

Especificación técnica

ET-TD-ME01-46

Cables de aluminio múltiplex para media tensión

Grupo EPM – Centros de Excelencia Técnica - Unidad CET Normalización y Laboratorios



CONTROL DE CAMBIOS				
Fecha	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
2016-01-01	Creación	Equipo homologación Grupo EPM ¹	Equipo homologación Grupo EPM ²	Jefe Unidad CET NyL ³
2019-06-28	Ajuste de forma	Equipo homologación Grupo EPM ¹	Equipo homologación Grupo EPM ²	Jefe Unidad CET NyL ³
2022-09-28	Actualización de formato	Equipo homologación Grupo EPM ¹	Equipo homologación Grupo EPM ²	Jefe Unidad CET NyL ³
Equipo homologación Grupo EPM: CET NyL EPM: Camilo Toro ^{1 y 2} , Jaime Humberto Velasquez ^{1 y 2} . CET CENS: Wuhelner Adolfo Buitrago ^{1 y 2} . CET CHEC: José Narces Orozco ^{1 y 2} . Área Gestión Operativa EDEQ: Orlando Iván Ramírez ^{1 y 2} . Área Proyectos ESSA: Fredy Antonio Pico ^{1 y 2} . Jefe Unidad CET NyL: Ramón Héctor Ortiz T. ³				

CONTENIDO

1.	ALCANCE	3
2.	REQUISITOS TÉCNICOS	3
2.1.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
2.2.	LISTADO DE ELEMENTOS ESPECIFICADOS	4
2.3.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS	4
3.	ANEXOS	10

Grupo ®

1. ALCANCE

Esta especificación tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que deben cumplir los cables de aluminio multiplex de media tensión con neutro mensajero a ser utilizados en las redes de distribución del sistema de energía del Grupo EPM.

Los requisitos técnicos de esta especificación aplican para cables multiplex de aluminio 1350 H19 (extra duro) con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE) trenzados sobre un neutro mensajero a ser utilizados en las redes de media tensión del sistema de distribución del Grupo EPM.

En los Anexos I, II, III y IV del documento se presentan requisitos complementarios aplicables a los bienes cubiertos por esta especificación.

2. REQUISITOS TÉCNICOS

2.1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En la Tabla 1 se listan los documentos de referencia, los cuales son exigibles en el cumplimiento de los requisitos técnicos de los elementos.

Las resoluciones, los reglamentos nacionales, las normas y guías técnicas nacionales e internacionales y demás documentos relacionados deben ser considerados en su última versión, a menos que se indique una versión diferente.

En caso de discrepancia entre las normas técnicas y este documento, prevalecerá lo aquí establecido. Así mismo, de presentarse alguna discrepancia entre los requisitos de una norma nacional y su norma internacional de referencia o equivalente, primará lo establecido en la norma de versión más actualizada.

Tabla 1. Documentos de referencia

DOCUMENTO	NOMBRE
NTC 2186-2 (ANSI/ICEA S-93-639)	Cables de potencia apantallados desde 5 kV hasta 46 kV para uso en transmisión y distribución de energía eléctrica.
NTC 307 (ASTM B8)	Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico.
NTC 308 (ASTM B 231/231M)	Conductores de aluminio 1350 cableado concéntrico
NTC 360 (ASTM B 230/B 230M)	Alambres de aluminio 1350 H-19 para usos eléctricos.
NTC 359 (ASTM B3)	Alambre de cobre blando o recocido.
NTC 1818 (ASTM B49)	Alambrón de cobre para usos eléctricos.
NTC 2187 (ASTM B496)	Conductores de cobre redondos cableado concéntrico compactados.
ASTM B784	Standard Specification for Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors for Use in Insulated Electrical Cables
ASTM B785	Standard Specification for Compact Round Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors For Use in Insulated Electrical Cables (Withdrawn 1998)
ASTM B787	Standard Specification for 19 Wire Combination Unilay-Stranded Copper Conductors for Subsequent Insulation.
ANSI/ICEA P-45-482	Short Circuit Performance of Metallic Shields and Sheaths on Insulated Cables.
ANSI/ICEA T-31-610	Test Method for Conducting a Longitudinal Water Penetration

DOCUMENTO	NOMBRE
	Resistance Test on Blocked Conductors.
ANSI/ICEA T-32-645	Test Method for Establishing Volume Resistivity Compatibility of Water Blocking Components With Extruded Semiconducting Shield Materials
ANSI/ICEA S-97-682	Standard For Utility Shielded Power Cables Rated 5 Through 46 kV
ASTM D3004	Standard Specification for Crosslinked and Thermoplastic Extruded Semi-Conducting, Conductor and Insulation Shielding Materials.
ASTM D4496	Standard Test Method for D-C Resistance or Conductance of Moderately Conductive Materials.
ASTM D6095	Standard Test Method for Longitudinal Measurement of Volume Resistivity for Extruded Crosslinked and Thermoplastic Semiconducting Conductor and Insulation Shielding Materials.
AEIC CS8	Specification for Extruded Dielectric Shielded Power Cables Rated 5 Through 46 kV.
IEEE Std 1142	IEEE Guide for the Selection, Testing, Application, and Installation of Cables having Radial-Moisture Barriers and/or Longitudinal Water Blocking - Redline.
NTC 3787	Carretes de Madera para Cables
NEMA WC 26	Binational Wire and Cable Packaging Standard
NTC ISO 2859-1	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote

2.2. LISTADO DE ELEMENTOS ESPECIFICADOS

En la Tabla 2 se listan los elementos cubiertos por el alcance de esta especificación técnica. El código OW corresponde al número único de identificación del bien en el maestro de bienes de EPM.

En el ANEXO IV se presentan los modelos 3D, figuras, fotografías o planos de los bienes.

Tabla 2. Listado de elementos especificados

CÓDIGO OW	DESCRIPCIÓN
200511	CABLE AAC 1X1/0AWG + ACSR 1X2AWG DUPLEX AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEGRO
200512	CABLE AAC 3X1/0AWG + ACSR 1X2AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEGRO
200513	CABLE AAC 3X4/0AWG + ACSR 1X1/0AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE/LLDPE 15KV 100% 90°C NEGRO

2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

La Tabla 3 contiene las características técnicas garantizadas (CTG) para los elementos cubiertos por esta especificación técnica, las cuales deben ser cumplidas en su totalidad.

En el ANEXO I se establece el uso de estas especificaciones técnicas en los procesos de contratación.

Tabla 3. Características técnicas garantizadas

No.	CARACTERÍSTICA TÉCNICA EXIGIDA	VALOR GARANTIZADO	DOCUMENTO Y PÁGINA
1	Requisitos generales		
1.1	Nombre del fabricante	Indicar	
1.2	Nombre y referencia comercial del producto	Indicar	
1.3	País de fabricación	Indicar	
1.4	Normas de fabricación del cable NTC 2186-2 o (ANSI/ICEA S-93-639), ANSI/ICEA S-97-682, ASTM B231, ASTM B549.	SI() NO()	
2	Características del conductor de fase		
2.1	El aluminio es 1350 H19 con una conductividad mínima del 61% IACS	SI() NO()	
2.2	Clase de cableado es B	SI() NO()	
2.3	Conductor compactado	SI() NO()	
2.4	El temple es duro	SI() NO()	
2.5	El número de hilos es 19	SI() NO()	
2.6	Está formado por alambres dispuestos en capas, cableados concéntricamente y cumplen con las características técnicas de fabricación especificadas en la norma NTC 308 (ASTM B 231)	SI() NO()	
2.7	Antes del cableado, el alambre de aluminio cumple con los requisitos de la NTC 360 (ASTM B230/230M) o NTC 1760 (ASTM B-609/B-609M), que sea aplicable	SI() NO()	
2.8	Todos los alambres en el conductor tienen el mismo temple.	SI() NO()	
2.9	Se garantiza el diámetro de conductor de acuerdo con lo indicado en la Tabla 4	SI() NO()	
2.10	Se garantiza la resistencia en DC a 25 °C de acuerdo con lo indicado en la Tabla 5	SI() NO()	
3	Características del relleno contra la humedad		
3.1	Conductor con relleno bloqueador agua/humedad	SI() NO()	
3.2	El material es compuesto semiconductor termoplástico	SI() NO()	
3.3	Compatibilidad entre conductor y semiconductor	SI() NO()	
3.4	Absorción de humedad con norma ASTM D570 o ICEA T-31-610	SI() NO()	
4	Pantalla semiconductor del conductor		
4.1	Cumple con la Norma ASTM D 3004/6095	SI() NO()	
4.2	El material es termoestable reticulado XLPE y cumple los requisitos establecidos en la norma NTC 2186-2 (ICEA S-93-639)	SI() NO()	
4.3	Es color negro	SI() NO()	
4.4	Es compatible con el material del aislamiento	SI() NO()	
4.5	Espesor mínimo de 0.3mm	SI() NO()	
4.6	Temperatura de trabajo °C (90/130/250)	SI() NO()	
4.7	La resistividad volumétrica no excede 1000 ohm-metro tanto a temperatura de operación normal como de sobrecarga	SI() NO()	
4.8	Es fácilmente removible del conductor y firmemente unida al aislamiento	SI() NO()	
4.9	Las superficies de unión (de contacto) entre la pantalla y el aislamiento son perfectamente lisas, libres de vacío, discontinuidad, contaminantes y protrusiones	SI() NO()	
5	Características del aislamiento		

No.	CARACTERÍSTICA TÉCNICA EXIGIDA	VALOR GARANTIZADO	DOCUMENTO Y PÁGINA
5.1	El material es polietileno reticulado XLPE TR 90°C 15kV	SI() NO()	
5.2	Nivel de aislamiento del 100%	SI() NO()	
5.3	Es adecuado para uso en medios húmedos y secos	SI() NO()	
5.4	Se garantiza el espesor mínimo de 4.19 mm	SI() NO()	
5.5	Es apto para soportar temperaturas en el conductor de aluminio de 90°C bajo condiciones normales de operación, 130°C en condiciones de emergencia y de 250°C en condiciones de cortocircuito	SI() NO()	
5.6	Es resistente a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del cable	SI() NO()	
5.7	Cumple con todos los requerimientos de excentricidad, reticulación (Hot Creep) resistividad volumétrica y la termocontracción del aislamiento	SI() NO()	
5.8	El aislamiento está libre de ámbares, huecos, gel, aglomerantes y contaminantes	SI() NO()	
6	Pantalla semiconductor sobre aislamiento		
6.1	El material es polietileno reticulado XLPE	SI() NO()	
6.2	Es de color negro	SI() NO()	
6.3	Es extra limpio y compatible con el material de aislamiento	SI() NO()	
6.4	Adecuado para cable libre de descargas parciales	SI() NO()	
6.5	Es apta para trabajar a las temperaturas de operación, sobrecarga y de cortocircuito del aislamiento de polietileno reticulado	SI() NO()	
6.6	El espesor de la pantalla semiconductor está de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 2186-2 (ICEA S-93-639)	SI() NO()	
7	La cinta bloqueadora contra la humedad		
7.1	Material es cinta semiconductor contra humedad con un traslape mínimo del 15%	SI() NO()	
7.2	Es compatible desde el punto de vista térmico, mecánico, eléctrico y químico con los demás componentes del cable	SI() NO()	
7.3	Absorción de humedad de acuerdo con la norma ASTM D570	SI() NO()	
8	Pantalla de hilos de cobre		
8.1	El número de hilos y el calibre es: <ul style="list-style-type: none"> • 14 x N° 25 AWG para el conductor calibre N° 1/0 AWG • 16 x N° 25 AWG para el conductor calibre N° 4/0 AWG 	SI() NO()	
8.2	Aplicación helicoidal	SI() NO()	
8.3	Factor de paso de 4 a 10 veces	SI() NO()	
8.4	Cinta de amarre sobre pantalla	SI() NO()	
9	Cinta bloqueadora contra la humedad encima de la pantalla		
9.1	Tiene un traslape mínimo del 15%	SI() NO()	
9.2	Es compatible desde el punto de vista térmico, mecánico, eléctrico y químico con los demás componentes del cable	SI() NO()	
10	Características de la chaqueta o cubierta		
10.1	El material es polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) o polietileno de alta densidad (HDPE)	SI() NO()	

No.	CARACTERÍSTICA TÉCNICA EXIGIDA	VALOR GARANTIZADO	DOCUMENTO Y PÁGINA
10.2	Cumple con los requisitos establecidos en la tabla 7-1 de la norma NTC 2186-2 (ICEA S-93-639)	SI() NO()	
10.3	El espesor está de acuerdo con lo establecido en la tabla 7-4 de la norma NTC 2186-2 (ICEA S-93-639)	SI() NO()	
10.4	Es de color negro, con negro de humo al 2%	SI() NO()	
10.5	Resistencia a los rayos UV	SI() NO()	
11	Conductor ACSR/AW (Neutro-Mensajero)		
11.1	Norma de fabricación con NTC 2919 o ASTM B549	SI() NO()	
11.2	El calibre está de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2 <ul style="list-style-type: none"> • 2 AWG • 1/0 AWG 	SI() NO()	
11.3	Composición de hilos aluminio/acero cubierto de aluminio (4/3)	SI() NO()	
11.4	Clase de cableado AA	SI() NO()	
11.5	Factor de paso de 12 a 16 veces	SI() NO()	
11.6	El sentido del cableado de la capa externa es hacia la derecha (Ver Figura 1)	SI() NO()	
12	Cable ensamblado		
12.1	Factor de paso del ensamble de 60 veces el mayor diámetro del cable	SI() NO()	
12.2	Tensión de prueba AC 35 kV	SI() NO()	
12.3	Tensión de impulso BIL 110 kV	SI() NO()	
13	Marcación del conductor		
13.1	La cubierta del conductor debe marcarse con una separación mínima de un (1) metro entre inicios de leyendas	SI() NO()	
13.2	La marcación podrá hacerse en alto relieve, bajo relieve, en bajo relieve con color blanco o amarillo, o se puede marcar con tinta, de tipo laser o de otra tecnología, que garantice la durabilidad de esta	SI() NO()	
13.3	La información deberá tener buena calidad en la definición de letras, legible en forma permanente	SI() NO()	
13.4	El rotulo que debe contener como mínimo la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> • Razón social o marca registrada del productor. • Número de conductores más calibre del conductor en kcmil, AWG o mm². • Material del conductor de la fase y neutro. • Tensión nominal. • Tipo de aislamiento. • Temperatura máxima de operación. • La leyenda "Grupo EPM". • Número del proceso de contratación. • Marcación secuencial metro a metro. 	SI() NO()	
13.5	Los conductores de fase están identificados de forma permanente por intermedio de trazas en alto relieve (ribete) a lo largo de todo el conductor" de la manera siguiente: CABLE DÚPLEX: Fase: Sin traza CABLE CUÁDRUPLEX: Fase A: Sin trazas. Fase B: Una traza. Fase C: Dos trazas	SI() NO() NA ()	

No.	CARACTERÍSTICA TÉCNICA EXIGIDA	VALOR GARANTIZADO	DOCUMENTO Y PÁGINA
13.6	<p>Los conductores de fase están identificados con franjas de color cuando esta sea de un color aplicado por "coextrusión". de la manera siguiente:</p> <p>CABLE DÚPLEX: Fase: Sin franja de color.</p> <p>CABLE CUÁDRUPLEX: Fase A: Sin franja de color. Fase B: Una franja de color rojo. Fase C: Una franja de color azul.</p>	SI() NO() NA ()	
14	Pruebas y ensayos		
14.1	Cumple con lo indicado en el Anexo II - Ensayos	SI() NO()	
14.2	Cumple con lo indicado en el Anexo III - Criterios de aceptación y rechazo	SI() NO()	
14.3	<p>Cumple con los siguientes ensayos de recepción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medida del diámetro del cable • Medida de resistencia • Tensión de rotura. • Ensayo de tensión no disruptiva del dieléctrico en agua. • Medida del espesor de la pantalla semiconductora, aislamiento y chaqueta. • Medida del espesor de la pantalla en cinta metálica, los hilos de aterrizamiento y blindaje. • Hot creep • Resistencia de aislamiento. • Prueba de absorción de humedad contra la migración longitudinal de agua. • Prueba al cable terminado: tensión en AC, descarga parcial y chispeo de la chaqueta. • Medición de marcación secuencial sobre la chaqueta 	SI() NO()	
15	Empaque		
15.1	Se entrega en carretes de 500m	SI() NO()	
15.2	El cable se despachará en carretes de madera de sajo, pino o eucalipto de acuerdo con la norma NTC-3787 y NEMA WC-26. Los carretes llevan hélica.	SI() NO()	
15.3	Flanche metálico en cada cara del carrete para pesos superiores a 400 kg	SI() NO()	
15.4	Los carretes tienen una protección exterior construida con listones de madera (duelas), espesor mínimo de 15 mm, fijadas sobre el borde de las alas del carrete y asegurada con cinta o fleje de acero o plástica (zunchados).	SI() NO()	
15.5	<p>Incluye placa de identificación del carrete destacando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la Empresa así: FILIAL-GRUPO EPM. • Nombre del fabricante y dirección. • Número del contrato. • Número del carrete. • Clase y calibre del conductor. • Peso bruto en kg. • Longitud en metros (m) • Suborden de compra OW. • Fecha de fabricación. 	SI() NO()	

No.	CARACTERÍSTICA TÉCNICA EXIGIDA	VALOR GARANTIZADO	DOCUMENTO Y PÁGINA
15.6	Incluye placa metálica con marcación en bajo relieve o con marcación en láser, adhesivo con la marcación instalado sobre la placa metálica o placa fabricada en material plástico con alta resistencia a la rotura y marcación indeleble	SI() NO()	
15.7	Incluye adhesivo o membrete plastificado, sujeto con grapas a las duelas, con la misma información de la placa de identificación	SI() NO()	
15.8	En los costados de los carretes se indica mediante una flecha el sentido correcto de rodamiento de estos	SI() NO()	
15.9	Cada carrete contiene una variación de $\pm 5\%$, sin que la entrega sobrepase la cantidad total solicitada por ítem	SI() NO()	
15.10	En las remisiones de entrega de material estarán identificados los carretes con su número	SI() NO()	
15.11	Protección con tapón o cinta en las puntas o extremos del cable	SI() NO()	
16	Documentos técnicos solicitados		
16.1	Certificado de conformidad de producto con norma técnica	SI() NO()	
16.2	Certificado de conformidad de producto con el RETIE	SI() NO()	
16.3	Catálogo o ficha técnica Nota: Ante cualquier diferencia entre lo especificado y lo presentado en el catálogo, primará lo especificado en este documento y aceptado en la tabla de características técnicas garantizadas.	SI() NO()	

Tabla 4. Diámetros nominales en milímetros

CALIBRE		DIÁMETROS NOMINALES CABLEADO CONCENTRICO CLASE B	DIÁMETROS NOMINALES CABLEADO CONCENTRICO COMPACTADO
AWG	mm ²	mm	mm
1/0	53.5	9.47	8.53
4/0	107	13.40	12.10

Tabla 5. Resistencia nominal en corriente directa mΩ/m a 25 °C

CALIBRE		RESISTENCIA ELÉCTRICA
AWG	mm ²	mΩ/m
1/0	53.5	0.551
4/0	107	0.274

3. ANEXOS

ANEXO I. USO CONTRACTUAL DE LA ESPECIFICACIÓN

Como parte de los procesos de compra y suministro de estos bienes es indispensable que, para cada característica técnica exigida, el oferente o contratista diligencie de manera completa, clara y concisa los campos “VALOR GARANTIZADO” y “DOCUMENTO Y PÁGINA”, garantizando el cumplimiento de los valores exigidos. Cuando aparezca “indicar” es preciso que suministren la información solicitada. Si el requisito no es aplicable a los bienes, deberán indicar NA (No Aplica) y sustentar su respuesta. Las aclaraciones se tomarán como parte integral de los valores garantizados.

Las CTG diligenciadas serán analizadas en el momento de evaluar la oferta y será potestad de EPM solicitar aclaraciones para evaluar el cumplimiento técnico.

EL OFERENTE podrá soportar la información consignada en los formularios con información técnica adicional tal como: manuales, catálogos, fichas o especificaciones. En todos los casos, la información suministrada en los formularios de características técnicas garantizadas prevalecerá sobre la información técnica adicional aportada.

Los documentos técnicos solicitados con la oferta deben ser entregados en su totalidad de forma concreta y legible, los cuales harán parte integral de la evaluación del cumplimiento técnico. Los documentos técnicos solicitados con la oferta y con la entrega del producto deben ser en idioma español o inglés. En caso de ser en otro idioma debe presentar traducción oficial a español o a inglés.

ANEXO II. ENSAYOS

La conformidad de producto podrá verificarse mediante protocolos de pruebas tipo, certificados de producto con norma o reglamentos técnicos, si aplica, y pruebas de rutina e inspección en fábrica o laboratorios.

El interventor, administrador o gestor técnico del contrato podrá solicitar al fabricante los ensayos que considere necesarios para validar el cumplimiento de las especificaciones técnicas, de acuerdo con las normas de fabricación y ensayo.

Las pruebas destinadas a garantizar la conformidad del producto serán efectuadas en los laboratorios de EPM o Grupo EPM, en los del fabricante o de tercera parte, acreditado o que permita correcta trazabilidad, seleccionados de común acuerdo entre las partes, y su costo estará a cargo del fabricante.

Todos los instrumentos, equipos o sistemas de medición deberán estar calibrados de tal manera que se garantice la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, respaldándose en certificados o informes de calibración que incluyan la fecha, incertidumbre de medida y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados. Igualmente, deberá contar con métodos de ensayo claramente definidos y aplicados.

ANEXO III. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Los criterios de aceptación y el tipo de muestreo aplicados a las modalidades de aceptación técnica de los bienes por inspección y ensayos en fábrica, ensayos de laboratorio o inspección en sitio de entrega se deben realizar de acuerdo con lo indicado en la norma NTC-ISO 2859-1.

Se procederá a la extracción de la muestra aleatoriamente, de tal manera que se asegure la representatividad del lote de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla:

**Plan de muestreo simple para inspección reducida en pruebas de recepción
(Nivel de Inspección general I, NCA= 4%)**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
2 a 90	2	0
91 a 150	3	1
151 a 280	5	1
281 a 500	8	1
501 a 1200	13	2
1201 a 3200	20	3
3201 a 10000	32	5
10001 a 35000	50	6
35001 a 150000	80	8
150001 a 500000	125	10
500001 o más	200	10

Se considera que el lote cumple con los requisitos, cuando al inspeccionar o ensayar todos los elementos de la muestra contra lo establecido, se encuentra el número de elementos defectuosos permitidos o menos.

Los elementos evaluados con resultado no conforme no podrán formar parte de la entrega.

En caso de ser requerido y, de común acuerdo entre las partes, por las exigencias propias de la norma técnica del producto, por razones de orden económico, por la naturaleza de los ensayos o por las exigencias del proceso, podrán realizarse cambios sobre el plan de muestreo establecido.

ANEXO IV. FIGURAS

Figura 1. Dirección de paso de cableado

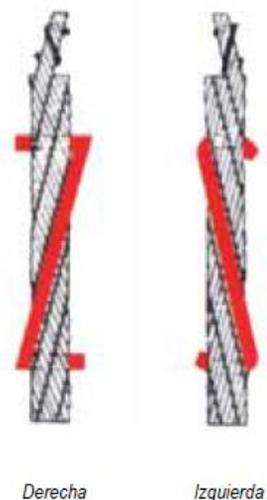


Figura 2. Esquema de cable de media tensión monopolar



El cable multiplex se compone de uno, dos o tres cables monopolares de media tensión trenzados sobre un cable mensajero

Dónde:

1. Conductor de aluminio.
2. Pantalla semiconductora sobre el conductor.
3. Aislamiento en polietileno reticulado XLPE TR.
4. Pantalla semiconductora sobre el aislamiento.
5. Cinta bloqueadora de humedad
6. Pantalla en hilos de cobre.
7. Chaqueta en LLDPE o HDPE

Figura 3. Esquema de cable cuádruplex aislado



Dónde:

1. Cable monopolar aislado
2. Cable Neutro-Mensajero

Grupo **epm**[®]