

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLE MULTIPLEX

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES MÚLTIPLEX</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 1 de 17

**CONTROL DE CAMBIOS**

Fecha			Elaboró y Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA				DD	MM	AA
29	12	2016	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	ELABORACIÓN	29	12	2016
01	01	2018	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE DE FORMA	01	01	2018
10	04	2018	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE PLACA	10	04	2018



<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 2 de 17

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	5
2.	ALCANCE .....	5
3.	NORMAS .....	6
4.	CARACTERÍSTICAS .....	6
4.1	Condiciones de operación .....	7
4.2	Cableado .....	7
4.3	Material .....	8
4.3.1	Conductores de fase .....	8
4.3.1.1	Diámetro del conductor, cableado, resistencia DC .....	8
4.3.2	Conductor neutro portante .....	9
4.4	Aislamiento .....	10
4.4.1	Chaqueta exterior .....	11
4.5	Marcación del conductor .....	11
4.5.1	Identificación de fases y marcación .....	12
5.	ENSAYOS .....	12
5.1	Ensayos de Recepción .....	13
6.	EMPAQUE .....	14
7.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	15
8.	DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS .....	16
9.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS .....	16

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 3 de 17

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación de conductores MULTIPLEX para adquisición por grupo EPM .....	5
Tabla 2: Normas aplicables .....	6
Tabla 3: Condiciones de temperatura cables múltiple ° C.....	7
Tabla 4: Características conductor de aluminio 1350 aislado XLPE.....	9
Tabla 5: Características eléctricas y mecánicas del conductor del neutro AAAC .....	9



<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 4 de 17

## 1. OBJETO

Especificar cables multiplex de aluminio 1350 H19 (extra duro) aislados con XLPE para las fases, con neutro portante en AAC, AAAC o ACSR a ser empleados en redes de distribución secundaria de las empresas del Grupo EPM.

## 2. ALCANCE

Esta especificación se aplica a los materiales, construcciones y ensayo de ensambles de conductores de fase que transportan corriente eléctrica, con aislamiento dieléctrico extruido y neutro desnudo o aislado según el caso, utilizado en las redes secundarias.

Esta especificación aplica a los siguientes conductores:

**Tabla 1: Relación de conductores MULTIPLEX para adquisición por grupo EPM**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
200496	CABLE AAC 1X4 AWG + AAAC 48.69 KCMIL DUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200497	CABLE AAC 1X2 AWG + AAAC 77.4 KCMIL DUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200498	CABLE AAC 2X4 AWG + AAAC 48.69 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200499	CABLE AAC 2X2 AWG + AAAC 77.4 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200500	CABLE AAC 2X1/0 AWG + AAAC 123.3 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200501	CABLE AAC 2X2/0 AWG + AAAC 155.4 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200502	CABLE AAC 2X4/0 AWG + AAAC 246.9 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200515	CABLE AAC 2X4 AWG + AAAC 48.69 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200516	CABLE AAC 2X2 AWG + AAAC 77.4 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200517	CABLE AAC 2X1/0 AWG + AAAC 123.3 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200518	CABLE AAC 2X2/0 AWG + AAAC 155.4 KCMIL TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200503	CABLE AAC 3X2 AWG + AAAC 77.4 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200504	CABLE AAC 3X1/0 AWG + AAAC 123.3 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200505	CABLE AAC 3X2/0 AWG + AAAC 155.4 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200506	CABLE AAC 3X4/0 AWG + AAAC 246.9 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
200507	CABLE AAC 3X2 AWG + AAAC 77.4 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200508	CABLE AAC 3X1/0 AWG + AAAC 123.3 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200509	CABLE AAC 3X2/0 AWG + AAAC 155.4 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
200510	CABLE AAC 3X4/0 AWG + AAAC 246.9 KCMIL CUADRUPLIX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
213719	CABLE AAC 1X6 AWG + ACSR 6 AWG DUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213720	CABLE AAC 2X2 AWG + AAC 2 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
	CABLE AAC 2X2 AWG + AAC 4 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213721	CABLE AAC 2X4 AWG + AAC 4 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213404	CABLE AAC 2X6 AWG + AAC 6 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213407	CABLE AAC 2X1/0 AWG + AAC 1/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
	CABLE AAC 2x4/0 AWG + AAC 2/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213410	CABLE AAC 2X1/0 AWG + ACSR 1/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213413	CABLE AAC 2X4/0 AWG + ACSR 4/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
	CABLE AAC 2X4/0 AWG + ACSR 2/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213419	CABLE AAC 1X6 AWG + ACSR 6 AWG DUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO AISLADO
213422	CABLE AAC 2X6 AWG + ACSR 6 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO AISLADO
213832	CABLE AAC 2X1/0 AWG + ACSR 1/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO AISLADO
213833	CABLE AAC 2X2/0 AWG + ACSR 2/0 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO AISLADO
213834	CABLE AAC 2X4 AWG + ACSR 1X4 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO AISLADO CON CHAQUETA
213485	CABLE AAC 2X1/0 AWG + ACSR 1X2 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO AISLADO CON CHAQUETA

<b>ENERGÍA</b>		<b>CONDUCTORES</b>		<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
		CABLES MÚLTIPLEX		ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
				APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS				ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
					PÁGINA: 5 de 17

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
213486	CABLE AAC 2X4 AWG + ACSR 1x4 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
213487	CABLE AAC 2X1/0 AWG + ACSR 1X2 AWG TRIPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO CON CHAQUETA
213488	CABLE AAC 3X4 AWG + AAC 4AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213489	CABLE AAC 3X2 AWG + AAC 2 AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213490	CABLE AAC 3X1/0 AWG + AAC 1/0 AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213491	CABLE AAC 3X1/0 AWG + ACSR 1/0 AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO
213492	CABLE AAC 3X4/0 AWG + ACSR 2/0 AWG CUADRUPLEX AISLADO XLPE 600V 90°C NEUTRO DESNUDO

### 3. NORMAS

Los materiales y equipos se deben suministrar de conformidad con las normas establecidas en la presente especificación.

De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre y cuando se ajusten a lo solicitado en la presente especificación técnica, siendo potestativo de las empresas del Grupo EPM aceptar o rechazar la norma que el oferente pone a su consideración.

Las normas citadas o cualquier otra que llegase a ser aceptada por el Grupo EPM son referidas a su última versión.

En caso de discrepancia entre las normas y esta especificación, prevalecerá lo aquí establecido.

Para efectos de esta especificación aplican las siguientes normas:

**Tabla 2: Normas aplicables**

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 5346 (S-76-474)	Ensamblados de cable de potencia soportados con neutro, con aislamiento extruido resistente a la intemperie, para 600 V.
NTC 360	Alambres de aluminio 1350 H-19 de sección circular para usos eléctricos. (ASTM B 230/B 230M).
NTC 308	Conductores de aluminio cableado Clases A, B, C ó D (ASTM B231).
NTC 309	Conductores de aluminio cableado concéntrico con núcleo de acero recubierto (ACSR) (ASTM B232).
NTC 1743	Alambrón de aluminio 1350 grado eléctrico (ASTM B233).
NTC 2729	Alambre de aleación de aluminio 6201-T81 para propósitos eléctricos (ASTM B398).
NTC 4334	Conductores de aluminio 1350 redondos cableado compacto (ASTM B400).
NTC 1760	Aluminio 1350 grado eléctrico, suave y temple intermedios (ASTM B609).
NTC 3277	Cables y alambres con aislamiento termofijo

### 4. CARACTERÍSTICAS

Los conductores de fase deben estar formados por grupos de alambres de aluminio y deben cumplir con las características técnicas de fabricación especificadas en las normas NTC 308 (ASTM B-231).

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES MÚLTIPLEX</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 6 de 17

El cable neutro será en aluminio AAC, AAAC o ACSR de acuerdo con los ítems de esta especificación y debe cumplir las características indicadas en la norma NTC 5346 (S-76-474).

#### 4.1 Condiciones de operación

El diseño y la construcción del cable deben ser tales que opere satisfactoriamente bajo las condiciones normales de temperaturas máximas del conductor múltiplex de red aérea según la tabla siguiente:

**Tabla 3: Condiciones de temperatura cables múltiplex ° C**

Tipo de aislamiento	Servicio normal	Sobrecarga de emergencia	Cortocircuito
Polietileno reticulado	90	130	250

La temperatura de "operación de servicio normal" de 90 °C es la mayor temperatura permisible que alcanza el tramo más caliente de una línea durante los ciclos de carga de operación diaria.

Se debe usar en los cálculos de capacidad en amperios en donde se posee información adecuada acerca de las características térmicas del entorno del cable para asegurar que no se exceda la temperatura de servicio normal.

La temperatura de "operación de sobrecarga de emergencia" de 130°C es la mayor temperatura permisible que alcanza el tramo más caliente de una línea durante una emergencia. La operación de esa temperatura de sobrecarga no debe exceder 100 h en 12 meses consecutivos ó 500 h durante el tiempo de vida del cable.

La temperatura de "operación en cortocircuito" de 250°C es la mayor temperatura permisible que alcanza un conductor de fase a lo largo de cualquier parte de la línea durante un cortocircuito de una magnitud y número de ciclo especificados. Véase la última edición de la norma ICEA P-32-382.

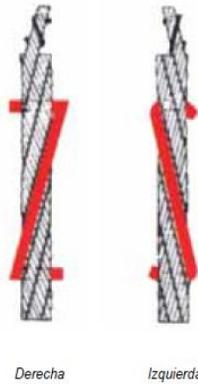
La "tensión nominal" para el propósito de esta norma es 600 V entre fases.

#### 4.2 Cableado

La dirección del paso de cableado para conductores con área transversal nominal mayor al No. 8 AWG debe ser alternada en las capas sucesivas.

A continuación, la gráfica que permite aclarar lo anterior:

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 7 de 17



La torsión se refiere por definición a los hilos externos respecto al cordón (en el cordón espiroidal) y del cordón respecto al cable.

Z= arrollamiento derecho.  
S= arrollamiento izquierdo.

El cableado deberá ser lo suficientemente cerrado para asegurar que no exista apreciable reducción de diámetro cuando está sometido al 10% de la resistencia mínima a la rotura.

Todos los alambres permanecerán naturalmente en su posición en el cable terminado y, cuando la línea se corta, los extremos se mantendrán en la posición o serán corregidos fácilmente por la mano y permanecerán en ella. Esto se puede lograr por cualquier medio o procedimiento, tales como preformación o post-formación.

### 4.3 Material

La materia prima utilizada en el alambroón de aluminio debe tener una pureza del 99.5% y debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 1743 (ASTM B 233).

#### 4.3.1 Conductores de fase

El material conductor debe ser de aluminio 1350-H19, clase de cableado B, concéntrico o comprimido, con una conductividad mínima del 61%IACS, según la norma NTC 308 y presentar una calidad y pureza determinadas, de tal forma que el producto ofrecido cumpla las propiedades y características establecidas en esta especificación.

Los conductores estarán formados por alambres dispuestos en capas, cableados concéntricamente y deben cumplir con las características técnicas de fabricación especificadas en la norma NTC 308 (ASTM B 231).

##### 4.3.1.1 Diámetro del conductor, cableado, resistencia DC

Una o más capas de cualquier conductor cableado formado por 7 o más alambres pueden

ENERGÍA	CONDUCTORES	ET-TD-ME01-06	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
PÁGINA: 8 de 17			

comprimirse, reduciendo el diámetro externo del conductor a los valores nominales indicados en la norma NTC 308, siempre y cuando el área de la sección transversal después de comprimido, esté de acuerdo con lo allí citado.

Antes del cableado, el alambre de aluminio debe cumplir con los requisitos de la NTC 360 (ASTM B230/230M) o NTC 1760 (ASTM B-609/B-609M), que sea aplicable. Todos los alambres en el conductor deben tener el mismo temple.

Las áreas de la sección transversal, cantidad y diámetro de los alambres en las diferentes clases de conductores de cableado concéntrico, deben cumplir los requisitos establecidos en la norma NTC 308.

Se tienen los siguientes requisitos de construcción para los dos tipos de conductores relacionados en esta especificación:

**Tabla 4: Características conductor de aluminio 1350 aislado XLPE**

Calibre del conductor		Cableado		Diámetro del alambre		Diámetro conductor para cableado concéntrico clase B		Diámetro conductor para cableado clase B comprimido, paso único		Resistencia DC a 20 °C
		Clase B				pulgadas	mm	pulgadas	mm	
Cmils	AWG	Número de alambres		mils	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	Ω/km
211600	0000	19		105.50	2.68	0.512	13.00	0.498	12.65	0.269
167800	000	19		94.00	2.39	0.456	11.58	0.443	11.25	0.338
133100	00	19		83.70	2.13	0.405	10.29	0.395	10.03	0.427
105600	0	19		74.50	1.89	0.362	9.19	0.352	8.94	0.538
66360	2	7		97.40	2.47	0.283	7.19	N.A.	N.A.	0.856
41740	4	7		77.20	1.96	0.225	5.72	N.A.	N.A.	1.360
26240	6	7		61.2	1.55	0.178	4.66	N.A.	N.A.	2.17

#### 4.3.2 Conductor neutro portante

El neutro será desnudo o aislado, según el caso, y construido en aluminio AAC, AAAC o ACSR. Su cableado será tipo AA y la capa exterior con giro derecho.

No se admite uso de neutro reducido en el grupo EPM para este tipo de conductores múltiplex.

Los calibres 48,7 kcmil a 246,9 kcmil inclusive tendrán construcción en 7 hilos.

La siguiente tabla indica las características mecánicas y eléctricas del conductor tomados de la NTC 2730:

**Tabla 5: Características eléctricas y mecánicas del conductor del neutro AAAC**

Calibre del conductor		Cableado		Diámetro del alambre		Masa	Resistencia DC a 20 °C	Resistencia Mecánica
		Clase B						
Cmils	AWG Equivalente	Número de alambres		Pulg	mm	kg/km	Ω/km	kN
246900	0000	7		0.1878	4.77	343.2	0.2678	37.8
155400	00	7		0.1490	3.78	215.6	0.4264	23.8
123300	0	7		0.1327	3.37	171.3	0.5365	18.9
77470	2	7		0.1052	2.67	107.5	0.8547	12.4

<b>ENERGÍA</b>		<b>CONDUCTORES</b>				<b>ET-TD-ME01-06</b>		REV. <b>2</b>
		<b>CABLES MÚLTIPLEX</b>				ELABORÓ: UNIDAD CET N&L		REVISÓ: UNIDAD CET N&L
						APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L		FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS						ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 9 de 17

Calibre del conductor		Cableado Clase B	Diámetro del alambre		Masa	Resistencia DC a 20 °C	Resistencia Mecánica
Cmils	AWG Equivalente	Número de alambres	Pulg	mm	kg/km	Ω/km	kN
48690	4	7	0.0834	2.12	67.8	1.356	7.83

**Tabla 6: Características eléctricas y mecánicas del conductor del neutro AAC**

Calibre del conductor		Cableado Clase B	Diámetro del alambre		Masa	Resistencia DC a 20 °C	Resistencia Mecánica
Cmils	AWG	Número de alambres	Pulg	mm	kg/km	Ω/km	kN
211600	0000	7	0.1739	4.42	295.2	0.269	17
133100	00	7	0.1379	3.50	185.7	0.427	11.1
105600	0	7	0.1228	3.12	147.2	0.538	8.84
66360	2	7	0.0974	2.47	92.6	0.856	5.99
41740	4	7	0.0772	1.96	58.2	1.360	3.91
26240	6	7	0.0612	1.56	36.6	2.17	2.53

**Tabla 7: Características eléctricas y mecánicas del conductor del neutro ACSR**

Calibre del conductor		Cableado Clase B	Diámetro del alambre		Masa	Resistencia DC a 20 °C	Resistencia Mecánica
Cmils	AWG	Número de alambres	Pulg	mm	kg/km	Ω/km	kgf
211600	0000	7	0.1739	4.42	433	0.2667	3787
133100	00	7	0.1379	3.50	272	0.4242	2404
105600	0	7	0.1228	3.12	216	0.534	1987
66360	2	7	0.0974	2.47	136	0.8499	1293
41740	4	7	0.0772	1.96	85.5	1.353	844
26240	6	7	0.0612	1.56	53.7	2.152	540

#### 4.4 Aislamiento

El conductor debe aislarse con polietileno reticulado XLPE FR SR para 90°C, de color negro acorde con lo establecido en la norma NTC 5346, con la finalidad de garantizar la resistencia a la llama y los rayos UV.

El aislamiento debe consistir en una sola capa de polietileno extruido o material reticulado. Los requisitos de la norma ASTM D 1248 son aplicables a materiales de polietileno antes de la extrusión.

El aislamiento debe estar en capacidad de cumplir los requisitos especificados en la norma NTC 5346 y serán:

**Tabla 8: Espesor mínimo de aislamiento según calibre conductores múltiplex**

Calibre del conductor AWG o kcmil	Espesor mínimo mm (mils)	Espesor nominal* mm (mils)
8 – 2	1,0 (41)	1,14 (45)
1 – 4/0	1,4 (54)	1,52 (60)

El aislamiento debe contener negro de humo y minerales de acuerdo a lo establecido en la norma NTC 1099-1.

La capa de material aislante XLPE aplicada sobre el conductor de fase debe ser continua,

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 10 de 17

uniforme y homogénea a lo largo de todo el conductor y exenta de materiales contaminantes y de porosidad visible. El aislamiento debe ser fácilmente removible y no adherente al conductor.

El espesor mínimo del aislamiento en un punto no debe exceder del 10% del valor nominal especificado, conforme a la tabla contenida en el presente capítulo.

El espesor del aislamiento debe ser medido conforme a la norma ASTM, ANSI/ICEA, IEC, o NTC respectiva referente a la verificación dimensional de hilos y cables eléctricos.

#### 4.4.1 Chaqueta exterior

Como opción cuando expresamente se solicite, el conductor múltiple llevará una chaqueta exterior en polietileno reticulado XLPE con idénticas características que el aislamiento para las fases y con un espesor mínimo de 2 mm, sobre el cual se hará la marcación total, como remplazo a la marcación para identificación del conductor que se aplica normalmente en la fase A.

#### 4.5 Marcación del conductor

El aislamiento de un conductor de fase, de los cables multiplex, debe marcarse con una separación mínima de un (1) metro entre inicios de leyendas, en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento que comprometa la rigidez dieléctrica establecida y además deberá llevar sobre el bajo relieve color blanco o amarillo. Y si es posible, en alto relieve.

La información deberá tener buena calidad en la definición de letras, legible en forma permanente.

Los cables deben tener un rotulo que debe contener como mínimo la siguiente información:

- Razón social o marca registrada del productor.
- Número de conductores más calibre del conductor en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.
- Material del conductor de la fase y neutro.
- Tensión nominal.
- Tipo de aislamiento.
- Temperatura máxima de operación.
- La leyenda "Grupo EPM".
- Marcación secuencial metro a metro.

Un ejemplo de la marcación completa es:

FABRICANTE TRIPLEX 2X2 AWG AAC + 77.4 KCMIL AAAC - XLPE 600 V 90°C GRUPO EPM-XXXX-XXX-AÑO 500 m

La marcación secuencial para la medida metro a metro podrá ser igualmente en alto o bajo

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 11 de 17

relieve o en impresión con tinta en color blanco.

#### 4.5.1 Identificación de fases y marcación

Los conductores de fase de los cables múltiplex deben ser identificados de forma permanente por intermedio de trazas en alto relieve a lo largo de todo el conductor de la manera siguiente:

CABLE DÚPLEX:	Fase:	Sin traza
CABLE TRÍPLEX:	Fase A:	Sin trazas
	Fase B:	Una Traza
CABLE CUÁDRUPLEX:	Fase A:	Sin trazas
	Fase B:	Una Traza
	Fase C:	Dos trazas

### 5. ENSAYOS

Las pruebas especificadas en el presente documento, serán efectuadas en laboratorios propios del fabricante o de terceros, seleccionados de común acuerdo entre las partes, y todos los instrumentos, equipos o sistemas de medición deben ser calibrados de tal manera que se garantice la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales e incluyan información sobre las medidas realizadas y las incertidumbres asociadas.

Se debe asegurar la trazabilidad de los instrumentos en el sistema de confirmación metrológica, respaldándose en los certificados o informes de calibración para el equipo, que incluya y valide la fuente, fecha, incertidumbre y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados.

La conformidad de producto se verificará mediante protocolos de pruebas tipo, certificados de producto con norma y RETIE, si aplica, y pruebas de rutina e inspección en laboratorios con equipos calibrados que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos. Los protocolos de los ensayos tipo serán solicitados en caso de ser necesario.

Las pruebas de rutina y recepción están destinadas a eliminar los elementos que presenten defectos de fabricación.

En caso de ser requerido y de común acuerdo entre las partes, 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 en la presente especificación, "CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO" (tipo de muestreo, nivel aceptable de calidad, nivel de inspección y tipo de inspección), de acuerdo con lo establecido en la norma NTC-ISO 2859-1 o normas particulares del producto.

El fabricante o en su defecto el comercializador debe indicar en su oferta en cuál laboratorio se harán las pruebas de recepción.

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 12 de 17

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.

## 5.1 Ensayos de Recepción

Los siguientes ensayos aplican como de rutina para la recepción del producto:

- Medida del diámetro del cable y de los alambres que lo conforman.
- Medición del espesor del aislamiento de las fases.
- Medición del paso del conductor de fase y del conductor completo.
- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Resistencia de aislamiento.
- Cedencia gradual de calor (hot creep).
- Deformación remanente (set).
- Los ensayos de elongación se pueden realizar únicamente para propósitos de información y no se asignarán valores mínimos.
- Ensayos de resistencia a la tracción del conductor portante.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Medición de marcación secuencial sobre aislamiento:

Se efectuará la medida de calibración de la máquina de repaso con el empleo de guaya de calibración. El fabricante deberá calibrar su máquina preferiblemente con un error aproximado del +0.2% como se relaciona en la siguiente tabla:

Medida máquina	Real mediante guaya de calibración
49.9	50

Este valor será la referencia para obtención de los valores finales corregidos.

Se hará revisión de la marcación secuencial en las bobinas seleccionadas de la muestra inicial, haciéndose medición para paradas de máquina a 50, 100, 250 m y para el final de cada bobina de 500 m y se reportarán en la tabla siguiente, en la cual se ha corregido la lectura de máquina con el error anteriormente calculado (como ejemplo):

CABLE ____ AWG - BOBINA NO. ____						
Lectura Máquina	Lectura Corregida en Máquina	Secuencial	Adicional	Tramo	Diferencia	Error
0	0					
50	50.10					
100	100.20					
250	250.50					
FINAL	FINAL CORREGIDO					

No se admitirán bobinas con error en su marcación superior a  $\pm 0.3\%$ .

Los valores de estas características deberán cumplir con lo declarado por el fabricante en el cuadro de características técnicas garantizadas.

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 13 de 17

## 6. EMPAQUE

El cable se debe entregar en carretes de 500 m.

El cable se despachará en carretes de madera de sajo, pino o eucalipto, adecuadamente protegido con duelas que deben ser de madera del mismo material, de mínimo 15 mm de espesor, de tal manera que durante el transporte y almacenamiento no sufra daños el material por humedad, contacto o golpes y no se deterioren por almacenamiento a la intemperie. El carrete debe tener la resistencia adecuada y estar exento de defectos que puedan dañar el cable.

Los carretes deberán cumplir con lo estipulado en la norma NTC-3787 y NEMA WC-26.

Los planos de dimensiones y detalles de los carretes deben ser presentados con la oferta y posteriormente, para la aprobación por parte de la Empresa, al inicio del contrato.

La madera deberá ser nueva, de calidad reconocida y debe ser sometida a un tratamiento de preservación para evitar el ataque de hongos, parásitos y demás agentes naturales y climáticos; además, debe provenir de plantaciones forestales o bosques cultivados para fines comerciales o industriales.

Los carretes deben tener una estructura fuerte y resistente para que puedan soportar sin deteriorarse el manejo durante el transporte, cargue y descargue y todas las demás operaciones de tendido y montaje de los conductores.

El orificio para el manejo de los carretes debe ser circular, centrado en su eje, con un diámetro mínimo de 75 mm, provisto de flanche metálico en cada cara del carrete cuando su peso bruto sea igual o mayor a 400 kg.

El cable debe embobinarse por capas uniformes y la última capa debe protegerse con un recubrimiento de material impermeable.

Los dos extremos del cable deben asegurarse firmemente a los carretes, y deben sellarse completamente por medio de una caperuza o material aislante, con el fin de prevenir la penetración de humedad en los cables. La punta interior del cable no debe aflorar en las caras del carrete, por lo que debe suministrarse con hélica.

Los carretes tendrán una protección exterior construida con listones de madera (duelas), fijadas sobre el borde de las alas del carrete y asegurada con cinta o fleje de acero o plástica (zunchados).

Los carretes deben ser numerados consecutivamente y este número debe marcarse en forma indeleble en su placa de identificación. No se admite marcación diferente.

Los carretes deben tener una placa de identificación en cada uno de los costados, con la

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 14 de 17

siguiente información:

- 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)
- Tramo empacado METRO XXXXX A METRO XXXXX
- Suborden de compra OW
- Fecha de fabricación

Se acepta placa metálica con marcación en bajo relieve o con marcación en láser o placa fabricada en material plástico con alta resistencia a la rotura y marcación indeleble (sujeta a revisión y aceptación del interventor).

Adicionalmente se sujetará a las duelas un adhesivo o membrete plastificado sujeto con grapas, con la misma información.

En los costados de los carretes se debe indicar mediante una flecha el sentido correcto de rodamiento de los mismos (para desenrolle del cable).

Cada carrete podrá contener una variación de  $\pm 5\%$ , sin que la entrega sobrepase la cantidad total solicitada por ítem.

En las remisiones de entrega de material deberán identificarse los carretes con su número.

## 7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación y el tipo de muestreo para todos los diferentes ensayos serán de acuerdo con lo indicado en la norma NTC-ISO 2859-1, y será potestad del interventor o administrador técnico aplicar o modificar el plan de muestreo señalado en este numeral.

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

**Tabla 9: Plan muestreo para ensayos de recepción  
(Nivel de Inspección I, NCA= 4%)**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
2 a 15	2	0
16 a 25	3	0
26 a 90	5	0
91 a 150	8	1

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 15 de 17

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
151 a 280	13	1
281 a 500	20	2
501 a 1200	32	3
1201 a 3200	50	5
3201 a 10000	80	7
10001 y mas	125	10

Se considera que un (1) lote cumple con los requisitos dimensionales, mecánicos y eléctricos, cuando al probar todos los elementos de la muestra se encuentra el número de elementos defectuosos permitidos o menos.

En el lote rechazado el fabricante deberá ensayar cada uno de los elementos que lo componen, remitir los resultados de las pruebas a la empresa y solicitar nuevamente la inspección de los mismos.

Los elementos rechazados de los lotes aprobados y las unidades componentes de los lotes definitivamente rechazados no podrán formar parte del suministro en cumplimiento del pedido de la empresa.

## 8. DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS

Se deberá entregar la siguiente documentación:

- Certificado de conformidad de producto con norma técnica.
- Certificado de conformidad de producto con RETIE.
- Ficha técnica o catálogo.
- Garantía de inmunización de los carretes de madera

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.

## 9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

Las tablas contienen la información técnica que debe cumplir el elemento basado en normas técnicas vigentes que le aplican y especificaciones particulares del Grupo EPM.

**Tabla 10: Características técnicas garantizadas para suministro de conductor multiplex de aluminio para baja tensión**

No.	EXIGIDO POR EL GRUPO EPM	GARANTIZADO POR EL FABRICANTE	FOLIO
1	Fabricante	Indicar	
2	Marca	Indicar	
3	Referencia	Indicar	

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES MÚLTIPLEX	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 16 de 17

No.	EXIGIDO POR EL GRUPO EPM	GARANTIZADO POR EL FABRICANTE	FOLIO
4	Normas de fabricación y pruebas del cable NTC 5346 o S-76-474.	SI ( ) – NO ( )	
5	<b>Características del conductor de fase</b>		
5.1	Fabricados con alambre de aluminio aleado 1350-H19	SI ( ) – NO ( )	
5.2	Clase de cableado es B comprimido o compactado	SI ( ) – NO ( ) Indicar ( )	
5.3	El diámetro y la resistencia DC del conductor de fase deben cumplir con lo indicado en el numeral 4.3.1.1 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
6	<b>Características del conductor de neutro</b>		
6.1	El conductor neutro debe estar construido en aluminio AAC, AAAC O ACSR	SI ( ) – NO ( ) – NA ( )	
6.2	Clase de cableado A o AA	SI ( ) – NO ( )	
6.3	La cantidad de hilos para todos los calibres debe ser 7	SI ( ) – NO ( )	
6.4	Las características eléctricas y mecánicas del conductor del neutro deben cumplir con lo indicado en la Tabla 5 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
7	<b>Aislamiento</b>		
7.1	El aislamiento del cable es XLPE FR SR 90 °C 600 V	SI ( ) – NO ( )	
7.2	Color de aislamiento negro	SI ( ) – NO ( )	
7.3	Resistente a los rayos UV	SI ( ) – NO ( )	
6.3	Garantiza el espesor mínimo indicado en la Tabla del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
7	<b>Chaqueta Exterior</b>		
7.4	Cuando aplique, la chaqueta exterior del cable multiplex debe cumplir con lo indicado en el numeral 4.4.1	SI ( ) – NO ( ) – NA ( )	
8	<b>Marcación</b>		
8.1	Garantiza la marcación indicada en el numeral 4.5 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
9	<b>Empaque</b>	SI ( ) – NO ( )	
9.1	Garantiza el empaque señalado en el numeral 6 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
10	<b>Documentos Técnicos</b>		
10.1	Presenta los documentos solicitados en el numeral 8 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	

<b>ENERGÍA</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>ET-TD-ME01-06</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES MÚLTIPLEX</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/18
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 17 de 17