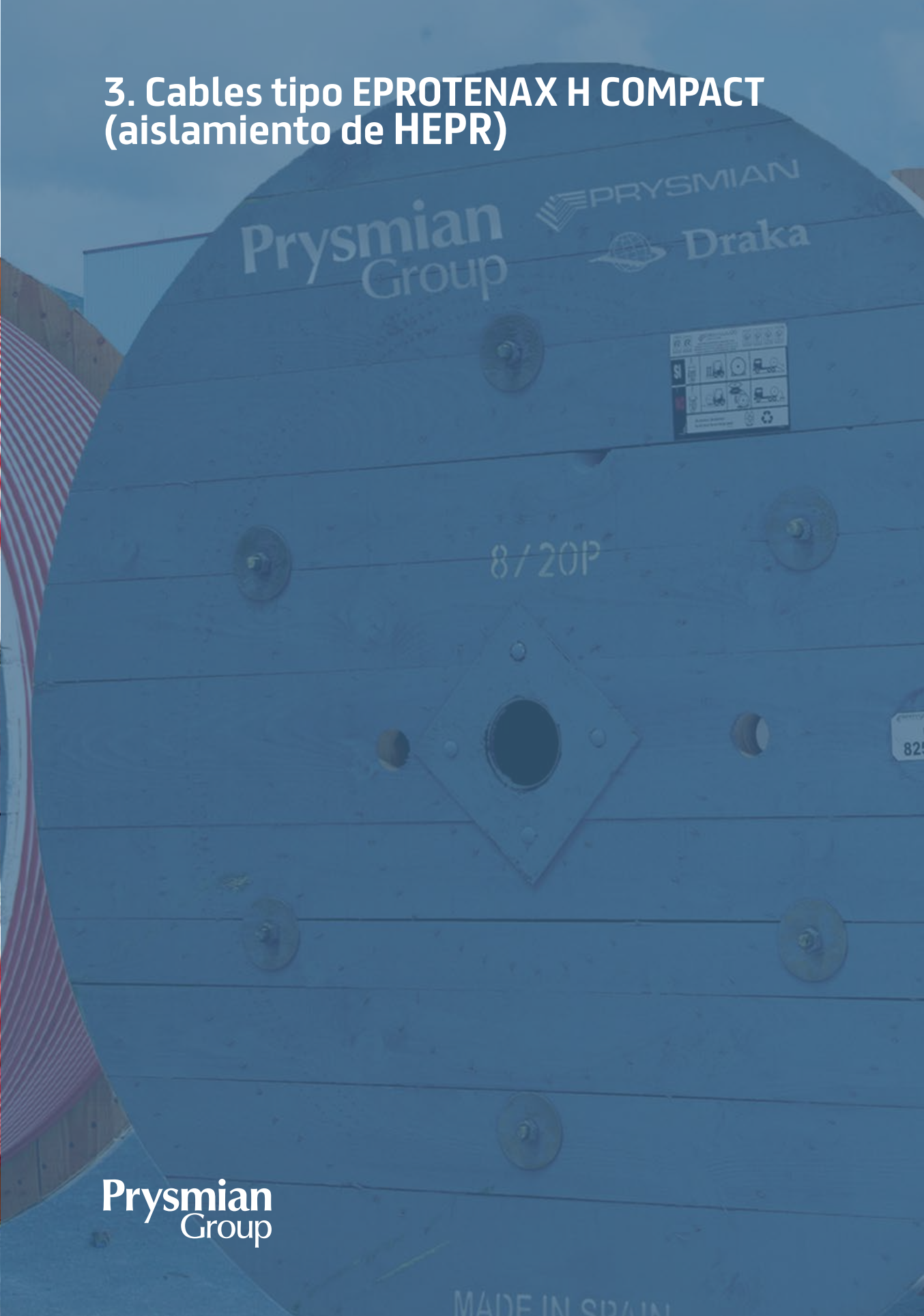
10. Cubierta exterior
Polietileno (PE) tipo ST7 (clase F_{ca}) o compuesto LSOH tipo ST8 (clases E_{ca} o C_{ca}-s3,d2,a3) Consultar otras posibilidades.



Prysmian Group


Prysmian Group
PRYSMIAN
Draka
8/20P
825795V
MADE IN SPAIN

3. Cables tipo EPROTENAX H COMPACT (aislamiento de HEPR)



Prysmian Group

3.1. Designación de los cables EPROTENAX H COMPACT

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

AL	EPROTENAX	H	COMPACT		1 x 240/16	mm²	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).	(Nada): Clase F_{ca} (S): Clase E_{ca} (AS): Clase C_{ca} s1b,d2,a1	La cifra 1 ó 3 denota que el cable es unipolar o tripolar. 240 indica la sección del conductor en mm². 16 indica la sección de la pantalla en mm².		Tensión asignada 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 14)	

Otros ejemplos:

Cable EPROTENAX H COMPACT 1 x 150/16 mm² 12/20 kV

Cable unipolar, con conductor de cobre de 150 mm² de sección, aislado con HEPR, apantallado, con alambres de cobre de sección total 16 mm², no armado, para una tensión asignada de 12/20 kV y con cubierta exterior VEMEX. Clase de reacción al fuego F_{ca}.

Cable AL EPROTENAX HFA COMPACT (S) 1 x 300/16 mm² 6/10 kV

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 300 mm² de sección, aislado con HEPR, apantallado con una corona de hilos de cobre con una sección total de 16 mm², armado con flejes de aluminio, para una tensión asignada de 6/10 kV. y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados). Clase de reacción al fuego E_{ca}.

Cable AL EPROTENAX FA COMPACT (AS) 1 x 150 mm² 1,8/3 kV

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 150 mm² de sección, aislado con HEPR, sin pantalla, armado con flejes de aluminio, para una tensión asignada de 1,8/3 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados). Clase de reacción al fuego C_{ca}-s1b,d2,a1.

3.2. Equivalencias entre designaciones Prysmian para cables EPROTENAX H 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[1]	Unipolar	No	Flejes aluminio	No existe actualmente designación UNE para estos cables. Se recomienda designarlos según lo explicado en la página anterior.	
F[1]	Tripolar	No	Flejes acero		
HFA	Unipolar	Si	Flejes aluminio		
HF	Tripolar	Si	Flejes acero		
MA[1]	Unipolar	No	Alambres de aluminio[2]		
M[1]	Tripolar	No	Alambres de acero		
HMA	Unipolar	Si	Alambres de aluminio[2]		
HM	Tripolar	Si	Alambres de acero		
O[1]	Unipolar o tripolar	Con pantalla conjunta			

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

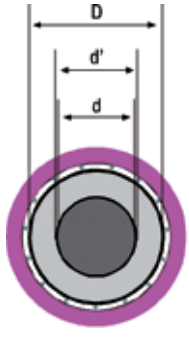
(2) La armadura MA sólo debe utilizarse en casos absolutamente necesarios ya que al tratarse de una armadura de una sección considerable de aluminio, se puede inducir unas corrientes de circulación a tierra nada despreciables. Esto puede motivar que la intensidad de corriente admisible por el conductor de fase se vea minorada sobre todo en el caso de que los cables unipolares estén separados entre sí. Ver tablas de intensidades admisibles.
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 60502-2 para los cables de tensión asignada superior a 1000 V.

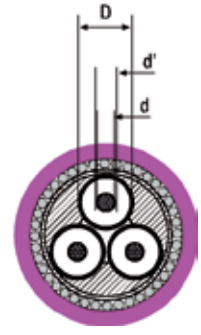
Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

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.

3.3. Diámetros bajo aislamiento de cables EPROTENAX H COMPACT (unipolares y tripolares)

Sección (mm²)	d conductor (mm)	d' semic. int. (mm)	D sobre 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
Conductor de Cu									
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
Conductor de Al									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	14,9	18,0	20,9	25,0
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	16,8	19,4	21,8	25,4
95	**11,2**	**12,2**	15,2	17,2	19	18,2	**20,8**	22,6	**25,6**
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	26,5	22,3	24,1	26,5
150	**14**	**15**	18	20	21,8	21,2	**23,5**	25,2	**27,2**
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	23,3	25,7	27,1	29,1
240	**17,9**	**19,3**	21,9	24,5	26,1	25,7	**27,6**	29,5	**31,4**
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	34,2
400	**23,1**	**24,5**	27,1	30,5	31,3	30,9	**32,8**	35,1	**36,4**
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 H COMPACT presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al EPROTENAX H COMPACT.

3.4. Diámetros exteriores y pesos de cables EPROTENAX H COMPACT

N° 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

N° 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

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	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
Unipolares 6/10 kV (Conductores de aluminio)						
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

	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	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
Tripolares 6/10 kV (Conductores de aluminio)						
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

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

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	26,2	790	29,4	1181	30,3	1297
1 x 70	26,5	878	31,3	1321	32,8	1497
1 x 95	**29,0**	**980**	32,7	1441	34,4	1641
1 x 120	30	1093	34,4	1590	35,9	1781
1 x 150	**32,0**	**1205**	35,7	1707	37,4	1925
1 x 185	33,2	1369	38,4	1930	39,9	2148
1 x 240	**36,1**	**1570**	40,5	2181	42	2418
1 x 300	38,5	1833	43,3	2497	46	2892
1 x 400	**41,4**	**2115**	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

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 15/25 kV (Conductores de cobre)						
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
Unipolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
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)	
Tripolares 15/25 kV (Conductores de cobre)						
3 x 50	57,6	4413	64,4	6575	67,1	8333
3 x 70	61,2	5008	68	7635	72	10267
3 x 95	65,1	5589	72,1	8835	76,3	11592
3 x 120	68,9	6301	76,1	10095	80,3	13029
3 x 150	71,7	6877	80,6	11885	83,1	14159
3 x 185	76,4	7863	85,5	13950	88	16135
3 x 240	82,6	8998	91,9	16284	94,4	18893
3 x 300	87,1	10453	96,4	18567	98,9	21357
Tripolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 50	57,1	2483	63,9	5691	66,6	7417
3 x 70	61	6236	67,8	6394	71,8	9030
3 x 95	64,2	7375	71,2	7031	75,4	9742
3 x 120	68	8505	75,2	7843	79,7	10741
3 x 150	71,1	9495	80	9221	82,5	11509
3 x 185	76,6	10974	85,7	10416	88,2	12834
3 x 240	81,1	13522	90,4	11727	92,9	14313
3 x 300	87,1	15675	96,4	13313	98,9	16103

N° 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	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
Unipolares 18/30 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 50	31,0	1095	34	1530	35,7	1748
1 x 70	32,8	1205	35,7	1665	37,4	1888
1 x 95	**33,9**	**1323**	37,3	1818	39	2055
1 x 120	35	1435	39	1986	40,5	2218
1 x 150	**36,6**	**1520**	40,5	2134	43,2	2516
1 x 185	38	1730	43,2	2385	45,9	2795
1 x 240	**40,6**	**1905**	45,1	2637	47,8	3060
1 x 300	42,5	2200	48,1	3004	50,8	3464
1 x 400	45,7	2480	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)	
Tripolares 18/30 kV (Conductores de cobre)						
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
Tripolares 18/30 kV (Conductores de aluminio)						
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 semiconductora externa de cada fase.

3.5. Tablas de datos técnicos de cables EPROTENAX H 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
Mecámicas		
Valores en estado inicial: - Carga rotura mínima - Carga rotura mínima - Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	 N/cm^2 % N/cm^2	 850 200 450
Después de envejecimiento en estufa de aire: - Tratamiento Temperatura Duración	 °C h	 150 168
Variación del valor inicial admitido: - Carga de rotura - Alargamiento	 % %	 ± 30 ± 30
Físicas		
a) Absorción de agua: - Método ponderal: Temperatura Duración - Variación de masa admitida	 °C h mg/cm^2	 100 24 3
b) Ensayo de resistencia al ozono: -Concentración de ozono, en volumen -Duración del ensayo sin aparición de grietas	 % h	 0,025 a 0,030 30
Químicas		
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^2 % %	 200 15 20 175 15

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 EPROTENAX H COMPACT.

Características	Unidad	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
Mecánicas			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm^2	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^2	-	-
- 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^2	-	-
- Variación	%	± 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
Físico-Químicas			
a) Pérdida de masa			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100± 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima	mg/cm^2	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^2	10	24
e) Contracción a cable completo			
- Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 ± 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7

Tabla II (Continuación). **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	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
Físico-Químicas			
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/cm²	 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 (PVC) especificado en la norma IEC 60502.

Las caracteríticas 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 (mm²)	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
95	0,193	**0,320**

Sección nominal (mm²)	R máx Ω/km	
	Cobre desnudo	Aluminio
120	0,153	0,253
150	0,124	**0,206**
185	0,0991	0,164
240	0,0754	**0,125**
300	0,0601	0,100
400	0,0470	**0,078**
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.

Tabla IV. Capacidad en μF/km.

Sección nominal (mm²)	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	0.216	0.183	0.147
70	0.475	0.367	0.332	0.342	0.258	0.215	0.176
95	0.499	0.414	0.374	0.385	**0.281**	0.249	**0.202**
120	0.550	0.454	0.409	0.423	0.315	0.271	0.232
150	0.590	0.487	0.438	0.441	**0.329**	0.294	**0.247**
185	0.648	0.533	0.488	0.482	0.366	0.324	0.281
240	0.752	0.617	0.553	0.543	**0.402**	0.365	**0.299**
300	0.816	0.668	0.599	0.587	0.455	0.387	0.340
400	0.853	0.735	0.658	0.646	**0.480**	0.417	**0.360**
500	0.907	0.793	0.737	0.718	0.558	0.465	0.400

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 asignada Uo/U (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para U ≤ 30 kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, Up (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 (mm²)	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
95	0.245	**0.403**	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
150	0.159	**0.262**	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
240	0.098	**0.161**	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
400	0.062	**0.102**	-	-
500	0.051	0.084	-	-

Tabla VII. Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C).

Sección nominal (mm²)	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
95	0.259	**0.430**	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	**0.277**	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	**0.168**	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	**0.105**	-	-
500	0.054	0.089	-	-

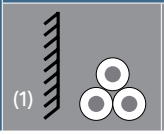
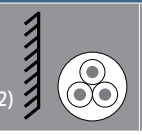
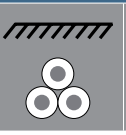
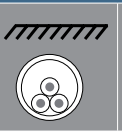
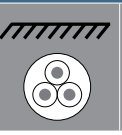
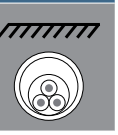
Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada: $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen } \varphi)$. Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 48).

Tabla VIII. Reactancia inductiva la frecuencia de 50 Hz.

Sección nominal (mm²)	Reactancia inductiva X en Ω/km por fase						
	Tensión asignada 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
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
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	0.134	0.140	0.155
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	**0.119**	0.121	**0.128**
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.114	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	**0.112**	0.115	**0.120**
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	**0.103**	0.106	**0.110**
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	**0.097**	0.100	**0.103**
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099
Un cable tripolar							
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: $\Delta \mathbf{U} = \sqrt{3} \cdot \mathbf{L} \cdot \mathbf{I} \cdot (\mathbf{R} \cdot \mathbf{cos}\ \varphi + X \cdot \mathbf{sen}\ \varphi)$. 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 48).

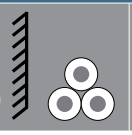
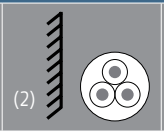
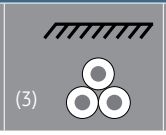
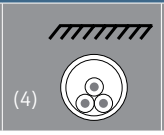
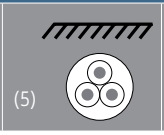
Tabla IX. Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (EPROTENAX H COMPACT) sin armadura.

Sección nominal (mm²)	Tensión asignada (Temperatura máxima en el conductor 105 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
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	-	-
Conductores de Al						
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
95	**275**	240	**215**	**200**	205	190
120	320	280	245	230	235	215
150	**360**	315	**275**	**255**	265	240
185	415	360	315	290	295	275
240	**495**	425	**365**	**345**	345	325
300	565	485	410	390	390	365
400	**660**	-	**470**	**450**	-	-
500	775	-	540	515	-	-
630	905	-	615	590	-	-

(1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire y a la sombra.
(2) Un cable trifásico, instalado al aire y a la sombra.
(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
Resisitividad térmica terreno K·m/W:	1,5
Temperatura del conductor en °C:	105

Tabla IX bis. **Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (EPROTENAX H COMPACT) con armadura.**

Sección nominal (mm²)	Tensión asignada (Temperatura máxima en el conductor 105 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
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	-	-
Conductores de Al						
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 y a la sombra.
(2) Un cable trifásico, instalado al aire y a la sombra.
(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
Resisitividad térmica terreno K·m/W:	1,5
Temperatura del conductor en °C:	105

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

Sección nominal (mm^2)	Tensiones nominales Uo/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 (kA) en la pantalla con aislamiento HEPR. Temperatura inicial 95 °C y temperatura máxima 250 °C en cortocircuito.

Pantalla hilos Cu sin obturación longitudinal									
Sección nominal (mm^2)	Duración del cortocircuito en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16 (36x0,76 mm)	7,76	5,64	4,71	3,78	2,85	2,44	2,20	2,04	1,92
25 (32x1,01 mm)	12,0	8,65	7,19	5,72	4,25	3,60	3,21	2,96	2,76
35 (44x1,01 mm)	16,5	11,9	9,88	7,86	5,84	4,95	4,42	4,06	3,80
50 (41x1,25 mm)	23,3	16,8	13,9	11,0	8,06	6,78	6,03	5,52	5,14

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

3.6. Corriente máxima admisible de corriente de cortocircuito en el conductor para los cables tipo EPROTENAX H COMPACT

En las tablas 25 y 26 de la ITC-LAT 06 del RLAT encontramos valores máximos de densidad de corriente de cortocircuito en A/mm² para diferentes tiempos. Multiplicando dichos valores por la sección adecuada del conductor obtendremos el valor de cortocircuito para el tiempo elegido (siempre entre 0,1 y 5 s). Se recomienda ver ejemplo 1.7.4.

Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de cobre y de aluminio

Tipo de aislamiento	ΔΘ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR Uo/U ≤ 18/30 kV (cu)	145	426	301	246	190	174	135	100	95	85	78
HEPR Uo/U ≤ 18/30 kV (Al)	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

*ΔΘ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Cualquier valor de cortocircuito máximo, tabulado o no, se obtiene aplicando la fórmula para obtener el cortocircuito:

Icc = K·S/√t

Donde:

- **K**: constante que depende de la naturaleza del conductor y del aislamiento. Su valor coincide con la densidad de corriente de cortocircuito para t = 1 s. Sus unidades son $A \cdot s^{1/2}/mm^2$ y su valor es 135 para conductores de cobre y 89 para conductores de aluminio.
- **S**: sección del conductor en mm²
- **t**: duración del cortocircuito en s

Si, por ejemplo, deseamos saber el cortocircuito máximo admisible para un cable de 1x400 AL EPROTENAX H COMPACT de tensión inferior o igual a 18/30 kV para un tiempo de 0,2 s tenemos:

I_{cc} = 89 x 400 / √0,2 ≈ 79600 A

Igualmente lo obtenemos con el valor de tablas de densidad para 0,2 s:

199 A/mm² x 400 mm² = 79600 A



4. Cables tipo VOLTALENE (aislamiento de XLPE)



Prysmian Group

4.1. Designación de los cables VOLTALENE

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

AL	VOLTALENE	H	COMPACT		1 x 240/16	mm²	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 pantallado	La presencia de la palabra COMPACT indica que el cable tiene pantalla de cinta de aluminio (RH5Z1-OL)	(Nada): Clase F_{ca} (S): Clase E_{ca} (AS): Clase C_{ca} s1b,d2,a1	La cifra 1 ó 3 denota que el cable es unipolar o tripolar. 240 indica la sección del conductor en mm². 16 indica la sección de la pantalla en mm².		Tensión asignada 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 14).	

Otros ejemplos:

Cable VOLTALENE H (S) 1 x 240/25 mm² 18/30 kV (RHZ1-OL)

Cable unipolar, con conductor de cobre de 240 mm² de sección, aislado con XLPE, apantallado, con alambres de cobre de sección total 25 mm², no armado, para una tensión asignada de 18/30 kV. Clase de reacción al fuego E_{ca}.

Cable AL VOLTALENE HMA 1 x 300/16 mm² 6/10 kV (AL RHMAZ1-OL)

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 300 mm² de sección, aislado con XLPE, apantallado con una corona de hilos de cobre con una sección total de 16 mm², armado con hilos de aluminio, para una tensión asignada de 6/10 kV. Clase de reacción al fuego F_{ca}.

Cable AL VOLTALENE HF 3 x 150 mm² 1,8/3 kV (AL RHFZ1-OL)

Cable tripolar, con conductores de aluminio de 150 mm² de sección, aislados con XLPE, sin pantalla, armado con flejes de acero, para una tensión asignada de 1,8/3 kV. Clase de reacción al fuego F_{ca}.

Cable AL VOLTALENE H COMPACT (AS) 1x95 mm² 12/20 kV (AL RH5Z1-OL)

Cable tripolar, con conductor de aluminio de 95 mm² de sección, aislado con XLPE, con pantalla de cinta de aluminio con tensión asignada de 12/20 kV. Clase de reacción al fuego C_{ca}-s1b,d2,a1.

4.2. Equivalencias entre designaciones Prysmian para cables VOLTALENE y designaciones genéricas

VOLTALENE	Formación	Pantalla	Armadura		
				Campo no radial[1]	Campo radial
H	Unipolar	Si	No	-	RHZ1
	Tripolar	Individual sobre cada fase	No		
H5	Unipolar	Si (cinta de Al)	No	-	RH5Z1
FA[1]	Unipolar	No	Flejes aluminio	RFAV	-
F[1]	Tripolar		Flejes acero	RFV	-
HFA	Unipolar	Si	Flejes aluminio	-	RHVFAV
HF	Tripolar		Flejes acero	-	RHVFV
MA[1]	Unipolar	No	Alambres de aluminio [2]	RMAV	-
M[1]	Tripolar		Alambres de acero	RMV	-
HMA	Unipolar	Si	Alambres de aluminio [2]	-	RHVMAV
HM	Tripolar		Alambres de acero	-	RHVMV
O	Unipolar o Tripolar	Con pantalla conjunta		ROZ1	-

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

(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.

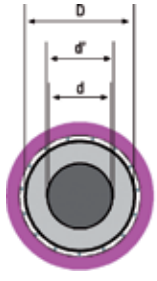
Todos los cables deben disponer de una protección metálica que los envuelva, bien sea al menos una pantalla o una armadura. Requisito exigido en la norma IEC 60502-2 para los cables de tensión asignada superior a 1000 V.

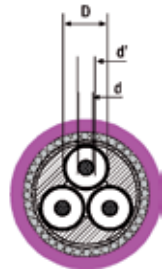
Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

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.

4.3. Diámetros bajo aislamiento de cables VOLTALENE (unipolares y tripolares)

Sección (mm^2)	d conductor (mm)	d' semic. int. (mm)	D sobre 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
Conductor de Cu									
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
Conductor de Al									
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
95	**11,2**	**12,2**	15,2	17,2	19	21,2	**23,2**	25,8	**28,2**
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	22,7	24,7	27,3	29,7
150	**14**	**15**	18	20	21,8	24	**25,9**	28,6	**30,9**
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	26,1	28,1	30,7	33,1
240	**17,9**	**19,3**	21,9	24,5	26,1	28,3	**30,0**	32,9	**35,0**
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	31	33	35,6	35,6
400	**23,1**	**24,5**	27,1	30,5	31,3	33,5	**35,0**	38,1	**40,0**
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	37,3	39,2	41,9	44,2





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 H presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al VOLTALENE H.

4.4. 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

Nº de conductores x sección	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

N° 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

N° de conductores x sección	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

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

Nº de conductores x sección	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

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

N° de conductores x sección	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	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
Tripolares 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)						
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

N° 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
1 x 95	**32.1**	**1205**	35.1	1450	36.8	1680
1 x 120	33.2	1310	36.8	1600	38.3	1820
1 x 150	**35.2**	**1435**	38.1	1715	39.8	1970
1 x 185	36.9	1535	40.8	1980	42.3	2230
1 x 240	**39.3**	**1835**	42.9	2210	44.4	2480
1 x 300	42	2040	45.7	2530	48.4	2975
1 x 400	**44.6**	**2400**	48.9	2925	51.6	3410
1 x 500	48.4	2700	52.5	3385	55.2	3905

N° de conductores x sección	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

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 15/25 kV (Conductores de cobre)						
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
Unipolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
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

Nº de conductores x sección	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares 15/25 kV (Conductores de cobre)						
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
Tripolares 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
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

N° 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
1 x 95	**37,1**	**1485**	40,5	1795	42,2	2065
1 x 120	38,7	1590	42,2	1960	43,7	2225
1 x 150	**40,2**	**1750**	43,7	2110	46,4	2540
1 x 185	41,5	1980	46,4	2400	49,1	2855
1 x 240	**44,3**	**2165**	48,3	2625	51,0	3095
1 x 300	45,3	2350	51,3	2995	54,0	3505
1 x 400	**49,6**	**2770**	54,5	3420	57,2	3955
1 x 500	51,7	3000	58,1	3910	60,8	4485

N° de conductores x sección	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 semiconductora externa de cada fase.

4.5. 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
Mecánicas		
Valores en estado inicial: • Carga rotura mínima • Alargamiento mínimo	 N/cm² %	 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
Físicas		
a) Absorción de agua: • Método ponderal: Temperatura Duración • Variación de masa admitida	 °C h mg/cm²	 85 336 1
b) Ensayo de contracción: Temperatura Duración • Contracción de masa admitida	 °C h %	 130 1 4
Químicas		
Comprobación de la reticulación: • Tratamiento Temperatura Tiempo bajo carga Esfuerzo mecánico • Alargamiento máximo bajo carga • Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	 °C min. N/cm² % %	 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)
Mecánicas			
a) Sin envejecimiento • Resistencia mínima a la tracción • Alargamiento mínimo a la rotura	 N/mm^2 %	 12,50 150	 15 500
b) Después de envejecimiento • Tratamiento: Temperatura Duración • Resistencia mínima a la tracción • Variación • Alargamiento mínimo a la rotura • Variación	 °C h N/mm^2 % % %	 100 168 - 25 - ± 25	 110±2 336 - - 300 -
c) Después de envejecimiento a cable completo • Tratamiento: Temperatura Duración • Resistencia mínima a la tracción • Variación • Alargamiento mínimo a la rotura • Variación	 °C h N/mm^2 % % %	 100± 2 168 - ± 25 - ± 25	 100± 2 168 - - 300 -
Físico-Químicas			
a) Pérdida de masa • Tratamiento: Temperatura Duración • Pérdida máxima	 °C h mg/cm^2	 100 168 1,5	 100± 2 168 0,5
b) Presión a temperatura elevada • Tratamiento Temperatura Tiempo bajo carga Coeficiente k • Profundidad máxima de la huella	 °C h - %	 90 6 0,7 50	 115± 2 6 0,7 50
c) Comportamiento a baja temperatura: • Tratamiento: Temperatura • Tipo de muestra: Halterio • Alargamiento mínimo a la rotura	 °C - %	 -15 - 20	 -30 ± 2 - 20
d) Resistencia al desgarro (con corte) • Tratamiento: Temperatura • Resistencia mínima	 °C N/mm^2	 20 ± 5 10	 20 ± 5 24
e) Contracción a cable completo • Tratamiento: Temperatura Duración • Contracción máxima	 °C h %	 	 80 ± 2 5x5 7

TABLA II (CONTINUACIÓN). Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX ≡ DMZ1) de los cables VOLTALENE.

Características	Unidad	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
Físico-Químicas			
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^2	 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 caracteríticas 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 Ω/km.

Sección nominal (mm²)	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
95	0,193	**0,320**

Sección nominal (mm²)	R máx Ω/km	
	Cobre desnudo	Aluminio
120	0,153	0,253
150	0,124	**0,206**
185	0,0991	0,164
240	0,0754	**0,125**
300	0,0601	0,100
400	0,0470	**0,078**
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 μF/km.

Sección nominal (mm²)	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
95	0,504	0,416	0,322	0,258	**0,216**	0,190	**0,166**
120	0,556	0,458	0,353	0,281	0,241	0,206	0,183
150	0,598	0,491	0,378	0,300	**0,251**	0,218	**0,190**
185	0,671	0,550	0,421	0,333	0,283	0,240	0,213
240	0,765	0,604	0,477	0,375	**0,304**	0,269	**0,227**
300	0,831	0,612	0,516	0,405	0,343	0,289	0,254
400	0,918	0,634	0,567	0,444	**0,368**	0,315	**0,272**
500	0,939	0,670	0.,635	0,495	0,422	0,349	0,309

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 asignada Uo/U (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para Uo ≤ 30 kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, Up (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 (mm²)	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	0.0822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
95	0.245	**0.403**	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
150	0.159	**0.262**	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
240	0.098	**0.161**	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
400	0.062	**0.102**	-	-
500	0.051	0.084	-	-

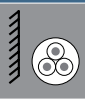
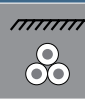
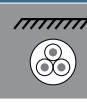
Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada: $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen } \varphi)$. Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la **página 48**).

TABLA VII. Reactancia inductiva la frecuencia de 50 Hz.

Sección nominal (mm²)	Reactancia inductiva X en Ω/km por fase						
	Tensión asignada 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
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
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
95	0,095	0,098	0,110	0,115	**0,125**	0,129	**0,134**
120	0,092	0,095	0,106	0,111	0,120	0,123	0,127
150	0,090	0,092	0,102	0,108	**0,117**	0,120	**0,126**
185	0,088	0,091	0,100	0,104	0,112	0,118	0,120
240	0,085	0,088	0,097	0,101	**0,108**	0,116	**0,116**
300	0,083	0,087	0,093	0,097	0,104	0,108	0,111
400	0,081	0,085	0,091	0,095	**0,101**	0,104	**0,108**
500	0,080	0,084	0,089	0,092	0,099	0,100	0,105
Un cable tripolar							
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: Δ**U** = $\sqrt{3}$ · **L** · **I** · (**R** · **cos** φ + X · **sen** φ). 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 48**).

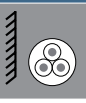
TABLA VIII. Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (VOLTALENE) sin armadura.

Sección nominal (mm²)	Tensión asignada (Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
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	-	-
Conductores de Al						
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
95	**255**	235	**205**	**190**	200	180
120	295	270	235	215	225	205
150	**335**	305	**260**	**245**	255	230
185	385	345	295	280	285	260
240	**455**	405	**345**	**320**	330	305
300	520	465	390	365	375	345
400	**610**	-	**445**	**415**	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

(1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire y a la sombra.
(2) Un cable trifásico, instalado al aire y a la sombra.
(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
Resisitividad 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 (VOLTALENE) con armadura.

Sección nominal (mm²)	Tensión asignada (Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
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	-	-
Conductores de Al						
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 y a la sombra.
(2) Un cable trifásico, instalado al aire y a la sombra.
(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
Resisitividad 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^2)	Tensiones nominales Uo/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 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 XI. Intensidad de cortocircuito admisible (kA) en la pantalla con aislamiento XLPE. Temperatura inicial 80 °C y temperatura máxima 250 °C en cortocircuito.

Pantalla hilos Cu con obturación longitudinal sobre pantalla o sobre y bajo pantalla									
Sección nominal (mm^2)	Duración del cortocircuito en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16 (36x0,76 mm)	8,17	5,93	4,95	3,96	2,97	2,54	2,29	2,10	1,98
25 (32x1,01 mm)	12,6	9,11	7,55	6,00	4,44	3,75	3,34	3,06	2,86
35 (44x1,01 mm)	17,4	12,5	10,4	8,25	6,10	5,16	4,59	4,21	3,93
50 (41x1,25 mm)	24,6	17,6	14,6	11,5	8,45	7,09	6,29	5,74	5,34

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

4.6. Corriente máxima admisible de cortocircuito en el conductor para los cables tipo VOLTALENE H

En las tablas 25 y 26 de la ITC-LAT 06 del RLAT encontramos valores máximos de densidad de corriente de cortocircuito en A/mm² para diferentes tiempos. Multiplicando dichos valores por la sección adecuada del conductor obtendremos el valor de cortocircuito para el tiempo elegido (siempre entre 0,1 y 5 s). Se recomienda ver ejemplo 1.7.4.

Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de cobre y de aluminio

Tipo de aislamiento	ΔΘ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HLPE (cu)	160	452	319	261	202	184	143	116	101	90	82
HLPE (Al)	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54

*ΔΘ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Cualquier valor de cortocircuito máximo, tabulado o no, se obtiene aplicando la fórmula para obtener el cortocircuito:

$I_{cc} = K \cdot S/\sqrt{t}$

Donde:

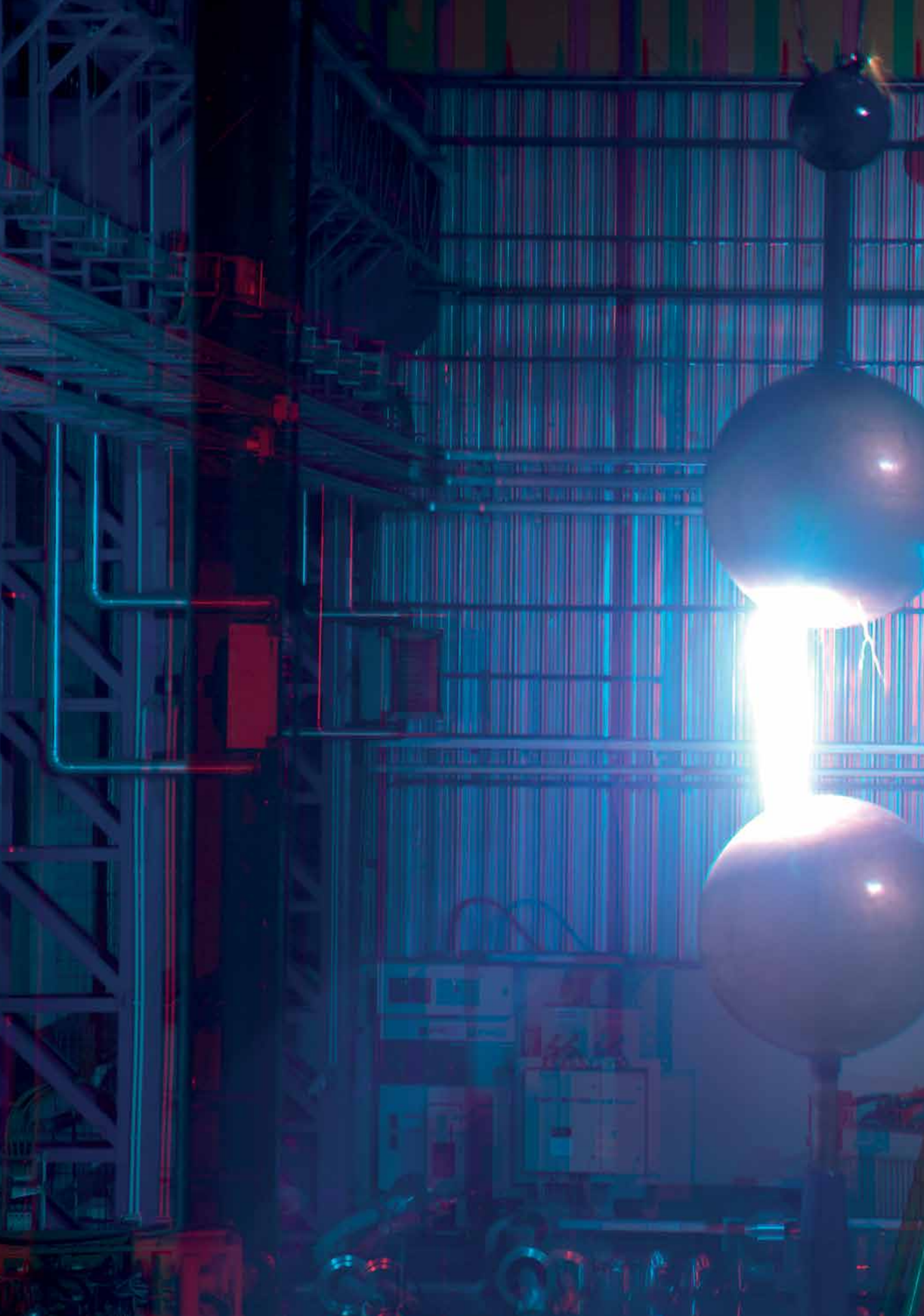
- **K**: constante que depende de la naturaleza del conductor y del aislamiento. Su valor coincide con la densidad de corriente de cortocircuito para t = 1 s. Sus unidades son A·s1/2/mm² y su valor es 143 para conductores de cobre y 94 para conductores de aluminio.
- **S**: sección del conductor en mm²
- **t**: duración del cortocircuito en s

Si, por ejemplo, deseamos saber el cortocircuito máximo admisible para un cable de 1x240 AL VOLTALENE H COMPACT DE 12/20 kV para un tiempo de 0,3 s tenemos:

$I_{cc} = 94 \times 240 / \sqrt{0,3} \approx 41189$ A

Igualmente lo obtenemos con el valor de tablas de densidad para 0,3 s:

172 A/mm² x 240 mm² = 41280 A (valor aproximado al obtenido con la fórmula de cálculo del cortocircuito).



5. Accesorios para cables EPROTENAX H COMPACT y VOLTALENE

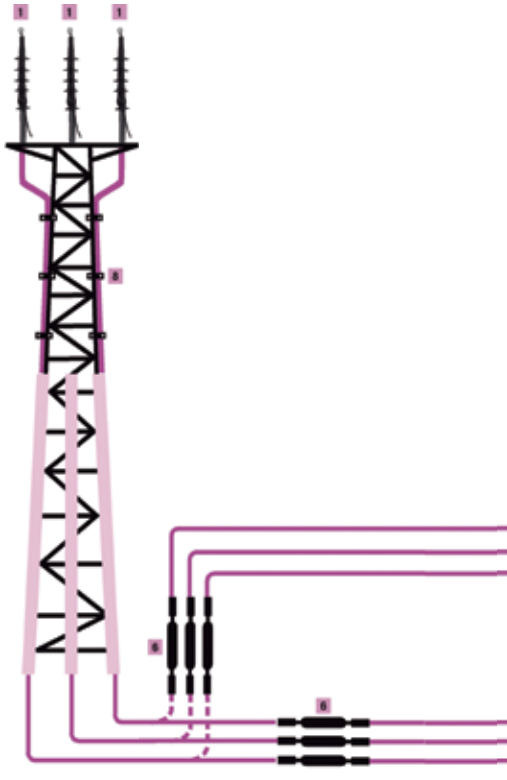


Prysmian Group

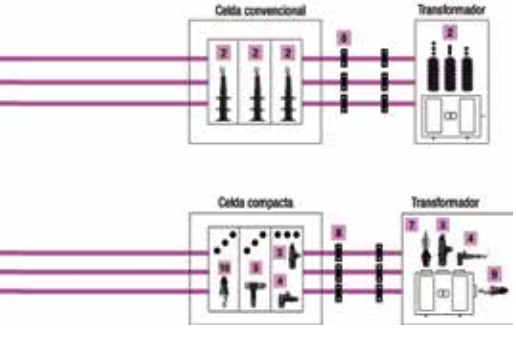
5.1. Guía de selección de accesorios

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 mm²	AL HEPRZ1	ELASPEED 1E 00/24 HEPR (Pág. 187)	TMF-1 00/24 I HEPR (Pág. 176)	TMF-1 00/24 E HEPR (Pág. 178)	CDTO (Pág. 180)	MSCE-250A 95/24-T3 (Pág. 194)	MSCEA-630A 95-240/24-T3 (Pág. 206)	MSCT-630A 95-240/24-T3 (Pág. 203)
1 x 150 mm²			TMF-2 00/24 I HEPR	TMF-2 00/24 E HEPR		-		
1 x 240 mm²		ELASPEED 1F 00/24 HEPR	TMF-2 00/24 I HEPR	TMF-3 00/24 E HEPR				
1 x 300 mm²							MSCEA-630A -300	MSCT-630A 24-300
1 x 400 mm²		ELASPEED 1H 00/24 HEPR	TMF-3 00/24 I HEPR	TMF-3 00/24 E HEPR	CDTO	-		
1 x 95 mm²	AL RHZ1	ELASPEED F 00/24	TMF-2 00/24 I	TMF-2 00/24 E	CDTO	MSCE-250A 95/24-T3	MSCEA-630A 95-240/24-T3	MSCT-630A 95-240/24-T3
1 x 150mm²						-		
1 x 240 mm²		ELASPEED 1IP 00/24		TMF-3 00/24 E				
1 x 300 mm²							MSCEA-630A -24-300	MSCT-630A 24-300
1 x 400mm²		ELASPEED 1IP 00/24	TMF-3 00/24 I	TMF-3 00/24 E	CDTO	-		

12/20 kV			
1	TMF-E (Pág. 178)	CDTO (Pág. 180)	
2	TMF-I (Pág. 176)	CDTI	TMF-R (Pág. 174)
3	MSCE-250A (Pág. 194)	MSCS-400A (Pág. 197)	
4	MSCS-250A (Pág. 191)	MSCE-400A (Pág. 200)	
5	MSCT-630A (Pág. 203)	MSCEA-630A (Pág. 206)	FMCTX (Pág. 209)
6	ELASPEED (Pág. 187)		
7	TPEI-250A (Pág. 214)		
8	Abrazaderas plásticas (Pág. 227)		
9	Conector separable Connex (Pág. 223)		



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 mm²	AL HEPRZ1	ELASPEED 1H 00/36 HEPR (Pág. 187)	TMF-2 00/36 I HEPR (Pág. 176)	TMF-2 00/36 E HEPR (Pág. 178)	CDTO (Pág. 180)	MSCE-400A -36-95/240 (Pág. 206)	MSCT-630A -36-95/240 (Pág. 203)
1 x 150 mm²			TMF-3 00/36 I HEPR	TMF-3 00/36 E HEPR			
1 x 240 mm²		ELASPEED 1IP 00/36 HEPR					
1 x 300 mm²					CDTO	MSCE-400A -36-300	MSCT-630A -36-300
1 x 400 mm²		ELASPEED 1I 00/36 HEPR	TMF-4 00/36 I HEPR	TMF-4 00/36 E HEPR	CDTO	-	
1 x 95 mm²	AL RHZ1	ELASPEED 1H 00/36	TMF-2 00/36 I	TMF-2 00/36 E	CDTO	MSCE-400A 36-95/240	MSCT-630A 36-95/240
1 x 150 mm²			TMF-3 00/36 I	TMF-3 00/36 E			
1 x 240 mm²		ELASPEED 1IP 00/36					
1 x 300 mm²			TMF-4 00/36 I	TMF-4 00/36 E	CDTO	MSCE-400A 36-95/240	MSCT-630A - 36-300
1 x 400 mm²		ELASPEED 1I 00/36				-	



18/30 kV			
1	TMF-E (Pág. 178)	CDTO (Pág. 180)	
2	TMF-I (Pág. 176)	CDTI	TMF-R (Pág. 174)
3	MSCE-400A (Pág. 194)		
4	MSCS-400A (Pág. 191)		
5	MSCT-630A (Pág. 203)	MSCEA-630A (Pág. 206)	FMCTX (Pág. 209)
6	ELASPEED (Pág. 187)		
7	TPEI-250A (Pág. 214)		
8	Abrazaderas plásticas (Pág. 227)		
9	Conector separable Connex (Pág. 223)		

5.2. Terminación ELASTICFIT TMF-R (denominación internacional ELTImb)

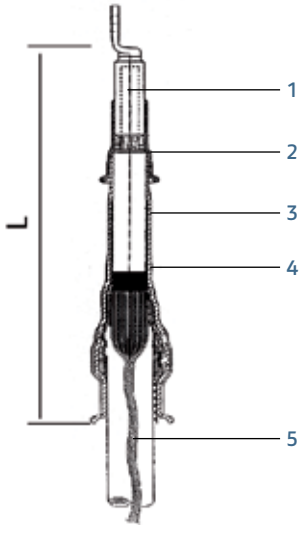
Descripción

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.



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.



Componentes

1 - Contacto metálico.
Contacto metálico de Cu, Al-Cu, Al estañado o TF (Tornillería Fusible).

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.

Aplicación (orientativa). Para diámetros sobre aislamiento del cable (*Tensión servicio 15/25kV).

Válido para cables RHZ1 y HEPRZ1.

Sección conductor mm²	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: 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 mm² Al le corresponde el: **TMF3-R-240/24 AL**.
Cable 15/25 kV, aislamiento de papel, 95 mm² Cu le corresponde el: **TMF3-R-95/30 R-CPI**.

Criterios de diseño. Modo de utilización recomendado.

	Diámetro sobre aislamiento cable (mm)		L (mm)
Modelo TMF	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 130** para cables EPROTENAX y la **página 152** para cables Voltalene.

5.3. Terminación interior ELASTICFIT TMF-I ELTI (denominación internacional ELTI)

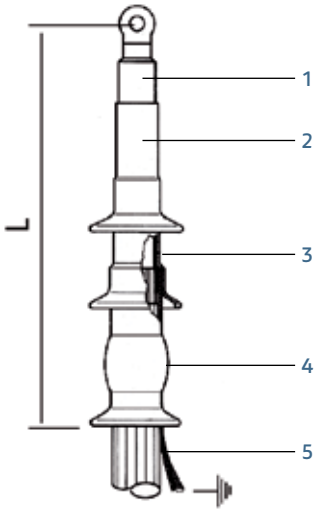
Descripción

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.



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.



Componentes

1 - Contacto metálico.
Contacto metálico de Cu, Al-Cu o TF (Tornillería Fusible).

2 - Aletas aislantes.
Aletas modulares deslizantes fabricadas en elastómero anti-tracking.

3 - Repartidor lineal de tensión.
Moldeado elastico, distribuye las lineas 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 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

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 130** para cables EPROTENAX y la **página 152** 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, Al,18/30 kV, para interior, le corresponde el tipo **TMF-3 - 150/36 l Al CPl**.

5.4. Terminación exterior ELASTICFIT TMF-E ELTO (denominación internacional ELTO)

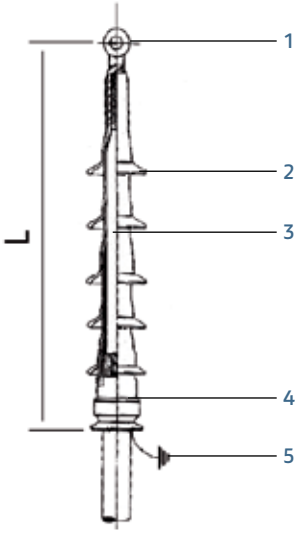
Descripción

Terminal modular premoldeado flexible de exterior, (hasta 18/30kV).
Ref. norma: HD-628 ; HD-629.
Correspondencia con la norma: IEC 60502-4
Nivel máximo de tensión: 36 kV.



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.



Componentes

1 - Contacto metálico.
Contacto metálico de Cu, Al-Cu o TF (Tornillería Fusible).

2 - Aletas aislantes.
Aletas modulares deslizantes fabricadas en elastómero anti-tracking.

3 - Repartidor lineal de tensión.
Moldeado elastico, distribuye las lineas 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 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.

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 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 130 y 152** para cables EPROTENAX y VOLTALENE respectivamente.

5.5. Terminación CDTO (exterior)

Descripción

Terminación contráctil en frio, CDTO/I-1C
CENELEC HD 629.1S2; IEC 60502-4.
Ref. norma: IEEE 48

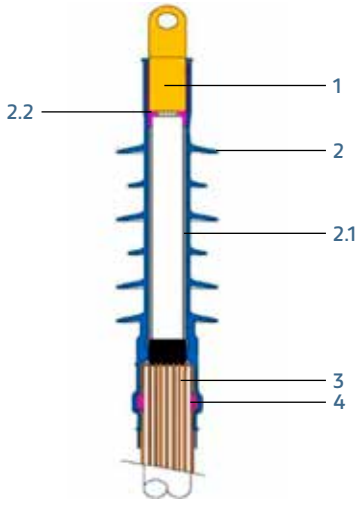
Características

Utilización

• Instalaciones de interior CDTI y exterior CDTO. Soporta las más severas condiciones climáticas, radiación solar y niveles de polución.
• Adaptable a conexión con líneas aéreas o a busbar.

Cables

• Cables unipolares con aislamiento polimérico (PE, XLPE, EPR ...).
• Conductor de cobre y aluminio, sólido y cuerda compacta.
• Pantalla semiconductora extruida o de cinta de papel.
• Tipos de pantalla del cable: Hilos de cobre (T3), cinta de cobre (T2) o lámina de aluminio polylam (T1).
• Disponible para cables armados.
• Tensión de aislamiento hasta 19/33 (36) kV.
• Conductor cable: 25 to 630 mm^2.



Contráctil en frio: No necesita herramientas especiales, mezclas de relleno o aplicación de la llama para su montaje.
Se puede instalar en posición vertical o en ángulo (30°).
Se puede energizar la línea inmediatamente después de la realización de la terminación.



Componentes

1 Terminal del conductor.

Para conductores de cobre y Aluminio. Tornillería fusible.

2 Cuerpo aislante.

Cuerpo monobloc contráctil en frio, moldeado en goma de silicona anti-tracking y expandido sobre un soporte espiral extraíble.

2.1 Tubo control de campo eléctrico.

Integrado en el cuerpo, fabricado en goma de material de alta permitividad que controla y distribuye el campo eléctrico acumulado en el corte de la pantalla del cable.

2.2 Mastico de sellado.

Incorporado en el soporte extraíble. Para sellar el terminal metálico.

3 Elemento de continuidad de la pantalla.

Se coloca en los cables con pantallas de cintas de cobre o de lámina longitudinal de Aluminio. (T1-T2-T3).

4 Mastico de sellado.

Para estancar la toma de tierra. Aplicación manual.

Guía de selección de modelo

Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)		Conductor (mm^2) (como guía)		Referencia kit exterior
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
12 kV	14.5	25	35	150	CDTO-1C-12-A
	17	28	70	185	CDTO-1C-12-B
	19	33	95	300	CDTO-1C-12-C
	21.5	38	150	500	CDTO-1C-12-E
	23	42	185	630	CDTO-1C-12-F*
	27,5	50	300	630	CDTO-1C-12-G
17 kV	14.5	25	25	120	CDTO-1C-17-A
	17	28	50	150	CDTO-1C-17-B
	19	33	95	240	CDTO-1C-17-C
	21.5	38	150	400	CDTO-1C-17-E
	23	42	150	500	CDTO-1C-17-F*
	27,5	50	300	630	CDTO-1C-17-G
24 kV	17	28	25	120	CDTO-1C-24-B
	19	33	50	240	CDTO-1C-24-C
	21.5	38	95	300	CDTO-1C-24-E*
	23	42	150	500	CDTO-1C-24-F
	27,5	50	185	630	CDTO-1C-24-G
36 kV	21,5	38	25	185	CDTO-1C-36-E
	23	42	35	300	CDTO-1C-36-F
	27,5	50	95	500	CDTO-1C-36-G
	29	53	120	630	CDTO-1C-36-H

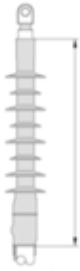
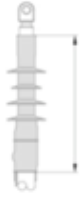
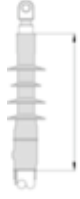
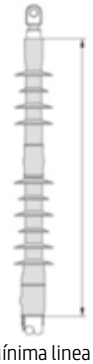
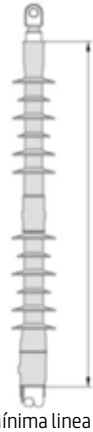
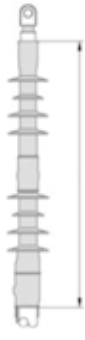
Tensión Um	Diámetro aislamiento (mm)		Terminal en mm (max.)	Conductor (mm^2) (como guía)	Referencia kit interior
	Mínimo	Máximo			
24 kV	17	17	17	17	CDTO-1C-24-B
	19	19	19	19	CDTO-1C-24-C*
	21,5	21,5	21,5	21,5	CDTO-1C-24-E
	23	23	23	23	CDTO-1C-24-F*
	27,5	27,5	27,5	27,5	CDTO-1C-24-G

* Consultar con Prysmian.

Para cables con otra sección del conductor o aislamiento de alto gradiente, por favor póngase en contacto con Prysmian.

Condiciones ambientales de instalación

Nivel de Polución según norma IEC/TS60815-1 :2008.

<table>
<tr><th></th><th>19/33 (36) kV
18/30 (36) kV</th><th>12,7/22 (24) kV
12/20 (24) kV</th><th>8,7/15 (17,5) kV</th><th>6,35/11 (12) kV
6/10 (12) kV</th></tr>
<tr><td>Medio
34,7 mm/kV (Nc)</td><td>
490 a
565 mm
Mínima linea
de fuga 721 mm</td><td rowspan="2">
390 a
460 mm
Mínima linea
de fuga 600 mm</td><td rowspan="2">
315 a
390 mm
Mínima linea
de fuga 438 mm</td><td rowspan="3">
315 a
390 mm
Mínima linea
de fuga 372 mm</td></tr>
<tr><td>Alto
43.3 mm/kV (Nd)</td><td>
560 a
640 mm
Mínima linea
de fuga 900 mm</td></tr>
<tr><td>Muy Alto
53,7 mm/kV (Ne)</td><td>
645 a
710 mm
Mínima linea
de fuga 1116 mm</td><td>
490 a
565mm
Mínima linea
de fuga 744 mm</td><td>
390 a
460 mm
Mínima linea
de fuga 543 mm</td></tr>
</table>

Prysmian

Condiciones embalaje

Se suministra en kit completo unitario conteniendo todos los elementos necesarios y los terminales metálicos de tornillería fusible para el conductor.
Peso y Volumen para transporte (aprox): 1.5 kg / 0.010m³

- 12 kV 1,7 kg / 0,007 m³
- 17,5 kV 2 kg / 0,01 m³
- 24kV 2,2 kg / 0,01 m³
- 36 kV 2,5 kg/ 0,01 m³

Tipos de pantalla del cable

Referencia Kit	Tipo de pantalla del cable
T1	Cinta de cobre
T2	Hilos de cobre
T3	Polylam o lámina de aluminio

Ejemplo de pedido:
Cable de 1x300mm² con diámetro sobre aislamiento de 30mm y pantalla de hilos de cobre con terminales de 300mm² incluidos en el kit: **CDTO-1C-24-G-Ne-T3-300**

5.6. Terminación SFT hasta 36 kV

Descripción del producto:

• Terminación de silicona enfilable en frío de un solo cuerpo.
• Diseño prefabricado preparados en fábrica con componentes de sellado de humedad.
• Conector de tornillería fusible, (opcional).
• 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).



Aplicación:

• Terminación para cables extruidos unipolares **(XLPE, EPR y PE)**.
• Conductor de cobre **(Cu)** o Aluminio **(Al)**.
• Pantalla metálica de hilos, cintas o con lámina de aluminio.
• Secciones del cable: de **25m²** hasta **630 mm²**.
(Ver tabla de rangos).
• Con o sin armadura, (con hilos o cintas).
• Para Tensiones hasta 18/30Kv, 36kV.
• Normas de Referencia HD628 HD-629 y IEC 60502-4.



Suministro:

• Suministro en kit Unipolar o Tripolar conteniendo todos los componentes necesarios para su montaje.
• Peso y volumen (aprox):

Tensión	Peso /Volumen
6/10kV Umax 12 kV	1.7 kg / 0.007 m³
8,7/15kV Umax 17.5 kV	2.0 kg / 0.01 m³
12/20kV Umax 24 kV	2.2 kg / 0.01 m³
18/30kV Umax 36 kV	2.9 kg/ 0.015 m³

Características de instalación:

• **Fácil de instalar**: sin necesidad de herramientas especiales, sin necesidad de llama. Totalmente en frío.
• **Montaje rápido**.
• Posicionamiento vertical, angular o invertida.
• Adecuado para aplicaciones en interior y exterior, instalación en condiciones climáticas extremas, radiación solar y contaminación.
• Pieza prefabricada introducida sobre el cable con la ayuda de un lubricante especial.
• Se pueden poner en servicio inmediatamente.
• **Vida ilimitada de almacenamiento**.



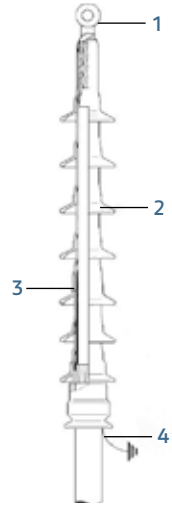
Características de instalación:

1. Varilla Terminal: Contácto metálico en tornillería fusible (incluida en el kit Terminación).

2. Cuerpo Aislante: Cuerpo prefabricado en silicona anti-tracking de altas prestaciones

3. Control de Campo Eléctrico: Permite la distribución de las líneas de campo eléctrico.

4. Toma de Tierra: Equipado según sea necesario, dependiendo del cable (T1, T2 o T3).



Rango de aplicación:

1. Según sección del cable y diámetro sobre el aislamiento se selecciona el modelo SFT , el tipo de pantalla y suministro.

Tensión	Ambiente	Ø Aislamiento		Referencia	Sección (solo como guía)	Longitud / diámetro (mm)
6/10 (12kV)	Interior	13,0	25,0	SFTI/EC-1C-12-A	25 - 95	279 / 95
		20,0	33,0	SFTI/EC-1C-12-B	95 - 400	279 / 95
		26,0	46,7	SFTI/EC-1C-12-C	240 - 630	279 / 110
	Exterior	13,0	25,0	SFTO/EC-1C-12-A	25-95	350 / 95
		20,0	33,0	SFTO/EC-1C-12-B	95 - 400	350 / 95
		26,0	46,7	SFTO/EC-1C-12-C	240 - 630	350 / 110
8.7/15 (17.5kV)	Interior	13,0	25,0	SFTI/EC-1C-17,5-A	25 - 95	279 / 95
		20,0	33,0	SFTI/EC-1C-17,5-B	95 - 400	279 / 95
		26,0	46,7	SFTI/EC-1C-17,5-C	240 - 630	279 / 110
	Exterior	13,0	25,0	SFTO/EC-1C-17,5-A	25 - 95	350 / 95
		20,0	33,0	SFTO/EC-1C-17,5-B	95 - 400	350 / 95
		26,0	46,7	SFTO/EC-1C-17,5-C	240 - 630	350 / 110
12/20 (24kV)	Interior	13,0	25,0	SFTI/EC-1C-24-A	25 - 95	279 / 95
		20,0	33,0	SFTI/EC-1C-24-B	95 - 300	279 / 95
		26,0	46,7	SFTI/EC-1C-24-C	240 - 630	279 / 110
	Exterior	13,0	25,0	SFTO/EC-1C-24-A	25 - 95	350 / 95
		20,0	33,0	SFTO/EC-1C-24-B	95 - 300	350 / 95
		26,0	46,7	SFTO/EC-1C-24-C	240 - 630	350 / 110
18/30 (36kV)	Interior	20,0	33,0	SFTI/EC-1C-36-B	25 - 150	350 / 95
		24,5	46,7	SFTI/EC-1C-36-C	95 - 630	350 / 110
	Exterior	20,0	33,0	SFTO/EC-1C-36-B	25 - 150	393 / 95
		24,5	46,7	SFTO/EC-1C-36-C	95 - 630	393 / 110

2. Seleccionar tipo de pantalla

Tipo de pantalla	
T1	Pantalla del cable tipo Polylam
T2	Pantalla del cable tipo de Cintas de Cobre
T3	Pantalla del cable tipo de Hilos de Cobre

Ejemplo de sección:

STFO/EC-1C-24-C-T3-Ne-P1-300/400

Correspondería a un rango de sección de 300 a 400mm² hasta 24kV con pantalla de hilos de cobre, unipolar, exterior.

STFI/EC-1C-24-C-T3-P1-300/400

Correspondería a un rango de sección de 300 a 400mm² hasta 24kV con pantalla de hilos de cobre, unipolar, interior.

6.35/11 (12) Kv 6/10 (12) kV	8.7/15 (17.5) kV	12.7/22 (24) Kv 12/20 (24) kV	19/33 (36) Kv 18/30 (36) Kv	Ambiente
				Medio 34.7 mm/kV
			Diametro 95 / 110	
			Longitud 393	
			Min. Línea de fuga 721mm	
				Fuerte 43.3 mm/kV
	Diametro 95 / 110	Diametro 95 / 110	Diametro 95 / 110	
	Longitud 279	Longitud 393	Longitud 393	
	Min. Línea de fuga 438mm	Min. Línea de fuga 600mm	Min. Línea de fuga 900mm	
				Muy fuerte 53.7 mm/kV
Diametro 95 / 110	Diametro 95 / 110	Diametro 95 / 110	Diametro 95 / 110	
Longitud 279	Longitud 350	Longitud	Longitud 628	
Min. Línea de fuga 372mm	Min. Línea de fuga 543mm	Min. Línea de fuga 744mm	Min. Línea de fuga 1116mm	

5.7. Empalme ELASPEED contráctil en frío EPJM-EC y EPJM-ZHF2

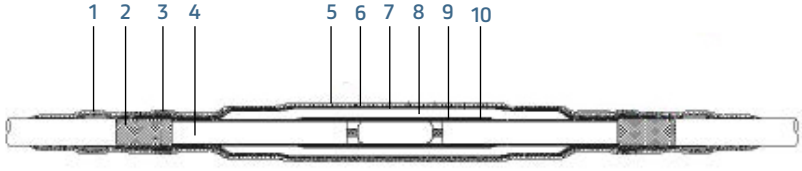
Descripción:

Empalme universal contráctil en frío. (hasta 18/30 kV)

- Gama ELASPEED, mejorando las cualidades de anteriores versiones.
- Denominación técnica: EPJMe-EC.
- Ref. norma: HD 628; HD 629.
- Correspondencia con las normas: IEC 60502-4; IEC 60055
- Nivel de tensión 12/20 KV y 18/30 KV
- Empalme de dimensiones reducidas, lo que le hace idóneo para las cámaras de empalmes.
- Ventas superiores a 3,0 millones de unidades a nivel mundial.



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 dieléctrica:
e alta constante dieléctrica.

10- Electrodo:
Integrado en los empalmes para 12/20 kv.

Características:

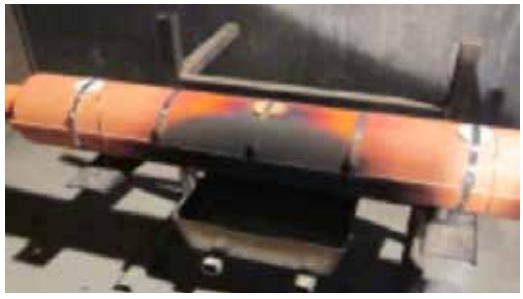


- Completamente integrado
- Alta fiabilidad.
- Para todo tipo de cables.
- Versión unipolar y tripolar.
- Desde 6/10 KV hasta 18/30 KV.
- Para cables con aislamiento polimérico y papel impregnado.
- Con posibilidad de refuerzos mecánicos.
- Fácil y rápido de instalar.

Soporte autoextraíble, más compacto y reducido, para un ahorro de tiempo, una disminución de errores de extracción del soporte y una instalación más limpia.

Opción resistente a la llama:

Elaspeed ZHF2



- Con posibilidad de cubrir las características de resistente a la llama / baja emisión humos / libre de halógenos versión ZHF2:

ECJM(e)/EC-3C-C1.2-ZHF2, ECJM(e)/EC-1C/3C-C1.2-ZHF2.

- Aplicando la norma EN 50575, el empalme Elaspeed ZHF2 está clasificado cómo:

B2CA-s1,d0,a1.

s1: Garantiza la visibilidad en distancia mayor a 10m
d0: Sin goteo bajo llama
a1: Baja emisión de ácido y humos no corrosivos.

- EC 60332-1: 2004 – Retardante de la llama.
- EN 61034-2: 2005 + A1: 2013 – Baja emisión humos.
- EN 60754-1: 2014 – Contenido de gas ácido.
- EN 60754-2: 2014 – Acidez y determinación de conductividad.

Opción resistente a la llama:

Modelo Elaspeed (EPJM)	Diámetro sobre aislamiento (mm)		Diámetro exterior del cable (mm)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
D	17,2	23,6	23,8	32,0
E	19,0	26,3	26,0	34,0
EP	20,7	32,2	28,0	44,0
F	23,1	32,0	27,1	44,0
H	24,4	36,1	31,3	46,0
IP	27,8	46,4	37,1	52,0
I	31,9	52,8	41,5	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 130 y 152 de este catálogo de media tensión de PRYSMIAN para cables Eprotenax y Voltalene, respectivamente.



≈ 635mm (Sección 95/240mm² - 12/20 Kv)

La reducción de tamaño es significativa ya que la longitud sobre soporte pasa de 385 mm a 285 mm en la nueva versión.

Esta reducción se ve reflejada en el montaje quedando una longitud aproximada de 635 mm el empalme 95-240 de 24 KV.

La gama de empalmes contráctil en frio tipo elaspeed permite realizar puestas a tierra en los puntos de empalme; así como derivaciones de la línea principal.

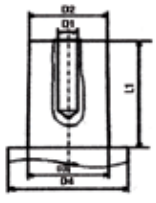
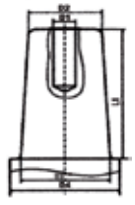
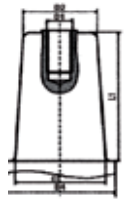
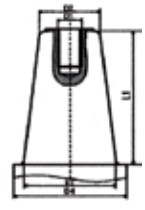


5.8. Interfases para conectores separables

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	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. 164)	MSCS-250A (pág. 161)										
B	DESLIZANTE			MSCE-400 A (pág. 170)	MSCS-400A (pág. 167)	MSCE-400A (pág. 170)	MSCS-400A (pág. 167)						
C	ROSCADO							MSCT-630 A (pág. 173)	MSCT-630 A (pág. 173)	MSCEA-630 A (pág. 176)	MSCEA-630 A (pág. 176)	FMCTXs-24 (pág. 179)	FMCTXs-36 (pág. 179)

Dimensiones de las interfases de CENELEC. Según CENELEC EN 50180 y EN 50181

Tipo	A	B	C	D	E
					
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
Utilización y/o notas	250 A Contacto deslizante Hasta 12/20 kV	400 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

5.9. ELASCON MSCS-250A (conector separable recto)

Aplicación

• 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.

Cables

• Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
• Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
• Pantalla semiconductora extraída o encintada.
• Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1-OL).
• Tensión de aislamiento hasta 24 KV (Um).
• Secciones del conductor: de 25 mm^2 a 95 mm^2.

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^3.

Características de instalación

• Sólo una referencia de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 25 mm^2 a 95 mm^2 tanto en cobre como en aluminio (contacto metálico mejorado).
• 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 conectador 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 Acodado separable MSCE-250A.



INTERFASE A

Componentes

1. Contacto metálico Al/Cu de 25 / 95 mm².

Contacto del conductor metálico con contacto de cobre diseñado con anillo de cierre.
Sólo un contacto cubre las secciones entre 25 y 95 mm², 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.

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.

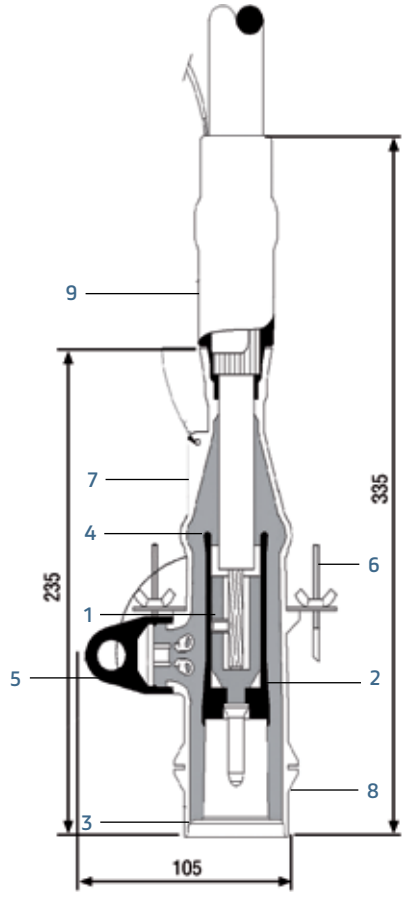
Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla del cable.

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.



INTERFASE A

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 mm²		Referencia
	Mínimo	Máximo			
12 kV	11,8	17,2	25	50	MSCS/EC-250-A-24-rA-T3-P1-25/50
	17,2	25	70	95	MSCS/EC-250-A-24-T3-P1-70/95
17 kV	13,7	17,2	25	35	MSCS/EC-250-A-24-rB-T3-P1-25/35
	17,2	25	70	95	MSCS/EC-250-A-24-T3-P1-70/95
24 kV	17,2	25	25	95	MSCS/EC-250-A-24-T3-P1-25/95

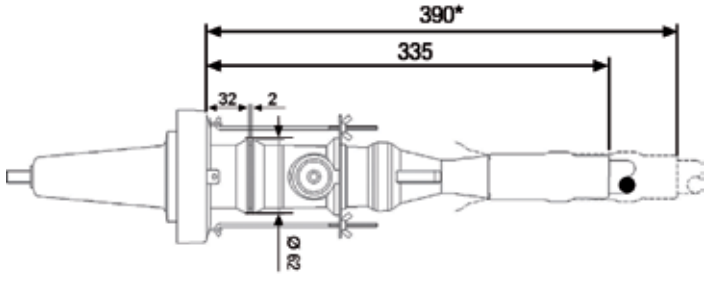
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1-OL)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

3. Suministro: PI = Pack 1 unidad.

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 mm² en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre: **MSCS/EC-250-A-24-T3-P1-25/95**

5.10. ELASCON MSCE-250A (conector separable ACODADO)

Aplicación

• 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.

Cables

• Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
• Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
• Pantalla semiconductora extraída o encintada.
• Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1-OL).
• Tensión de aislamiento hasta 24 KV (Um).
• Secciones del conductor: de 25 mm^2 a 95 mm^2.

Normativa

• 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^3.

Características de instalación

• Sólo una referencia de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 25 mm^2 a 95 mm^2 tanto en cobre como en aluminio. Contacto metálico TF incluido.
• 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 conectador al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

Otros productos

• Productos asociados, tales como pasatapas FMB0m-250, FMB0h-250, FMB0cm, FMBA-250 y accesorios.
• Conector Recto separable MSCS-250A.



INTERFASE A

Componentes

1. Contacto metálico Al/Cu de 25 / 95 mm².
Sólo un contacto en Tornillería Fusible cubre las secciones entre 25 y 95 mm², 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.
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.

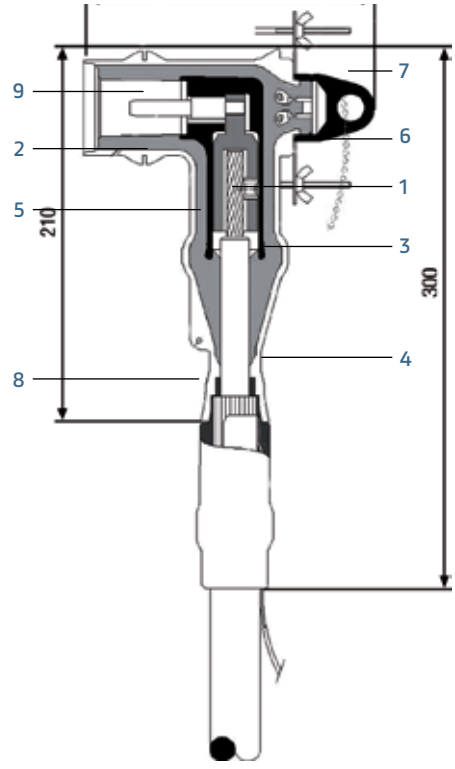
6. Punto de prueba.
Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

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. 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.



INTERFASE A

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.

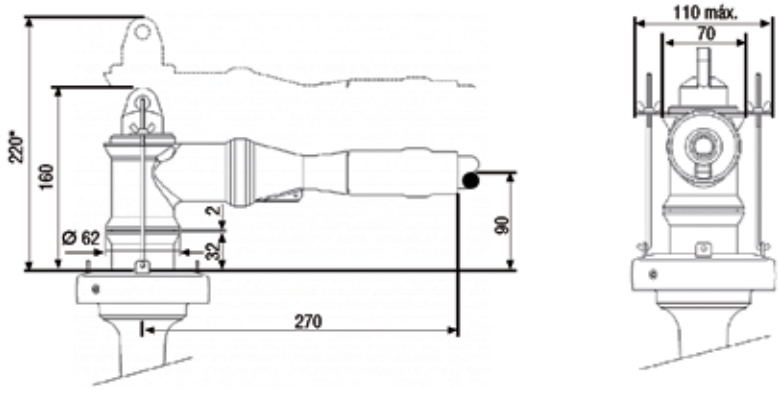
Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)		Sección Conductor mm²		Referencia
	Mínimo	Máximo			
12 kV	11,8	17,2	25	50	MSCE/EC-250-A-24-rA-T3-P1-25/50
	17,2	25	70	95	MSCE/EC-250-A-24-T3-P1-70/95
17 kV	13,7	17,2	25	35	MSCE/EC-250-A-24-rB-T3-P1-25/35
	17,2	25	70	95	MSCE/EC-250-A-24-T3-P1-70/95
24 kV	17,2	25	25	95	MSCE/EC-250-A-24-T3-P1-25/95

2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1-OL)
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 mm² en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre: **MSCE/EC-250-A-24-T3-P1-25/95**

5.11. ELASCON MSCS-400A (conector separable RECTO)

Aplicación

• 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 semiconductora extraída o encintada.
• Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1-OL).
• Tensión de aislamiento hasta 18/30 KV.
• Secciones del conductor:
hasta 24 kV de 35 mm^2 a 300 mm^2.
hasta 36 kV de 35 mm^2 a 300 mm^2.

Normativa

• 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^3.

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 conectador al pasatapas...
• Un conector desenchufado no debe ser activado.

Otros productos

• Productos asociados, tales como pasatapas FMBOs-400 y accesorios.



INTERFASE B

Componentes

1. Contacto metálico multisección Al/Cu.

Contacto TF del conductor metálico con contacto de cobre diseñado con anillo de cierre.
Cubre las secciones entre 35 y 300 mm², 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.

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.

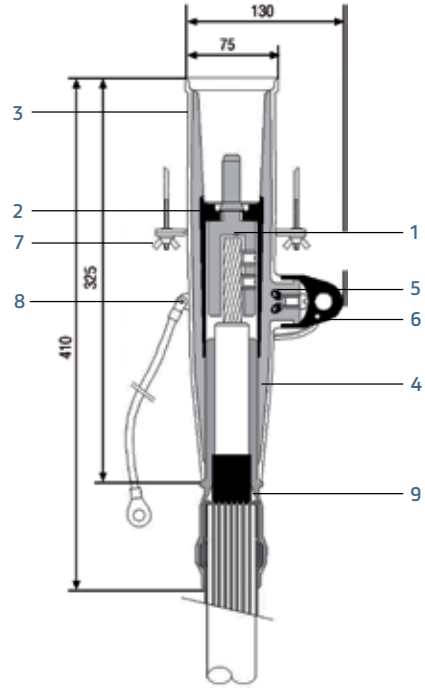
Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas.

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.



INTERFASE B

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.

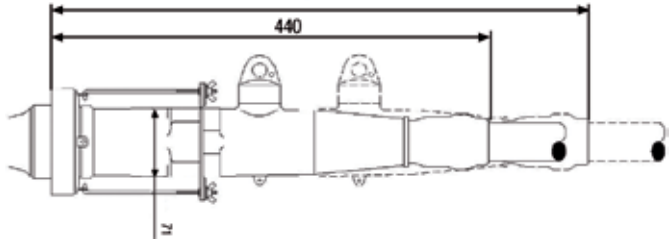
Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm²	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	25 - 95	MSCS/EC-400-B-24-rB-T3-P1-25/95
	rC	30,2	30,8	120	MSCS/EC-400-B-24-rC-T3-P1-120
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCS/EC-400-B-24-rD-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCS/EC-400-B-24-rF-T3-P1-300
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCS/EC-400-B-36-rC-T3-P1-25/95
	rD	22,7	33,1	120	MSCS/EC-400-B-36-rD-T3-P1-120
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCS/EC-400-B-36-rE-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300	MSCS/EC-400-B-36-rF-T3-P1-300

2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1-OL)
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 mm², diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre, conductor de aluminio: **MSCS/EC-400-B-24-rB-T3-P1-25/95**

5.12. ELASCON MSCE-400A (conector separable ACODADO)

Aplicación

• 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 semiconductora extraída o encintada.
• Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1-OL).
• Tensión de aislamiento hasta 18/30 (36) KV.
• Secciones del conductor:
hasta 24 kV de 35 mm^2 a 300 mm^2.
hasta 36 kV de 35 mm^2 a 300 mm^2.

Normativa

• 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^3.

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 conectador al pasatapas...
• Un conector desenchufado no debe ser activado.

Otros productos

• Productos asociados, tales como pasatapas FMB0m-400 y accesorios.
• Conector Recto separable MSCS/EC-400B.



INTERFASE B

Componentes

1. Contacto del conductor multisección Al/ Cu.

Cubre la sección entre 35 y 300 mm^2, 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.

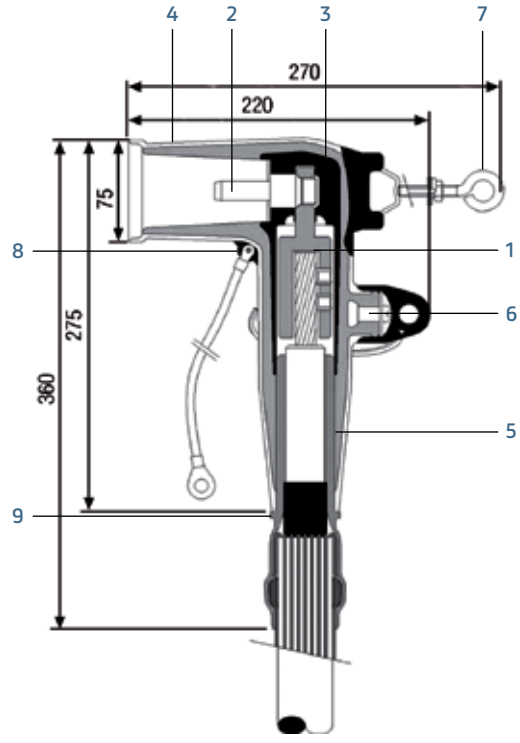
Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas o a otros accesorios.

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.



INTERFASE B

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 mm²	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	35 - 95	MSCE/EC-400-A-24-rB-T3-P1-25/95
	rC	30,2	30,8	120	MSCE/EC-400-A-24-rC-T3-P1-120
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCE/EC-400-A-24-rD-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCE/EC-400-A-24-rF-T3-P1-300
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCE/EC-400-A-36-rC-T3-P1-25/95
	rD	22,7	33,1	120	MSCE/EC-400-A-36-rD-T3-P1-120
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCE/EC-400-A-36-rE-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCE/EC-400-A-36-rF-T3-P1-300

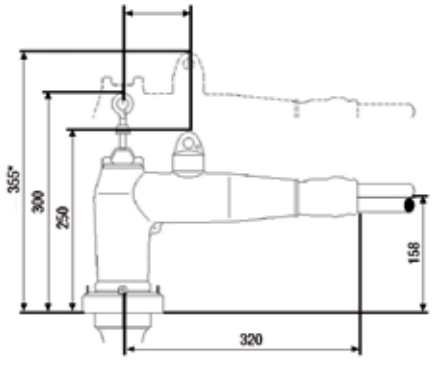
2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1-OL)
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 mm² en aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre: **MSCE/EC-400-B-24-rB-T3-P1-25/95**

5.13. ELASCON MSCT-630A (conector separable en T)

Aplicación

• 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.

Cables

• Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
• Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
• Pantalla semiconductora extruída o encintada.
• Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1-0L).
• Tensión de aislamiento hasta 36 KV (Um).
• Secciones del conductor: de 35 mm^2 a 300 mm^2.

Normativa

• 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^3.

Características de instalación

• Sólo tres referencias de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 35 mm^2 a 240 mm^2 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 conectador al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

Otros productos

• Productos asociados, tales como pasatapas FMBOs-400 y accesorios.



INTERFASE C

Componentes

1. Contacto metálico Al/Cu de 35/400 mm².
Sólo dos contactos cubren las secciones entre 35 y 240 mm², 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.

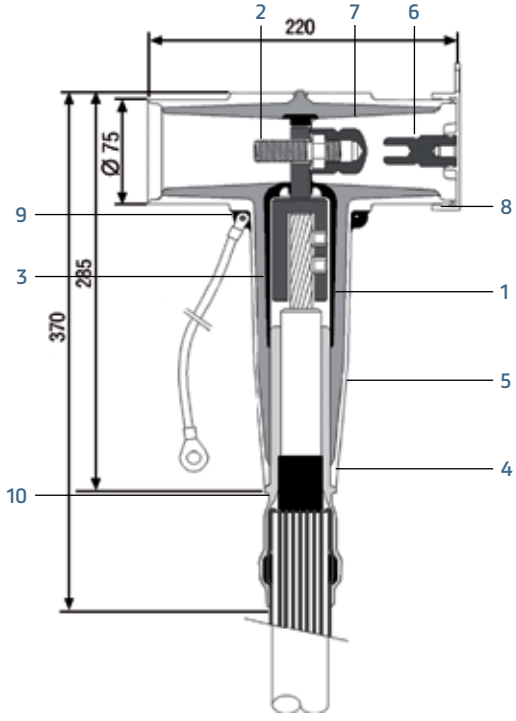
6. Punto de prueba.
Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

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.

10. 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.



INTERFASE C

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.

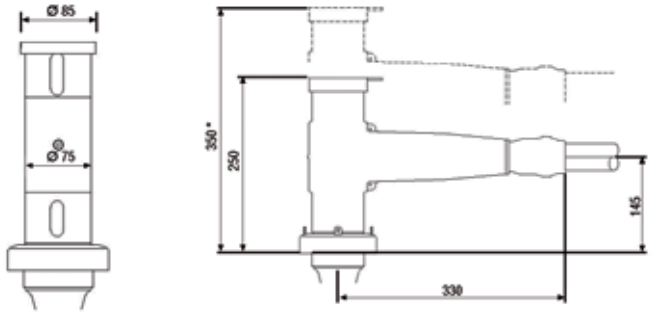
Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm²	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	25 - 95	MSCT/EC-630-A-24-rB-T3-P1-25/95
	rC	30,2	30,8	120	MSCT/EC-630-A-24-rC-T3-P1-120
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCT/EC-630-A-24-rD-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCT/EC-630-A-24-rF-T3-P1-300
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCT/EC-630-A-36-rC-T3-P1-25/95
	rD	22,7	33,1	120	MSCT/EC-630-A-36-rD-T3-P1-120
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCT/EC-630-A-36-rE-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCT/EC-630-A-36-rF-T3-P1-300

2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1-OL)
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 mm² en Aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre: **MSCT/EC-630-B-24-rB-T3-P1-25/95**

5.14. ELASCON MSCEA-630A (conectador en T asimétrica)

Aplicación

• 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.

Cables

• Núcleo aislante unipolar de polímeros (XLPE, HEPR, EPR, PE...).
• Conductores de cobre o aluminio, rígido o flexible.
• Pantalla semiconductora extraída o encintada.
• Pantalla metálica de cintas, hilos o tipo polylam (RH5Z1-OL).
• Tensión de aislamiento hasta 36 KV (Um).
• Secciones del conductor: de 35 mm^2 a 300 mm^2.

Normativa

• 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^3.

Características de instalación

• Sólo tres referencias de producto por clase de tensión permite cubrir las secciones desde 35 mm^2 a 240 mm^2 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 conectador al pasatapas... un conector desenchufado no debe ser activado.

Otros productos

• Productos asociados, tales como pasatapas FMB0m-400 y accesorios.



INTERFASE C

Componentes

1. Contacto metálico Al/Cu de 35/400 mm².
Sólo dos contactos cubren las secciones entre 35 y 240 mm², 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.

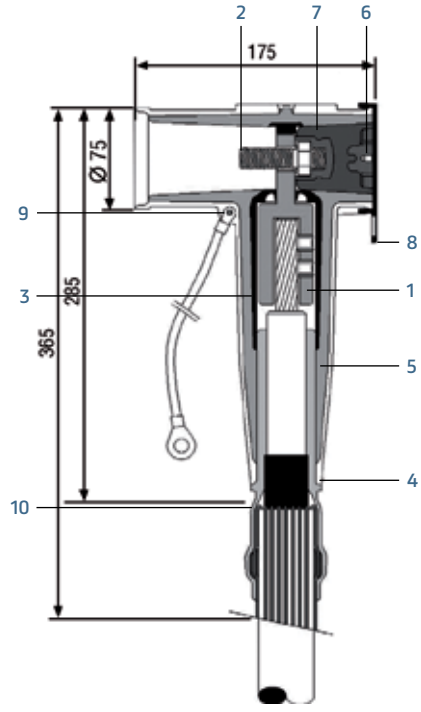
6. Punto de prueba.
Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

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.

10. 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.



INTERFASE C

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.

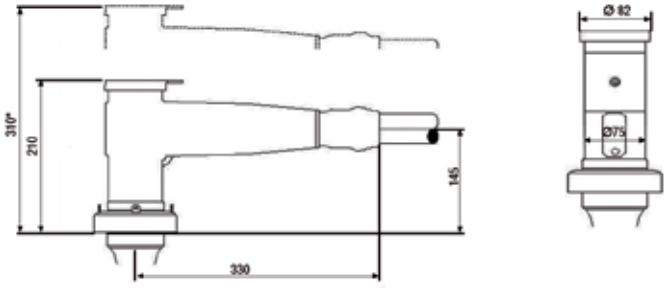
Tensión	Diámetro sobre aislamiento (mm)			Sección Conductor mm²	Referencia
	Reductor	Mínimo	Máximo		
24 kV	rB	16,1	26,3	25 - 95	MSCEA/EC-630-A-24-rB-T3-P1-25/95
	rC	20	30,8	120	MSCEA/EC-630-A-24-rC-T3-P1-120
	rD	22,7	33,1	150 - 240	MSCEA/EC-630-A-24-rD-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCEA/EC-630-A-24-rF-T3-P1-300
36 kV	rC	20,2	30,8	25 - 95	MSCEA/EC-630-A-36-rC-T3-P1-25/95
	rD	22,7	33,1	120	MSCEA/EC-630-A-36-rD-T3-P1-120
	rE	25,6	35,3	150 - 240	MSCEA/EC-630-A-36-rE-T3-P1-150/240
	rF	30,8	40,6	300 - 400	MSCEA/EC-630-A-36-rF-T3-P1-300

2. Selecciona el tipo de puesta a tierra adecuado en la siguiente tabla.

Referencia toma de tierra	Tipo de pantalla metálica
T1	Polylam (RH5Z1-OL)
T2	Cintas de cobre
T3	Hilos de cobre

Instalación

Dimensiones (instalado en el pasatapas) en mm.
(*) Dimensión mínima necesaria para la desconexión.



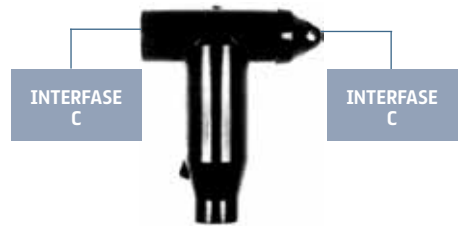
Ejemplo de pedido

Cable Polimérico Unipolar 20 kV de 50 mm² en aluminio, diámetro sobre aislamiento 21,5 mm, con pantalla de hilos de cobre: **MSCEA/EC-630-B-24-rB-T3-P1-25/95**

5.15. FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36 (conector separable en T)

Descripción

Terminal enchufable en t 630A, (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 (630 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^2 Cu o Al.

Componentes

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.

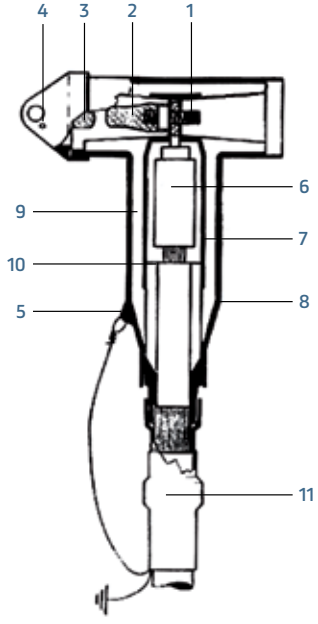
7- Capa semiconductora interna.
Protección semiconductora EPDM que actúa como jaula de Faraday evitando la ionización del aire ocluido en su interior.

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.



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 mm², diámetro sobre aislamiento 23,2 mm, conductor aluminio. Contacto roscado. **FMCTX/EC-630-C-24-rA-T3-P1-25/95**.

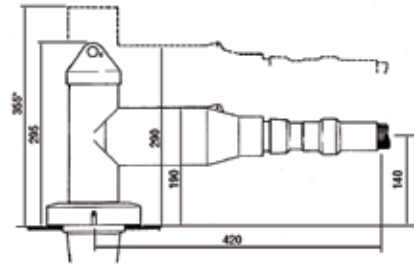
Aplicación (orientativa). Válido para cables RHZ1. Para cables HEPRZ1 consultar a Prysmian.

Sección mm²	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

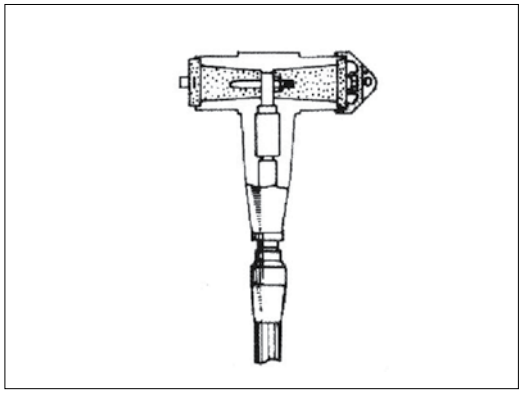
Notas:

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.**

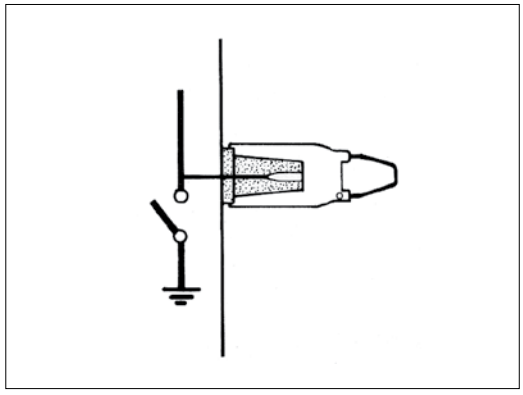
Instalación. Dimensiones totales en mm. (montando en pasatapas).(*)



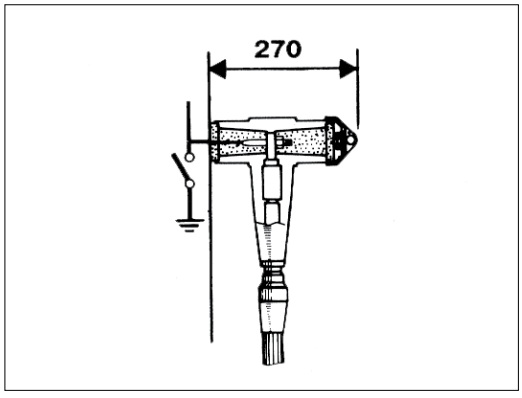
*Dimensión mínima necesaria para desconectar.



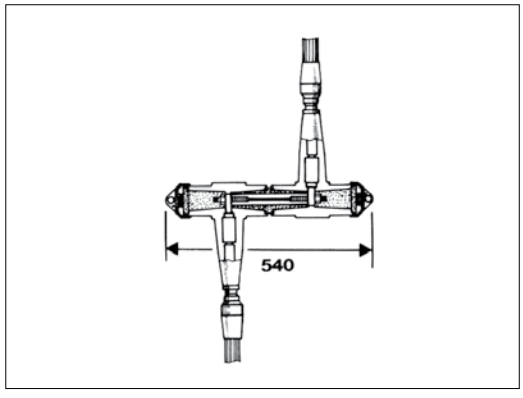
FMCTXs
Terminal



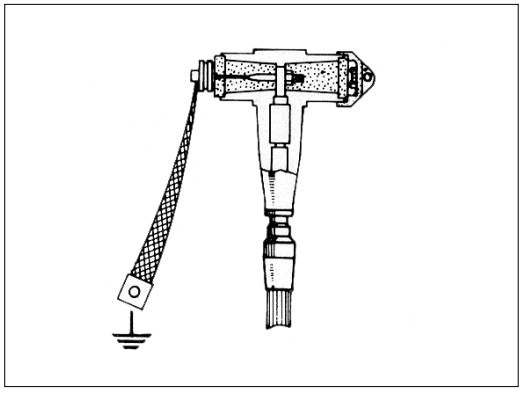
Tapón aislante
Protección del pasatapas.



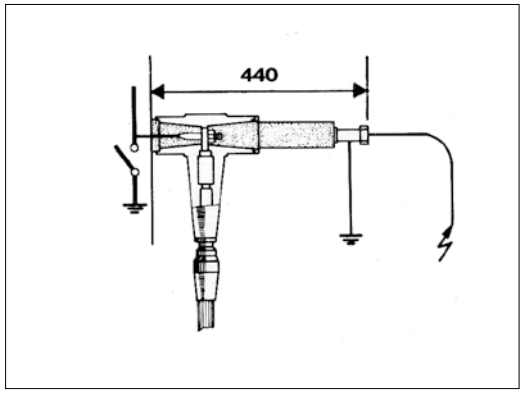
FMCTXs
Conexión a pasatapas.



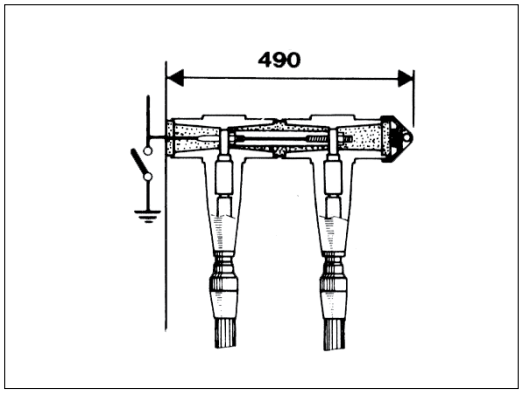
Dos FMCTXs y 1 FMPCs - 400
Empalme desmontable.



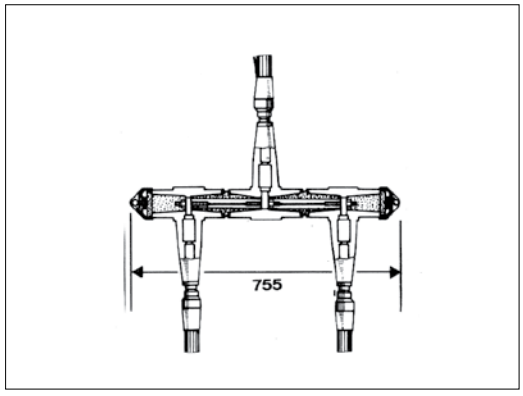
FMCTXs
Toma de tierra



FMCTXs y comprobador de tensión
Comprobador de tensión.



Dos FMCTXs y 1 FMPCs - 400
Unión de 2 terminales enchufables en paralelo.



Tres FMCTXs y dos FMPCs - 400
Derivación desmontable.

5.16. 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

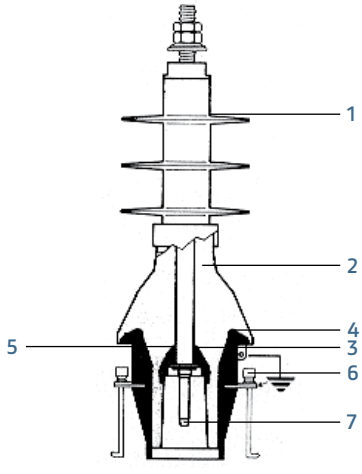
Características

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.

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 semiconductora EPDM que actúa como jaula de Faraday evitando la ionización del aire en su interior.

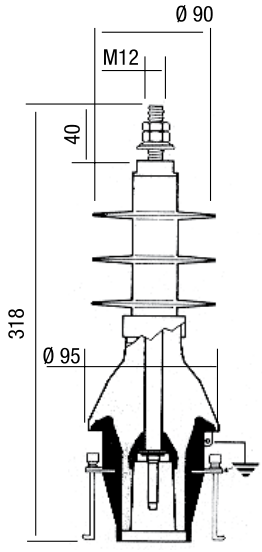
4- Pantalla semiconductora externa.
Protección semiconductora EPDM que actúa como deflector de campo.

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.

Cotas



5.17. FORMFIT PF1-250A (pasatapas)

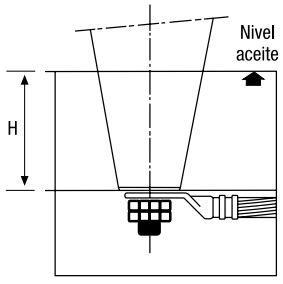
Descripción

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.



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

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.

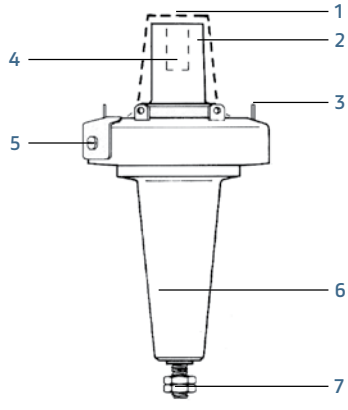
2- Superficie de acoplamiento.
Interfase que conecta al terminal enchufable, sellándolo con presión, para protección contra la humedad.

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.

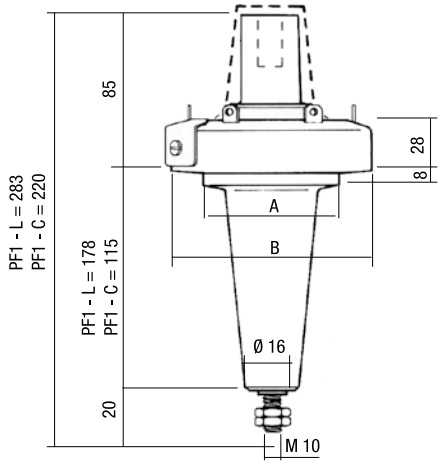
5- Placa de puesta a tierra.
Electrodo conectado por el plato de acero o el cobre electrolítico unido a la instalación de tierra.

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.

Cotas



PF1C 250
PF1L 250

	Tensión	H mm
A	Ø 72	Ø 75
B	Ø 709	Ø 110

5.18. FORMIT 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.

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 (Umax).
- Solo maniobrable sin tensión.

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.

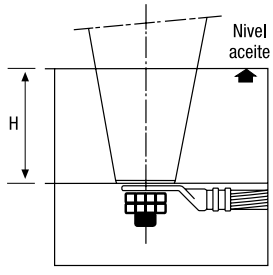
6- Cuerpo moldeado en resina epoxy.

Preparado para la inmersión en el aceite del transformador. (Si el dieléctrico es aire, el pasatapas posee unas aletas en resina epoxy).

7- Conexión.

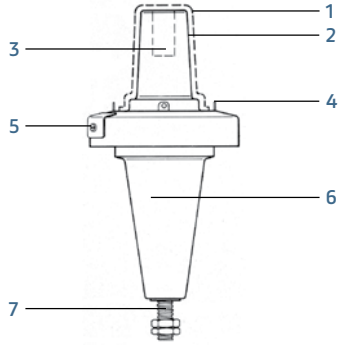
Varilla de cobre con la superficie exterior roscada para permitir la conexión al equipo correspondiente.





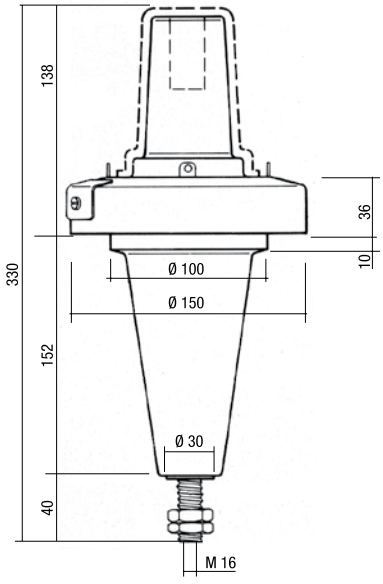
Distancias mínimas de inmersión en aceite

Tensión (kV)	H mm
6/10	40
12/20	50
18/30	70



PF2 - 400
PF3 - 400

Cotas



PF2 - 400
PF3 - 400

5.19. FORMFIT 250A (accesorios)

Accesorios para terminales enchufables y pasatapas 250A



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 250A



FMPCt-250
Derivación en T, macho para tres terminales enchufables



FMPD-250
Tapón aislante macho.



FMPS-250
Tapón aislante macho con soporte.

5.20. FORMFIT 400A (accesorios)

Accesorios para terminales enchufables y pasatapas 400A FORMFIT



FMPE-400
Tapón de conexión a tierra.



FMPCs-400
Pieza empalme terminales enchufables.



FMR-400
Tapón aislante hembra para aislamiento pasatapas.

5.21. CONNEX size 3-S XL (cono interior, conector enchufable)

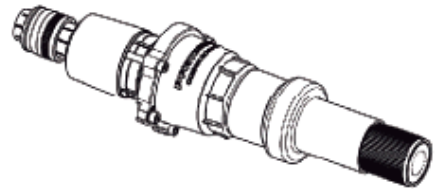
Descripción

La gama MV-CONNEX es ideal para su uso en unidades principales en anillo, aparamenta de interruptores automáticos, motores de alta tensión, transformadores, condensadores, transductores y cajas de sellado.

Los conectores del lado del equipo están diseñados para cumplir con las normas EN 50180, 50181 y DIN 47637. El enchufe es adecuado para todo tipo de cables plásticos aislados.

Además de una amplia gama de tipos estándar, también hay versiones específicas del cliente para cada tipo de cable.

El sistema MV-CONNEX cuenta con numerosas variaciones: además de la combinación estándar de enchufe y zócalo, hay muchas otras versiones para fines de prueba y aplicaciones especiales.



Datos del fabricante

Nombre del catálogo	Conector de cable MV-CONNEX Tamaño 3-S XL hasta 52 kV
Tipo de designación	
conector enchufable de cono interno para cable tipo seco	
Art.-No.	839 999 999
Variante	según los datos del cable
Normas aplicables	EN 50180/181:2011, EN 61442:2005 IEC 60840:2011

Ventajas

- sin medio aislante líquido
- no es necesario abrir la terminación del cable en el lugar de instalación
- cubierta impermeable
- apto para uso al aire libre
- es posible realizar pruebas exhaustivas de transformadores y GIS por parte del fabricante
- metal cerrado
- totalmente aislado
- prueba de contacto
- libre de arcos
- alta protección contra cortocircuitos
- libre de mantenimiento
- a prueba de suelo y costa afuera (opcional)

Condiciones ambientales

Lugar de funcionamiento	interior o exterior offshore bajo petición
Presión atmosférica	no limitado
Temperatura ambiental	de -25 hasta +50°C hasta -45°C bajo petición
Humedad máxima	90 %

Niveles eléctricos

Tensión asignada	45 kV
Tensión más alta	52 kV
Tensión asignada de diseño a tierra	26 kV

Nivel de prueba eléctrica de la prueba de tipo (basado en EN 61442:2005, IEC 60840:2011 y las normas internas)

Tensión de resistencia AC (5 min)	117 kV
Tensión de resistencia BIL	250 kV
Prueba de tensión DC (15 min)	156 kV
Ciclos de calefacción (tensión AC)	65 kV
Prueba de descarga parcial < 5 pC at	52 kV
Valoración actual máx. igual que el cable de hasta	1250 A
Corriente máx. de cortocircuito térmico (1s)	60 kA
Corriente máx. de cortocircuito térmico (3s)	40 kA
Corriente máx. de cortocircuito dinámico	150 kA

Principales características

Método de control de campo	geométrico
Tipo	premoldeado
Material	caucho de silicona
Método de producción	moldeo por inyección
Brida de campana	carcasa de metal, a prueba de contacto

Material	Cu o Al
Diámetro sobre conductor RM	circular varado 17.5-36 mm
Tamaño del conductor	35-800 mm²
Diámetro sobre conductor RE	circular sólido 10.5-36 mm
Tamaño del conductor	95-1000 mm²
Diámetro sobre conductor RF	super flexible 6.5-26.8 mm
Tamaño del conductor	25-400 mm²
Método de conexión	compresión
Tipo de cable	cables poliméricos
Tipo de pantalla	alambre, cinta, aleación de plomo
Diámetro sobre aislamiento	46-55 mm

Dimensiones de la terminación, embalaje

Longitud fuera del enchufe (aprox.)	490 mm
Peso del conector separable	aprox. 3.5 kg
Tipo de embalaje	caja de cartón
Instrucciones de instalación	para cada kit 1 pieza
Peso bruto 3pc	10.5 kg
Dimensiones 3pc / 1caja	380 x 360 x 140 mm

Instalación, almacenamiento

Condición del lugar	protegido contra la lluvia y el polvo
Trabajo de instalación	por instaladores certificados

Rango de temperatura de instalación	0 .. +45°C
Período garantizado después del envío	1 año
Tiempo de almacenamiento	40 años
Limitación del conjunto de montaje	2 años
Vida útil esperada después de la instalación	40 años
Rango de temperatura de almacenamiento	-5 .. +50°C
Condiciones de almacenamiento	no fuera; lugar seco
Humedad relativa	máx. 60 %, sin condensación

A. Sistema de contacto

1. anillo de contacto
2. cono de tensión
3. pieza de empuje

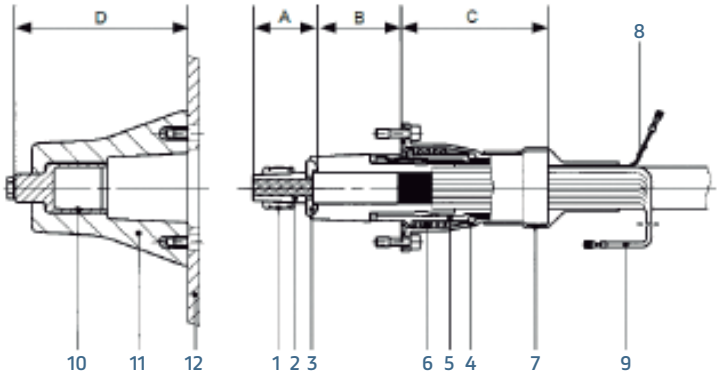
B. Aislamiento y control de campo

C. Carcasa

4. brida de campana
5. manguito de presión
6. resorte de presión
7. termorretráctil
8. cable de prueba (depende del diseño)
9. pantalla de cable

D. Enchufe

10. parte de contacto hembra
11. enchufe aislante
12. carcasa



Rendimiento



5.22. Tubo TERMOSPEED PTPE (para embarrado)

Características

NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2

LIBRE DE HALÓGENOS
UNE-EN 60754-1

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.

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).

Características técnicas

Dimensiones

Expandido	Contraído		Rangos aplicaciones			
			Barras rectangulares		Barras redondas	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm	(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.

Características técnicas

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.
Espacio basado en las dimensiones de metal a metal antes del aislamiento.

p a g: Orientación de fase a tierra.
Espacio basado en grosor de pared por rango de aplicaciones de la tabla anterior.

Especificaciones técnicas

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
FÍSICOS		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	8,3 MPa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	200%
Envejecimiento térmico (7 dias a 175 °C)		
- Resistencia a tracción	ASTM-D 2671	10 MPa
- Alargamiento	ASTM-D 2671	200%
Choque térmico	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
(4h a 225 °C)		
Flexibilidad de baja temperatura (4h a -25 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta
Combustibilidad	ANSI C37.20, ASTMD-2671	Aprobado
ELÉCTRICOS		
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
QUÍMICOS		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671	No corrosivo
Resistencia a fluidos	MIL-DTL-23053/15	Buena a excelente
Absorción de agua	ASTM-D570	0,25%

5.23. Abrazaderas plásticas

Descripción

Abrazaderas plásticas para cualquier tipo de cable y tensión





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 UNE-EN 60754-1.
- 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

5.24. Cinta P1000

Descripción

Cinta aislante de policloruro de vinilo plastificado adhesiva de colores.

Aplicación

Se emplea como aislamiento en empalmes y derivaciones en baja tensión (usos domésticos) y para realizaciones de fases.

Características

Excelentes características mecánicas.
• Resistente al aceite, sustancias químicas y agentes atmosféricos.



Especificaciones técnicas

Características	Unidad	Valor
FÍSICAS		
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/cm²	150
QUÍMICAS		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Buena
Humedad	-	Excelente
ELÉCTRICAS		
Rigidez dieléctrica	kV/mm	45
Constante aislamiento	Ω/cm	900
Constante dieléctrica 50 Hz	e	3.50
Factor de pérdidas 50 Hz	tg s	0.550
PRESENTACIÓN		
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

5.25. Cinta BUPRYS

Descripción

Cinta semiconductora autovulcanizable para reconstrucción de la pantalla semiconductora.

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.

Características

- Autovulcanizable.
- Semiconductora.
- Excelente resistencia al ozono.
- Excelente resistencia a la humedad.
- Adaptable a cualquier tipo de superficies.



Especificaciones técnicas

Características	Unidad	Valor
FÍSICAS		
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^2	10,5
QUÍMICAS		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Buena
Humedad	-	Excelente
ELÉCTRICAS		
Rigidez dieléctrica	kV/mm	-
Constante aislamiento	Ω/cm	-
Constante dieléctrica 50 Hz	e	-
Factor de pérdidas 50 Hz	tg s	-
PRESENTACIÓN		
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

5.26. Cinta PBA-1

Descripción

Cinta aislante autovulcanizable para la recontrucción del aislamiento en empalmes y terminales.

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.

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.



Especificaciones técnicas

Características	Unidad	Valor
FÍSICAS		
Color	-	Negro
Condición	-	Autovulcanizable
Espesor	mm	0,76
Longitud	m	9
Ancho	mm	25
Adherencia	g/cm	-
Alargamiento	%	900
Temperatura trabajo	°C	-40 a 90
Carga rotura	kg/cm^2	12,5
Fusión	mm	0,2
Exposición al calor a 110°C		Cumple
Resistencia a la traccción	MPa	3
Remoción de liner	-	OK
QUÍMICAS		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Buena
Humedad	-	Excelente
ELÉCTRICAS		
Rigidez dieléctrica	kV/mm	35
Constante aislamiento	Ω/cm	>10^{15}
Constante dieléctrica 50 Hz	e	2,3
Factor de pérdidas 50 Hz	tg s	0.00035
PRESENTACIÓN		
Bolsa PVC color	-	Roja
Separador color	-	Rojo

5.27. Conectores para instalaciones solares fotovoltaicas TECPLUG

Características del producto

Marca comercial:
TECPLUG

Certificados:
TÜV (DIN EN 50521)

Aplicaciones:
Los conectores TECPLUG están indicados para la utilización en sistemas fotovoltaicos a tensiones hasta 1.500 V en continua y hasta 35 A de intensidad según la aplicación de la clase A.

Adecuados para instalaciones interiores o de intemperie ya sean conexiones fijas o móviles.

Igualmente aplicables para equipos con doble aislamiento (clase II). Compatibles con otras marcas.





Parámetros eléctricos

Tensión:
1.500 V DC

Ensayo de tensión:
6 kV (corriente alterna, 1 min.)

Intensidad admisible:
IEC 60512

Intensidades de corriente a 85 °C:
35A

Resistencia de contacto:
< 1 mΩ (EN 60352-9)

Protección contra contacto accidental:
Carga 10 N (IEC 60512)

Distancia mínima de aislamiento:
14 mm (IEC 60664-1)

Línea de fuga:
28 mm (IEC 60664-1)

Resistencia a impulso de tensión:
8 kV (IEC 60664-1)

Parámetros térmicos

Temperatura máxima admisible:
110 °C

Resistencia al frío:
- 40 °C, ensayo de resistencia al impacto a baja temperatura (DIN V VDE V 0126-3, IEC 60068-2-75)

Ensayo de temperatura alterna:
de -40 °C a + 85 °C (IEC 60068-2-14, ensayo Nb)

Ensayo de humedad en caliente:
85 °C, 85 % humedad relativa durante 1000 horas (IEC 61215 10.13)

Parámetros químicos

Resistencia a la acción de los agentes químicos:
Aceites y grasas, alcohol, amoniaco, ácidos, bases y agua marina. Resistencia a otros agentes bajo demanda

Resistencia a rayos UVA y a la acción atmosférica:
ISO 4982-2, método A

Resistencia a la corrosión:
ISO 6988

Comportamiento frente al fuego:
• Aislamiento del conector: (IEC 60695-11-20) Ensayo de hilo incandescente a 650 °C (IEC 61695-2-10)

• Aislamiento con contactos eléctricos: (IEC 60695-11-20) Ensayo de hilo incandescente a 650 °C (IEC 61695-2-10)

• Grado de inflamabilidad: V2 (IEC 60695-11-10)

Características de diseño

Especificación:
Conector unipolar IP 68

Cuerpo:
Poliamida (PA66)

Sellado:
NBR (goma de nitrilo butadieno)

Contacto:
• Macho: Contacto macho perforado de cobre estañado

• Hembra: Contacto hembra perforado de cobre estañado

Marcado:
PS40I1 Intensidad admisible / sección nominal + (hembra) o (macho)

Sección nominal:
4 mm^2, 6 mm^2 y 10 mm^2

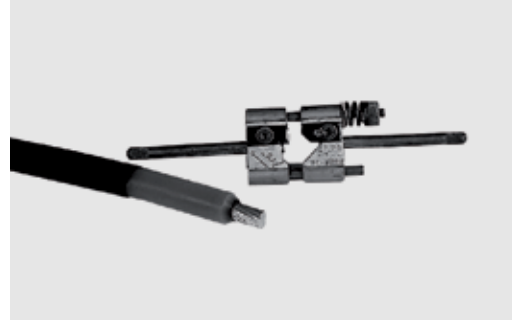
Designación comercial:
TECPLUG

5.28. Útiles preparación puntas de cable

CH

Descripción

Herramienta para ejecutar un chaflán en el aislante.
HD-628; HD-629.



Aplicación

Esta herramienta ejecuta un chaflán 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^2 12/20 kV	Referencia
19 a 38	25 a 240	CH

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^2 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 empleo



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.

LH

Descripción

Herramienta para quitar el semiconductor extrusionado pelable.
HD-628; HD-629.



Aplicación

Estas pinzas cortan la capa semiconductora externa en la longitud deseada permitiendo separarla del aislamiento sin dañarla.

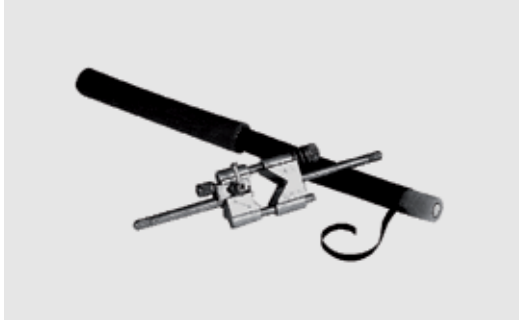
Capacidad

Diámetro sobre el semi-conductor mm.	Sección mm^2 12/20 kV	Referencia
18 a 38	25 a 240	LHM-P 1
38 a 60	240 a 630	LHM-P 2

LHM

Descripción

Herramienta para quitar el semiconductor extrusionado pelable.
HD-628; HD-629.



Aplicación

Estas pinzas cortan la capa semiconductora externa en la longitud deseada permitiendo separarla del aislamiento sin dañarla.

Capacidad

Diámetro sobre el semi-conductor mm.	Sección mm^2 12/20 kV	Referencia
18 a 38	25 a 240	LHM-P 1
38 a 60	240 a 630	LHM-P 2

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^2 12/20 kV	Referencia
16 a 40	25 a 240	MF3/40E
16 a 58	25 a 630	MF3/60E

Modo de empleo



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.

5.29. Kit pantalla de aluminio

Descripción

Para cables tipo RH5Z1-OL 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 conexionando y utilización de estas herramientas en **páginas siguientes**.

5.30. Maletín Multifuncional AL-MT para cables con pantalla de aluminio

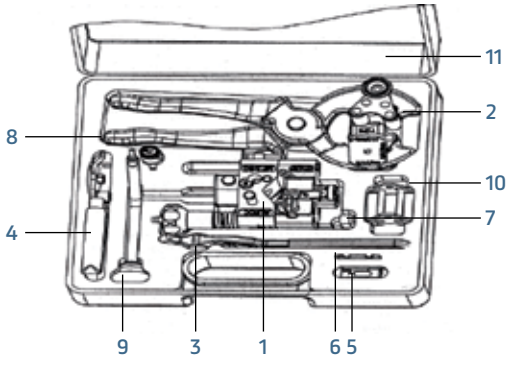
Descripción

Para cables tipo RH5Z1-OL 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^2)	Peso (kg)
Multifunción AL-MT1	16-40	25-240	3,840
Multifunción AL-MT2	16-58	50-630	4,150

Especificaciones





Referencia	Función	desglose material	
		Maletin Multf AL-MT1	Maletín Multf AL-MT2
1	Extracción de cubierta Incisión semiconductora pelable Extracción aislamiento	MF3/40	MF3/60
2	Realización de cortes en cubierta Cierre de la cubierta	FENTECRAN/40	FENTECRAN/60
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	Stylet 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

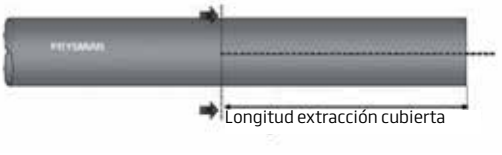
Advertencia: Las herramientas tienen que ser utlizadas en cables sin tensión por personal cualificado.

5.31. Confección Puesta a tierra para cables con pantalla de aluminio

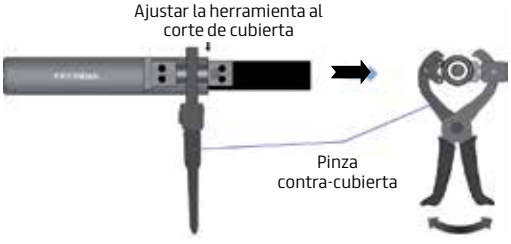
Procedimiento

Para cables tipo RH5Z1-OL PRYSMIAN





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.

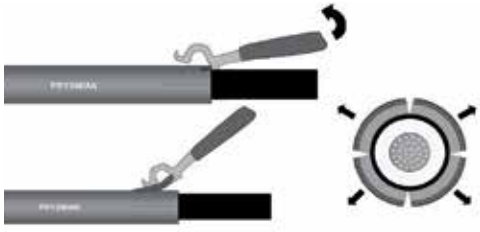


2 . Ajustar cuchilla de corte.
A continuación se ajusta la pinza corta-cubiertas a la cubierta del cable.



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.

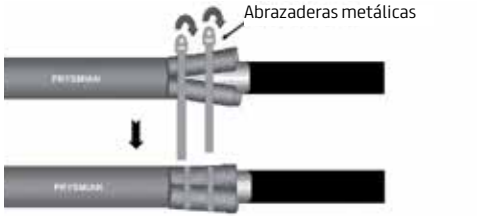
Procedimiento



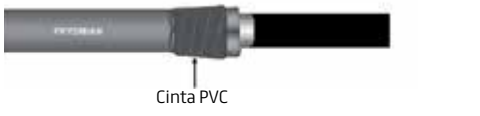
4. Ajustar la palanca y abrir las cuatro partes de la cubierta.
Una vez que sabemos la longitud de la cubierta a retirar, se procede a su extracción con el procedimiento habitual.



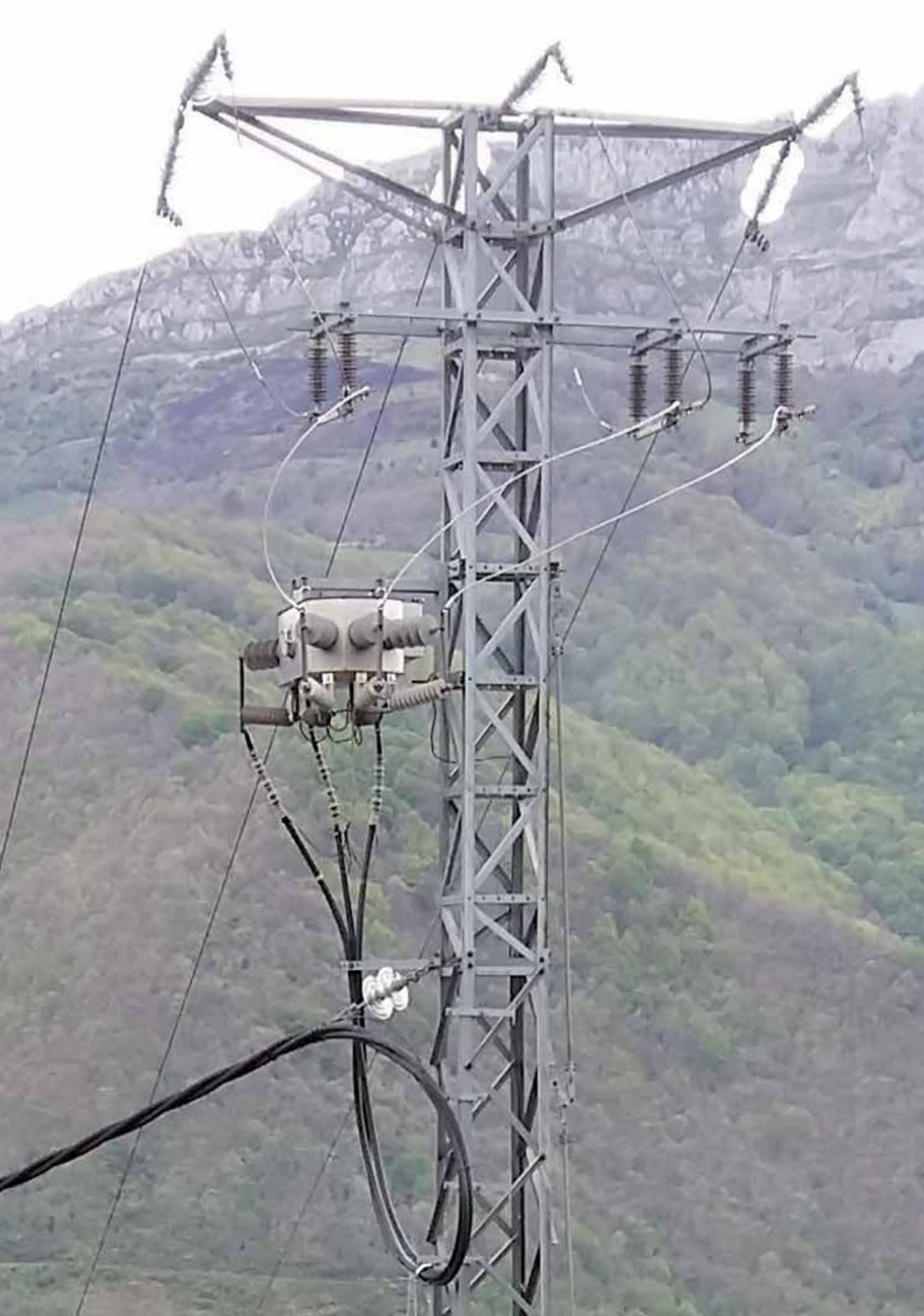
5. Introducir el puente-pantalla con relieve.
5 .1. Sólo con puente-pantalla con relieve (empalmes).
5 .2. Puente-pantalla relieve y trenza de puesta a tierra (terminales y conectores separables).



6. Ajustar la cubierta y pantalla mediante abrazaderas metálicas.



7. Proteger la zona con cinta pvc.



6. Cables unipolares aislados reunidos en haz

Prysmian Group

6.1. Cable unipolar aislado reunido en haz AL VOLTARRET HACES GY (S) (normalizado por las compañías del Grupo Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV y 18/30 kV
Norma de diseño: UNE 211620; GSC008 y DND001
Designación genérica: AL RH5Z1-OL (S)

CPR COMPLIANT

E_{ca} CPR

E_{ca}



Composición

1. Cuerda
Material: acero galvanizado de sección 50 mm².
Ø nom. 9,0 mm

2. Cubierta
Material: politeno reticulado (XLPE). Esp nom. = 1,2 mm.
Ø nom. 11,4 mm

3. Conductor
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2 según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito.

4. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)
Capa extrusionada de material conductor.

5. Aislamiento
Material: polietileno reticulado (XLPE).

6. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa) Capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.

7. Protección contra el agua
Cinta hinchante semiconductora.

8. Pantalla metálica
Material: cinta longitudinal de alumino termosoldada y adherida a la cubierta.

9. Cubierta exterior
Material: poliolefina DMZ2.
Color: gris.

Características del fiador

Carga mínima de rotura, daN/mm²	6000
Módulo de elasticidad mínimo, daN/mm²	15000
Coeficiente de dilatación lineal, por °C	$10,5 \times 10^{-6}$

Características dimensionales

12/20 kV			18/30 kV		
Formación (mm^2)	Ø exterior envolvente (mm)	Peso (kg/km)	Formación (mm^2)	Ø exterior envolvente (mm)	Peso (kg/km)
3x(1x50)+50	63	2695	3x(1x50)+50	71,7	3310
3x(1x95)+50	69,4	3365	3x(1x95)+50	78,1	4060
3x(1x150)+50	74,6	4045	3x(1x150)+50	83,4	4790

Valores aproximados.

Características eléctricas

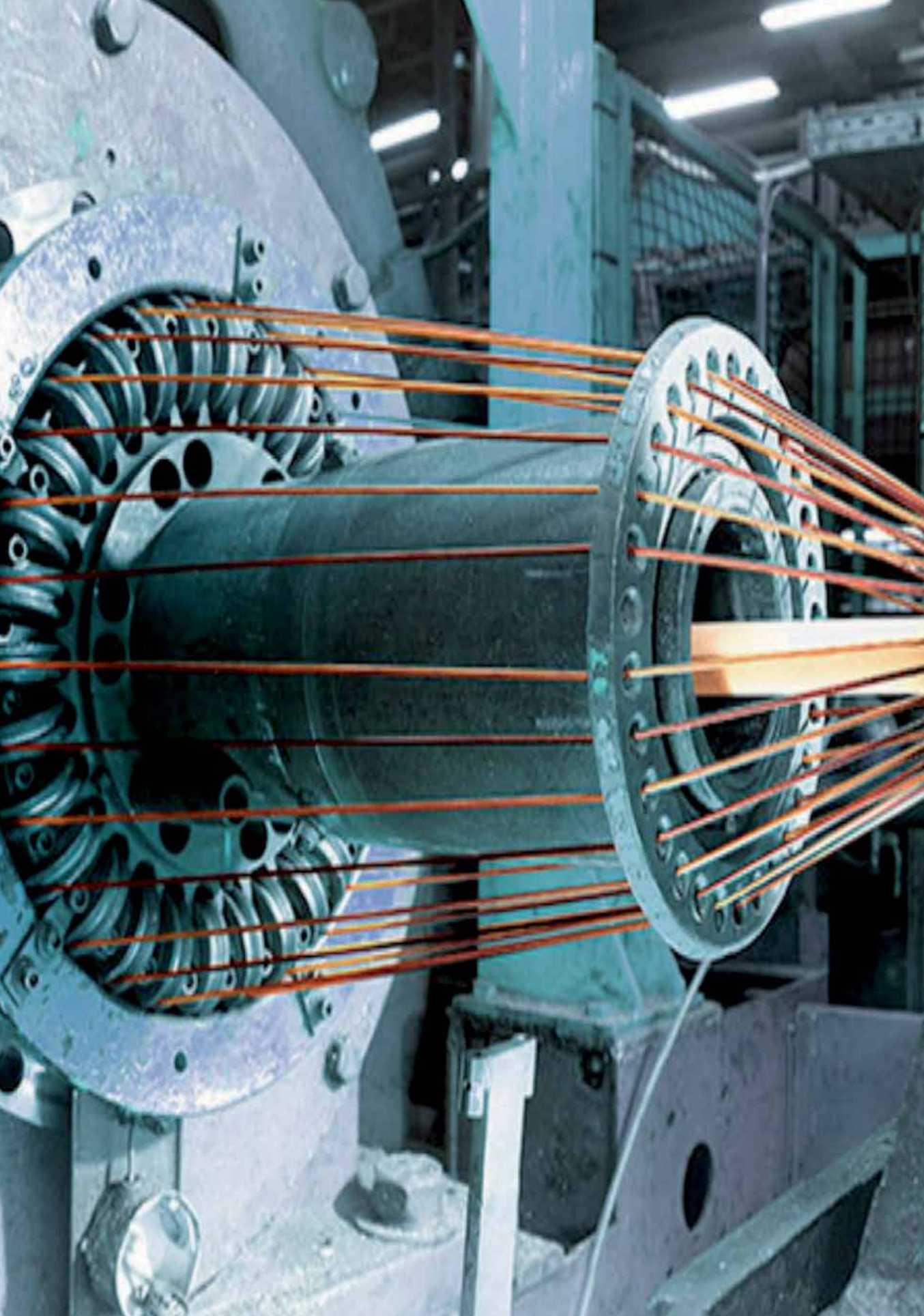
	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

Formación (mm^2)	Intensidad admisible (temperatura ambiente 40 °C)* (A)	Intensidad de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad de cortocircuito en la pantalla durante 1 s (A)	Resistencia del conductor a 20 °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 y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
3(1x50)+50	170	4,70	2,32	0,641	0,133	0,142	0,200	0,152
3(1x95)+50	255	8,93	2,65	0,320	0,119	0,127	0,251	0,187
3(1x150)+50	335	14,10	2,98	0,206	0,110	0,119	0,294	0,216

* Multiplicar por 0,9 si el cable está expuesto al sol.

Ensayos. Los ensayos a realizar a cable terminado son los estipulados en las normas UNE 211620; GSC008 y DND001.

Para otras secciones y/o tensiones consultar.



7. Cables y accesorios habituales para 26/45 kV y 36/66 kV

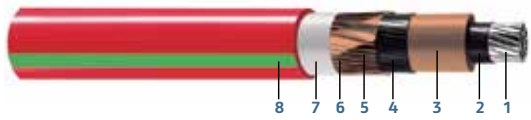


Prysmian Group

EPROTENAX HEPRZ1 y EPROTENAX HEPRZ1 (AS) 26/45 kV (normalizado por Iberdrola)

Norma de diseño: NI 56.44.01

Construcción



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.

6 Separador.

7 Protección contra el incendio.
Capa ignífuga para bloqueo del fuego (clase C_{ca}-s1b,d2,a1).

8 Cubierta exterior.
Poliolefina tipo DMZ1 de color rojo (clase F_{ca}). O poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes (clase C_{ca}-s1b,d2,a1).

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x300KAl	H75	26/45(52)	20172890	F_{ca}	20,0	34,0	39,5	45,9	2,9	800	1000
1x300KAl	H75	26/45(52)	20235174	C_{ca}-s1b,d2,a1	20,0	34,0	39,5	50,9	3,8	900	1100
1x630KAl	H155	26/45(52)	20349245	F_{ca}	30,0	43,9	49,4	56,8	5,0	1000	1200
1x630KAl	H155	26/45(52)	20349252	C_{ca}-s1b,d2,a1	30,0	43,9	49,4	61,8	6,1	1000	1300

Características eléctricas

	26/45 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	26
Tensión asignada entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	52
Tensión a impulsos, Up (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)

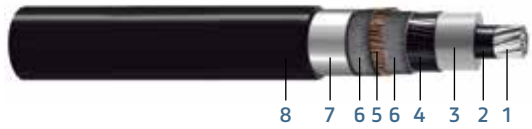
Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (A)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (µF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x300KAl	H75	26/45(52)	20172890	F_{ca}	411	517	40,1	17,5	0,1000	0,384
1x300KAl	H75	26/45(52)	20235174	C_{ca}-s1b,d2,a1	409	519	40,1	17,5	0,1000	0,384
1x630KAl	H155	26/45(52)	20349245	F_{ca}	613	825	84,2	35,6	0,0469	0,499
1x630KAl	H155	26/45(52)	20349252	C_{ca}-s1b,d2,a1	611	826	84,2	35,6	0,0469	0,499

*De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAl".
**Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados con centro a 1000 mm de profundidad, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica de 1,5 K.m/W.
***Condiciones de instalación: una terna de cables al tresbolillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.
Nota: Valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").
Importante: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV (normalizado por Grupo ENDESA)

Norma de diseño: ENEL GSCH010

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.

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 no propagadora de la llama (S) con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x400KAl	H50	26/45(52)	20316707	E_{ca}	22,8	40,4	46,2	55,8	3,8	900	1200

Características eléctricas

	26/45 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	26
Tensión asignada entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	52
Tensión a impulsos, Up (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)

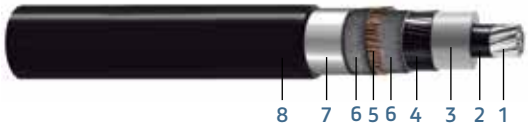
Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (A)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x400KAl	H50	26/45(52)	20316707	E_{ca}	473	624	53,4	11,9	0,0778	0,353

*De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAl"
**Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados con centro a 1000 mm de profundidad, temperatura del terreno reno 25°C y resistividad térmica de 1,5 K.m/W.
***Condiciones de instalación: una terna de cables al tresbolillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.
Nota: Valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").
Importante: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 26/45 kV (normalizado por NATURGY)

Norma de diseño: E00199 (Naturgy) y UNE 211632-4A

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.

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 DMZ2 no propagadora de la llama (S) con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x400KAl	H165	26/45(52)	20217226	E_{ca}	23,0	39,5	46,7	55,2	7,0	900	1200
1x500K	H165	26/45(52)	20217227	E_{ca}	25,9	43,3	49,6	59,2	8,2	1000	1200
1x630KAl	H165	26/45(52)	20285926	E_{ca}	30,0	46,5	52,8	62,3	5,7	1000	1300
1x800KAl	H165	26/45(52)	20285870	E_{ca}	34,0	51,4	57,7	67,3	6,5	1100	1400

Características eléctricas

	26/45 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	26
Tensión asignada entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	52
Tensión a impulsos, Up (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)

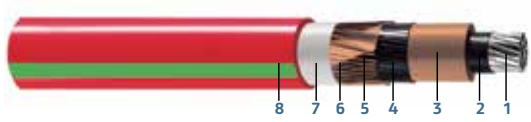
Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (kA)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x400KAl	H165	26/45(52)	20285926	E_{ca}	609	805	80,9	37,8	0,0470	0,343
1x500K	H165	26/45(52)	20217227	E_{ca}	690	925	101,2	37,8	0,0366	0,384
1x630KAl	H165	26/45(52)	20285926	E_{ca}	618	853	84,2	37,8	0,0469	0,419
1x800KAl	H165	26/45(52)	20285870	E_{ca}	701	992	106,9	37,8	0,0367	0,472

*De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAl".
**Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados con centro a 1000 mm de profundidad, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica de 1,5 K.m/W.
***Condiciones de instalación: una terna de cables al tresbolillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.
Nota: Valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").
Importante: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

EPROTENAX HEPRZ1 y EPROTENAX HEPRZ1 (AS) 36/66 kV (normalizado por IBERDROLA)

Norma de diseño: NI 56.44.01

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.

6 Separador.

7 Protección contra el incendio.
Capa inífuga para bloqueo del fuego (clase C_{ca}-s1b,d2,a1).

8 Cubierta exterior.
Poliolefina tipo DMZ1 de color rojo (clase F_{ca}). O poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes (clase C_{ca}-s1b,d2,a1).

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x300KAl	H75	36/66(72,5)	20172892	F_{ca}	20,0	38,5	44,6	51,0	3,3	900	1100
1x300KAl	H75	36/66(72,5)	20231838	C_{ca}-s1b,d2,a1	20,0	38,5	44,6	56,0	4,3	900	1200
1x630KAl	H155	36/66(72.5)	20349273	F_{ca}	30,0	47,7	53,8	61,2	5,5	1100	1300
1x630KAl	H155	36/66(72.5)	20349279	C_{ca}-s1b,d2,a1	30,0	47,7	53,8	66,2	6,7	1100	1400

Características eléctricas

	36/66 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	36
Tensión asignada entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	72,5
Tensión a impulsos, Up (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)

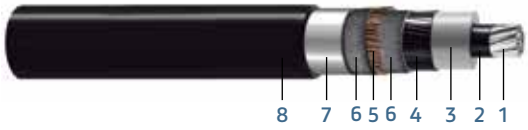
Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (kA)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x300KAl	H75	36/66(72,5)	20172892	F_{ca}	407	513	40,1	17,5	0,1000	0,279
1x300KAl	H75	36/66(72,5)	20231838	C_{ca}-s1b,d2,a1	406	514	40,1	17,5	0,1000	0,275
1x630KAl	H155	36/66(72.5)	20349273	F_{ca}	609	819	84,2	35,6	0,0469	0,391
1x630KAl	H155	36/66(72.5)	20349279	C_{ca}-s1b,d2,a1	607	819	84,2	35,6	0,0469	0,391

*/**/*** y nota: como texto de la última tabla de la página anterior.

VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 36/66 kV (normalizado por Grupo ENDESA)

Norma de diseño: ENEL GSCH010

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.

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 no propagadora de la llama (S) con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x630KAl	H95	36/66(72,5)	20316736	E_{ca}	30,0	52,0	58,3	67,9	5,6	1100	1400
1x1000KAl	H95	36/66(72,5)	20316770	E_{ca}	38,0	60,5	66,8	77,4	7,6	1300	1600

Características eléctricas

	36/66 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	36
Tensión asignada entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	72,5
Tensión a impulsos, Up (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)

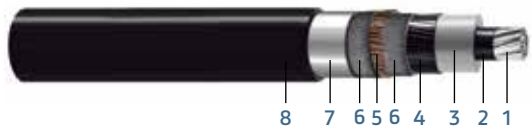
Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (kA)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x630KAl	H95	36/66(72,5)	20316736	E_{ca}	615	850	84,2	21,9	0,0469	0,353
1x1000KAl	H95	36/66(72,5)	20316770	E_{ca}	778	1113	133,6	21,9	0,0291	0,398

*De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAl"
**Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados con centro a 1000 mm de profundidad, temperatura del terreno reno 25°C y resistividad térmica de 1,5 K.m/W.
***Condiciones de instalación: una terna de cables al tresbolillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.
Nota: Valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").
Importante: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (S) 36/66 kV (normalizado por NATURGY)

Norma de diseño: ES00199 (Naturgy) y UNE 211632-4A

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.

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 DMZ2 no propagadora de la llama (S) con capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x630KAl	H165	36/66(72,5)	20215934	E_{ca}	30,0	50,5	56,8	66,4	6,1	1100	1400
1x800K	H165	36/66(72,5)	20215935	E_{ca}	34,1	55,5	62,4	71,2	12,2	1200	1500
1x1200KAl	H165	36/66(72,5)	20215933	E_{ca}	41,6	64,0	70,3	80,1	8,7	1300	1700

Características eléctricas

	36/66 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	36
Tensión asignada entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	72,5
Tensión a impulsos, Up (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)

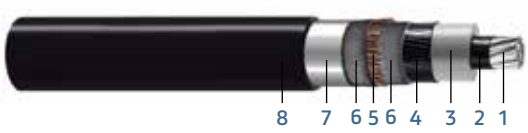
Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (kA)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x630KAl	H165	36/66(72,5)	20215934	E_{ca}	615	850	84,2	37,8	0,0469	0,340
1x800K	H165	36/66(72,5)	20215935	E_{ca}	872	1212	161,9	37,8	0,0221	0,383
1x1200KAl	H165	36/66(72,5)	20215933	E_{ca}	869	1227	160,3	37,8	0,0247	0,454

*De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAl"
**Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados con centro a 1000 mm de profundidad, temperatura del terreno reno 25°C y resistividad térmica de 1,5 K.m/W.
***Condiciones de instalación: una terna de cables al tresbolillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.
Nota: Valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").
Importante: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

VOLTALENE RHE-RA+2OL y VOLTALENE RHZ1-RA+2OL (AS) 36/66 kV (normalizado por RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA)

Norma de diseño: REE ET 171

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.

6 Obturación longitudinal de la pantalla.
Cinta semiconductora hinchante.

7 Estanqueidad radial.
Cinta de aluminio solapada y termopegada a la cubierta.

8 Cubierta.
Polietileno de alta densidad tipo DMZ1 con capa exterior semiconductora (cables F_{ca}). Poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) con capa exterior semiconductora extruída conjuntamente con la cubierta color negro (cables $B2_{ca}$-s1b,d2,a1).

Características dimensionales (valores aproximados)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x1000KAl	H135	36/66(72,5)	20174249	F_{ca}	38,0	59,7	67,0	76,6	7,3	1300	1600
1x1000KAl	H135	36/66(72,5)	20173170	$B2_{ca}$-s1b,d2,a1	38,0	59,7	67,0	76,0	7,7	1300	1600
1x1200KAl	H135	36/66(72,5)	20174229	F_{ca}	41,6	63,7	71,0	80,7	8,1	1300	1700
1x1200KAl	H135	36/66(72,5)	20172008	$B2_{ca}$-s1b,d2,a1	41,6	63,7	71,0	80,7	8,5	1300	1700

Características eléctricas

	36/66 kV
Tensión asignada simple, Uo (kV)	36
Tensión asignada entre fases, U (kV)	66
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	72,5
Tensión a impulsos, Up (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)

Sección (mm²)		Tensión (kV)	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (kA)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (kA)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x1000KAl	H135	36/66(72,5)	20174249	F_{ca}	779	1119	133,6	31,3	0,0291	0,418
1x1000KAl	H135	36/66(72,5)	20173170	$B2_{ca}$-s1b,d2,a1	779	1119	133,6	31,3	0,0291	0,418
1x1200KAl	H135	36/66(72,5)	20174229	F_{ca}	869	1227	160,3	31,3	0,0247	0,452
1x1200KAl	H135	36/66(72,5)	20172008	$B2_{ca}$-s1b,d2,a1	869	1227	160,3	31,3	0,0247	0,452

Formula para calcular la reactancia inductiva con los conductores en cualquier disposición

$X_L = \omega L\ (\Omega/km)$

Donde

z'

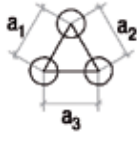
$\omega = 2\,\pi\,f$

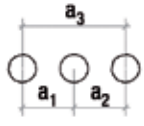
f : frecuencia (Hz)

$$L = (0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot DMG}{\varnothing_c}\right) . 10^{-3}\ (H/km)$$

DMG: distancia media geométrica entre conductores (mm)

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 . a_2 . a_3}$$





$\varnothing_c$: diámetro del conductor* (mm).

* No confundir con el diámetro del cable.

Empalme SIXTY-SPEED CSJ-CSJX 72,5kV

Descripción producto:

• Nueva gama de empalmes SIXTY-SPEED™ LINE diseñados para cables de alta tensión
• El empalme Sixty-Speed es contráctil en frío y para una tensión máxima 72,5 kV [Um].
• Versiones disponibles con continuidad de pantalla y seccionamiento de la misma.

Características:

• Diseño compacto, fácil instalación y reducido tiempo montaje.
• Cuerpo pre-expandido sobre tubo espiral sin herramientas específicas.
• 100% probado y ensayado en fábrica.
• Diferentes rangos de aplicación para su major adaptabilidad a todos los cables.
• Compatible con la mayoría de normas internacionales.
• ISO 9001 and ISO 14001

Gama de aplicación:

Tipo	Mínimo aislamiento diámetro [mm]	Máximo aislamiento diámetro [mm]	Máximo cubierta diámetro [mm]
	Prepared XLPE/EPR*	*Prepared* XLPE/EPR*	*Complete cable***
Tipo 2 - Φ 30	39	53	63
Tipo 3 - Φ 40	52	70	89
Tipo 4 - Φ 48	63	84	96

Rango de conductor: 400mm² - 1600mm²

* Despues de contar y preparar la punta
** Soluciones para cables con cubiertas mayores... pueden ser estudiadas por nuestros técnicos.

Tipo de unión de conductores:

Conductor [material]	Material	Tipo	Conexión*
Aluminio	Al	Compacto	Manguito tornillería fusible
Cobre	Cu	Compacto	Manguito de compresión
		Milliken	Compresión "Indet"

* Para uniones de diferente sección tendrá que consultarse con ingniería de Prysmian

Referencia de planos:

CSJX - 72,5 SDR	**41.297.5.1057**
CSJX - 72,5 CDR	**41.297.5.1058**
CSJX - 72,5 CJ	**41.297.5.1059**
CSJ - 72,5 SR	**41.2976.5.1044**
CSJ - 72,5 CR	**41.2976.5.1045**
CSJ - 72,5 CJ	**41.2976.5.1046**

Información eléctrica:

• **Ratio de Tensión**
IEEE 15 min: **120** kV A.C.
Impulsos a tensión (+10 / -10): **350** kV

• **Test de rutina**
AC voltaje test: **120** kV para **30** min
Descargas parciales test: libre de descargas

• **Capacidad corriente**
Corriente norminal operativa : Limitado según cable
Corto circuito (0,5 sec) : **63** kA

Ensayos tipo según normativa:

• Nacional e International standards:
IEC-60840
IEEE Std.404

Peso:

Peso aproximado : **20** kg~**30** kg

Instalación:

• Condición: Proteger contra lluvia y polvo
• Instalación: Bajo certificación de instaladores (acreditación)
• Temperatura durante instalación: min **0** °C / max **40** °C
• Temperatura en tensión: min **-40** °C / max **+40** °C

Configuraciones:

Tipo	Code	Continuo	Seccionado	Unipolar	Concentrico	Caja metálica	Caja barrera agua	HST
CSJX-72,5 Basic	SDR		x	x			x	x
CSJX-72,5 Basic+ Caja metálica	CDR		x	x	x (*)	x	x	x
CSJX-72,5 Basic+ Caja metal + Caja externa protección	CJ		x	x	x	x		x
CSJ-72,5 Basic	SR	x						x
CSJ-72,5 Basic+ Metal Casing	CR	x				x		x
J-72,5 Basic+ Caja metalica + Caja externa protección	CJ	x				x		x

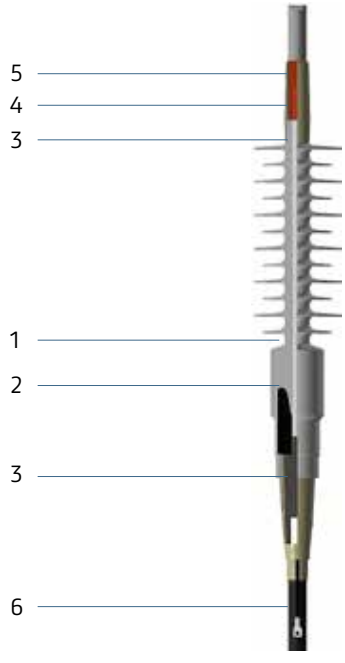
Terminación COLDFIT 72,5 kV (IEC) /69 kV (IEEE) (para cables con aislamiento extruido)

Descripción producto:

• **Contráctil en frio** Aislador de silicona
• **Prefabricado** Diseñado para fabricarse en una sola piez
• **Versatilidad** Permite varias lineas de fuga, mediante la incorporación de módulos aislantes
• **Conexión del conductor**: Mediante tornillos de cabeza fusible
• **Simplicidad**: Pocos componentes en el kit
• Excelentes características **anti-tracking** e **hidrofóbicas** (niebla salina, radiación solar y alta polución)
• **Ensayado al 100%**: Se prueba electricamente en fábrica antes de su envío

Componentes:

1. Cuerpo aislante: Elemento contráctil en frio, fabricado en goma silicona y expandido en un soporte en espiral
2. Cono de control de campo eléctrico: incorporado en el cuerpo aislante



3. Tubos de sellado para las zonas superior e inferior (conductor/tierra)
4. Mastico de sellado y cinta de silicona: para asegurar el sellado al agua y humedad
5. Terminal para el conductor: apto para conductor de cobre y aluminio
6. Terminal para la puesta a tierra

Rango apliacación:

• Terminación para cable unipolar (**XLPE** o **EPR**)
• Conductor Cobre (**Cu**) o Aluminio (**Al**)
• Para todo tipo de pantallas metálicas
• Tamaños de Cable: de **150 mm²(300 kcmil)** hasta **2000 mm²(4000 kcmil)**
• Tensión: 36/69 (72.5 kV) (IEC) y IEEE 48

Características eléctricas:

• **Tensión**
1-minuto AC: 175 kV
tensión Impulsos (+10 / -10): 325 kV (350 (IEEE 48)
• **Ensayos eléctricos de rutina**
AC Tensión: 120 kV 30min
Descargas parciales: libre de descargas 120 kV
• **Corriente admisible**
Corriente Nominal operativa: Limitada por el cable
Corriente de cortocircuito (0,5sec): 63 kA[2]

Ensayos según las normas:

Normas: IEC-60840 / IEEE 48
Peso aproximado: 10 kg

Instalación:

• **Condición:** con protección a la lluvia y al polvo
• **Instalación:** Por instaladores certificados y adiestrados
• **Temperartura Instalación:** min 0 °C / max 40 °C
• **Temperatura funcionamiento:** min -40 °C / max +40 °C

Modelos

Máx. tensión (IEC 72,5kV)	Coldfit modelo	Sección (mm^2)	Aislamiento Min-Máx (mm)	F línea de fuga (mm)
72,5 kV	1 - Φ26	150 up to 2000	32-39	2100 o 2400
	2 – Φ31		38-47	
	3 – Φ36		44-54	
	4 – Φ41		50-62	
	5 – Φ46		55-70	
	6 – Φ51		61-77	



Máx. tensión (IEEE 69kV)	Coldfit modelo	Sección (Kcmil)	Aislamiento Min-Máx (in)	F línea de fuga (in)
69 kV	1 - Φ26	200 hasta 4000	1,26-1,53	82,68 o 94,49
	2 – Φ31		1,50-1,85	
	3 – Φ36		1,73-2,12	
	4 – Φ41		1,97-2,44	
	5 – Φ46		2,16-2,75	
	6 – Φ51		2,40-3,03	

Training accesorios

A. Para cables MT hasta 36kV

Accesorios para cable RHZ1 y HEPRZ1
Homologados en compañías eléctricas

Características:



• Destinado a Instaladores especialistas en Cables y Accesorios de MT.
• Número de asistentes hasta 3-6 instaladores.
• Previsión de fechas. Confirmación de fecha bajo pedido cliente Prysmian.
• Lugar de impartición en los almacenes del Instalador o en la fábrica de Prysmian en Vilanova I La Geltrú (Barcelona).
• Horario de 9h a 16h. Otro horario a confirmar.
• Contenido teórico del cable y prácticas de montaje de Empalmes y Conectadores Separables.
• Diploma de asistencia.

B. Para cables RH5Z1 hasta 36kV

Accesorios para cable RH5Z1
Homologados en compañías eléctricas

Características:



• Destinado a Instaladores especialistas en Cables y Accesorios de MT.
• Número de asistentes hasta 3-6 instaladores.
• Previsión de fechas. Confirmación de fecha bajo pedido cliente Prysmian.
• Lugar de impartición en los almacenes del Instalador o en la fábrica de Prysmian en Vilanova I La Geltrú (Barcelona).
• Horario de 9h a 14h. Otro horario a confirmar.
• Contenido teórico del cable y prácticas de montaje de Empalmes y Conectadores Separables.
• Diploma de asistencia.

C. Training conectores cono interior hasta 52 kV

Según normas:
EN-50180 y EN-50181

Características:



• Destinado a Instaladores especialistas en Cables y Accesorios de MT y AT.
• Número de asistentes hasta 3 instaladores.
• Previsión de fechas. Confirmación de fecha bajo pedido cliente Prysmian.
• Lugar de impartición en los almacenes del Instalador o en la fábrica de Prysmian en Vilanova I La Geltrú (Barcelona)
• Horario de 9h a 16h. Otro horario a confirmar.
• Contenido teórico del cable y prácticas de montaje de Conector cono interno.
• Diploma de asistencia.

D. Training accesorios para cables hasta 72,5 kV

Detalles training alta tensión:



• Tiempo previsto de 1 dia en horario completo.
• Lugar: en los talleres del instalador personal asistente: hasta 6 instaladores especializados en trabajos de media alta tensión.
• Información a suministrar: instrucciones de montaje y tablas técnicas de utilización.
• Se aporta un certificado.
• Prysmian suministrará los accesorios del curso. El instalador suministrará los cables y las herramientas de los cursillistas.

EL LIBRO BLANCO DE LA INSTALACIÓN

Manual técnico y práctico de cables y accesorios
Media Tensión

Prysmian

Prysmian Group

Linking the Future

Prysmian

PRYSMIAN CABLES SPAIN, S.A.U.
Ctra. C-15, km 2
08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona)
+34 93 220 14 92
atencion.clientes@prysmiangroup.com
www.prysmiangroup.es
www.prysmianclub.es

Siguenos en: