

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA CABLE DE FUERZA EN COBRE

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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
01	01	2016	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	ELABORACIÓN	01	01	2017
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
20	09	2019	UNIDAD CET N&L	JEFE UNIDAD CET N&L	AJUSTE DE CÓDIGOS	20	04	2019



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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.....	7
4.1	Material .....	7
4.2	Cableado.....	7
4.3	Diámetros de alambres y del conductor completo, áreas.....	8
4.4	Paso.....	9
4.5	Identificación por colores de los conductores.....	9
4.6	Resistencia DC.....	10
4.7	Aislamiento.....	10
4.8	Resistencia de aislamiento.....	11
4.9	Chaqueta.....	11
4.10	Marcación sobre la chaqueta .....	12
5.	ENSAYOS .....	12
5.1	Ensayos de recepción .....	13
5.2	Ensayos de rutina.....	13
6.	EMPAQUE .....	14
7.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	16
8.	DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS .....	16
9.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS.....	17

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

<b>Tabla No. 1 - Listado de materiales homologados.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla No. 2 - Listado de normas aplicables .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla No. 3 – Diámetro del conductor clase B y área transversal.....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla No. 4 – Diámetro del alambre .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla No. 5 – Paso de cableado del multiconductor .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla No. 6 – Colores de identificación conductores para sistema trifásico .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla No. 7 – Colores de identificación conductores para sistema monofásico .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla No. 8 – Resistencia DC a 25°C.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla No. 9 – Espesor promedio mínimo de aislamiento .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla No. 10 – Resistencia mínima de aislamiento a 15 °C.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla No. 11 – Espesor de la chaqueta.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla No. 12 – Plan de muestreo para pruebas de recepción .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla No. 13- Características técnicas garantizadas del .....</b>	<b>17</b>



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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 los cables de cobre de fuerza a ser empleados en las redes de distribución de energía de baja tensión del GRUPO EPM.

## 2. ALCANCE

Establecer las características técnicas, pruebas y empaque correspondientes a los cables de cobre de fuerza utilizados en las redes de baja tensión en el sistema de distribución de energía de las empresas del Grupo EPM.

Los conductores a ser especificados serán los siguientes:

**Tabla No. 1 - Listado de materiales homologados**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
213686	CABLE COBRE 3X14 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
214593	CABLE COBRE 4X14 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200374	CABLE COBRE 2X12 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
213687	CABLE COBRE 3X12 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200375	CABLE COBRE 4X12 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
231425	CABLE COBRE 3X12 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
226272	CABLE COBRE 4X12 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
200376	CABLE COBRE 2X10 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200377	CABLE COBRE 4X10 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
231426	CABLE COBRE 3X10 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
231427	CABLE COBRE 4X10 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
200378	CABLE COBRE 2X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200379	CABLE COBRE 3X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200380	CABLE COBRE 4X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
231428	CABLE COBRE 3X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
231429	CABLE COBRE 4X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
200381	CABLE COBRE 2X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200382	CABLE COBRE 3X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200383	CABLE COBRE 4X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
231430	CABLE COBRE 3X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
231431	CABLE COBRE 4X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
214592	CABLE COBRE 2X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200384	CABLE COBRE 3X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200385	CABLE COBRE 4X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
231432	CABLE COBRE 4X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
200386	CABLE COBRE 2X2 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
214443	CABLE COBRE 3X2 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200387	CABLE COBRE 4X2 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

231433	CABLE COBRE 4X2 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE HF LS 600V 90°C
220785	CABLE COBRE 3X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C ALUMBRADO PÚBLICO
220786	CABLE COBRE 3X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C ALUMBRADO PÚBLICO
231434	CABLE COBRE 3X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C ALUMBRADO PÚBLICO
231435	CABLE COBRE 3X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C ALUMBRADO PÚBLICO PARA ENTERRAR
231436	CABLE COBRE 3X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C ALUMBRADO PÚBLICO PARA ENTERRAR
231437	CABLE COBRE 3X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C ALUMBRADO PÚBLICO PARA ENTERRAR
200409	CABLE COBRE 3X4 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C PARA ENTERRAR
200408	CABLE COBRE 3X6 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C PARA ENTERRAR
200407	CABLE COBRE 3X8 AWG FUERZA AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C PARA ENTERRAR

### 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 No. 2 - Listado de normas aplicables**

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 1099-1 (ANSI NEMA WC70/ICEA S-95-658)	Cables de potencia de 2000 V o menos para distribución de energía eléctrica.
NTC 3203 (UL 1581)	Norma de referencia para alambres, cables y cordones flexibles eléctricos.
NTC 3277 (UL 44)	Cables y alambres con aislamiento termofijo.
NTC 307 (ASTM B8)	Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico.
NTC 359 (ASTM B3)	Alambre de cobre blando o recocado.
NTC 1781 (ASTM B33)	Alambre de cobre blando o recocado estañado para usos eléctricos.
NTC 1818 (ASTM B49)	Alambrón de cobre laminado en caliente para usos eléctricos.
NTC 2187 (ASTM B496)	Conductores de cobre redondos cableado concéntrico compactados.
NTC 3787	Carretes de Madera para Cables
ASTM B 784	Standard Specification for Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors for Use in Insulated Electrical Cables
ASTM B 785	Standard Specification for Compact Round Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors For Use in Insulated Electrical Cables (Withdrawn 1998)
ASTM B 787	Standard Specification for 19 Wire Combination Unilay-Stranded Copper Conductors for Subsequent Insulation.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

NORMA	DESCRIPCIÓN
ICEA T-27-581	Standard test methods for extruded dielectric power, control, instrumentation, and portable cables for test

## 4. CARACTERÍSTICAS

### 4.1 Material

La materia prima utilizada en el alambre de cobre debe tener una pureza del 99.9% y debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 1818 (ASTM B49).

Los alambres deben ser de cobre blando, con una conductividad mínima del 100% IACS, según la norma NTC 359 (ASTM B3).

El cable de cobre aislado debe cumplir con los requisitos técnicos de las normas ICEA S95 658, UL 854 y NTC 1332 (UL 83), UL 44.

Los cables de fuerza serán aislados para 600 V, multiconductores, con aislamiento XLPE, chaqueta exterior en XLPE adecuada para ser instalados a la intemperie.

Con respecto al compuesto para el aislamiento XLPE, se prueba la flamabilidad para el aislamiento XLPE FR SR acorde con lo establecido con la norma NTC 3203, con la finalidad de garantizar la resistencia a la llama y los rayos UV.

### 4.2 Cableado

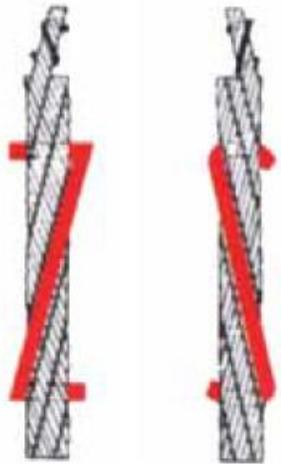
El cable de fuerza estará conformado por cables de siete hilos cableado clase B o clase B comprimido para todos los calibres especificados, bajo una chaqueta común.

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 307 (ASTM B8).

El cableado tendrá construcción con giro hacia la izquierda (sentido contrario a las agujas del reloj visto desde el observador, sentido "S"). Todos los cables deberán ser cableados con una tensión uniforme.

A continuación, la gráfica que permite aclarar lo anterior:

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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



Derecha

Izquierda

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 área de sección transversal, número de hilos y diámetros de los cables deben cumplir con los requerimientos de la norma ASTM B787 tablas 1 y 2.

#### 4.3 Diámetros de alambres y del conductor completo, áreas

El área transversal y el diámetro se basan en la norma NTC 1099-1 para conductor sin comprimir y comprimido clase B:

**Tabla No. 3 – Diámetro del conductor clase B y área transversal**

Calibre [AWG – kcmil]	Diámetro nominal del cable <u>sin comprimir</u> [mm]	Diámetro nominal del cable <u>comprimido</u> [mm]	Área de la sección transversal nominal del conductor [mm <sup>2</sup> ]
12	2.32	2.26	3.31
10	2.95	2.87	5.26
8	3.71	3.58	8.37
6	4.67	4.52	13.3
4	5.89	5.72	21.1
2	7.42	7.19	33.6

El diámetro aproximado de cada hilo se basa en la norma NTC 1099-1 en su tabla G-2:

**Tabla No. 4 – Diámetro del alambre**

Calibre del conductor AWG o Kcmil	Diámetro aproximado de cada hilo Mm
--------------------------------------	--

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

12	--
10	--
8	1.23
6	1.56
4	1.96
2	2.47

#### 4.4 Paso

El paso de una capa de alambres no debe ser menor que 8 ni mayor que 16 veces el diámetro externo de esa misma capa. El paso de las capas diferentes a las dos capas externas queda a opción del fabricante, a menos que se acuerde lo contrario.

Un cable multiconductor para tres o cuatro conductores, debe tener los conductores aislados terminados cableados juntos con una longitud de paso no mayor que la indicada en la tabla siguiente:

**Tabla No. 5 – Paso de cableado del multiconductor**

Número de conductores	Longitud de paso máxima
3	35 veces el diámetro de conductor aislado terminado
4	40 veces el diámetro de conductor aislado terminado

#### 4.5 Identificación por colores de los conductores.

Los cables de fuerza serán identificados con colores en el aislamiento de los mono-conductores que conforman el cable, con color completo.

Cuando se trate de un sistema trifásico la identificación será:

**Tabla No. 6 – Colores de identificación conductores para sistema trifásico**

FASE	COLOR
Fase 1	Amarillo
Fase 2	Azul
Fase 3	Rojo
Neutro	Blanco

Para sistema monofásico:

**Tabla No. 7 – Colores de identificación conductores para sistema monofásico**

FASE	COLOR
Fase 1	Negro
Fase 2	Rojo
Neutro	Blanco

Para cables de fuerza en sistemas monofásicos trifilares o bifásicos dependientes de un sistema trifásico podrá tenerse un conductor negro y la segunda fase en color rojo, con neutro en blanco, pero también se aceptan dos fases en colores amarillo y azul o rojo.

El color será pleno para el aislamiento de los conductores que conforman el multiconductor de

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

fuerza. No se aceptará traza.

El aislamiento para el cable de fuerza de alumbrado público 3x4 AWG, 3x6 AWG y 3x8 AWG debe ser de colores negro, rojo y verde.

#### 4.6 Resistencia DC

La resistencia nominal DC a 25 °C del conductor cableado clase B estará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 1099-1:

**Tabla No. 8 – Resistencia DC a 25°C**

Calibre conductor [AWG o kcmil]	Cableado clase B [Ω/km 25°C]
12	5.44
10	3.41
8	2.14
6	1.35
4	0.846
2	0.531

La máxima resistencia eléctrica de una unidad de longitud de un conductor cableado, no debe exceder el valor nominal de resistencia DC indicado en la norma NTC 1099-1.

Cuando la resistencia DC es medida a una temperatura diferente de 25 °C, esta debe ser corregida usando los factores multiplicadores indicados en la norma NTC 1099-1.

#### 4.7 Aislamiento

El conductor debe aislarse con polietileno reticulado XLPE FR SR TC para 90°C acorde con lo establecido con la norma NTC 3203.

En casos especiales, se pedirá libre de halógenos (HF) y baja generación de humos (LS).

El aislamiento se debe aplicar directamente a la superficie del conductor o separador opcional.

El espesor mínimo no debe ser inferior al 90% de los valores dados en la tabla siguiente para los tipos de aislamiento y valores de tensión nominales aplicables para el Grupo EPM.

El espesor promedio mínimo del aislamiento debe cumplir con lo indicado en la norma NTC-3277:

**Tabla No. 9 – Espesor promedio mínimo de aislamiento**

Calibre del conductor [AWG o kcmil]	Espesor promedio mínimo del aislamiento [mm]
14-10	0.76
8-2	1.14

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

#### 4.8 Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento debe ser superior o igual a lo indicado en **Tabla No. 10** del presente documento y tomada de la norma NTC 3277:

**Tabla No. 10 – Resistencia mínima de aislamiento a 15 °C**

Calibre del conductor AWG o kcmil	Tipo XHHW-2 GΩ·m
12	680
10	560
8	650
6	540
4	450
2	370

#### 4.9 Chaqueta

Como recubrimiento exterior de los cables multiconductores se usarán chaquetas de polietileno reticulado XLPE FR SR. Poseerá una composición de negro de humo del 2%.

Se pedirá igualmente con tratamiento para uso en bandeja portacable (TC).

En casos especiales se pedirá libre de halógenos (HF) y bajo de humos (LS).

La chaqueta es de color negro.

Debe llevar cinta de poliéster.

La chaqueta, prevista para exposición directa a la luz solar, debe estar calificada para este uso.

A continuación, el espesor de chaqueta de acuerdo con la tabla 4-5 de la norma NTC 1099-1:

**Tabla No. 11 – Espesor de la chaqueta**

Diámetro calculado bajo chaqueta de cable de sección circular	Nominal	mínimo en un punto
mm	mm	mm
0 – 10.80	1.14	1.02
10.81 – 17.80	1.52	1.27
17.81 – 38.10	2.03	1.78
38.11 – 63.50	2.79	2.41
Mayor que 63.50	3.56	3.05

Para calcular el diámetro bajo la chaqueta utilizar el nominal.

En los cables de fuerza, identificados para enterrar, deberán llevar un relleno aislante de PVC con nitrilo de un espesor mínimo de 1 mm. El espesor mínimo de la chaqueta será de 2.03 mm.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

#### 4.10 Marcación sobre la chaqueta

La chaqueta del conductor debe marcarse con una separación mínima de un (1) metro entre inicios de leyendas, en bajo relieve 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 y Calibre de los conductores en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.
- Material del conductor.
- Tensión nominal.
- Tipo de aislamiento y chaqueta.
- Temperatura máxima de operación.
- La leyenda "Grupo EPM".
- Número del proceso de contratación.
- Marcación secuencial metro a metro.

#### 5. ENSAYOS

Las pruebas de recepción especificados en el presente documento, serán efectuadas en laboratorios propios del fabricante o de terceros 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 incluye y validen la fuente, fecha, incertidumbre y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados.

La conformidad de producto se verificará mediante el certificado de producto con norma y RETIE si aplica y con pruebas de rutina e inspección en laboratorios con equipos calibrados que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos.

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 el numeral 7 de 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

harán las pruebas de recepción.

Estas pruebas están destinadas a eliminar los elementos que presenten defectos de fabricación.

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.

### 5.1 Ensayos de recepción

El fabricante debe proporcionar al interventor, administrador o gestor de contrato todas las facilidades razonables para asegurarse que el material se presenta de acuerdo con esta especificación.

Todos los ensayos de recepción y la inspección se harán antes de la entrega, en el lugar de fabricación o en laboratorio de acuerdo a como se indica en el numeral 5 de esta especificación.

El interventor seleccionará los **ensayos de rutina** que considere necesarios para validar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

### 5.2 Ensayos de rutina

Los ensayos de rutina se realizarán conforme lo indicado en las normas NTC 1099-1, ANSI NEMA WC70/ICEA S-95-658, NTC 307 y NTC 3277, resaltando a continuación las siguientes pruebas:

- Medida del diámetro del cable: Deberá medirse con calibre de cuchillas en dos diámetros perpendiculares, por lo menos en tres puntos distintos de cada unidad seleccionada para este fin. Se tomará en cuenta los valores inferiores en cada punto y se hará el promedio para la verificación. La tolerancia será de  $\pm 1\%$ .
- Medida del alargamiento de los alambres que forman al conductor: Se realizará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 307.
- Medida de la resistividad volumétrica de los alambres que forman el conductor. Se aplicará la Norma ASTM B 193 en vigencia, con una probeta de 300 mm de longitud que no deberá presentar nudos, empalmes, grietas ni suciedad. Las medidas de la resistencia se harán con una precisión de  $\pm 0.15\%$ . La resistividad no resultará mayor a  $0.017241 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$  (a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ).
- Ensayo de llama para el aislamiento VW-1 (Espécimen vertical), conforme con la norma NTC 3203.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Medida del espesor de aislamiento y chaqueta.
- 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:

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

<b>Medida máquina</b>	<b>Real mediante guaya de calibración</b>
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.

## 6. EMPAQUE

El cable de fuerza en cobre 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

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 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).

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

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 el plan de muestreo señalado en este numeral.

Se procederá a 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 No. 12 – Plan de muestreo para pruebas 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
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 debe entregar la siguiente documentación con la oferta:

- Certificado de conformidad de producto con norma técnica.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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

- Certificado de conformidad de producto con RETIE.
- Catálogos o ficha técnica.
- 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 No. 13- Características técnicas garantizadas del cable de cobre de fuerza para baja tensión**

No.	Exigido por el grupo EPM	Garantizado por el fabricante	Folio
1	Fabricante	Indicar	
2	Marca	Indicar	
3	Referencia	Indicar	
4	<b>Características del conductor</b>		
4.1	El cobre es de temple suave o blando con una conductividad mínima del 100% IACS	SI ( ) – NO ( )	
4.2	El cableado es clase B o B comprimido	Indicar	
4.3	La capa externa es con orientación izquierda	SI ( ) – NO ( )	
4.4	La pureza del cobre es mínima 99.9%	SI ( ) – NO ( )	
4.5	Garantiza diámetro, geometría y área solicitados en el numeral 4.3 de esta especificación.	SI ( ) – NO ( )	
4.6	Los conductores están identificados de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.5 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
4.7	Garantiza la resistencia en DC de acuerdo al numeral 4.6 de esta especificación.	SI ( ) – NO ( )	
5	<b>Características del aislamiento</b>		
5.1	El aislamiento del cable es XLPE FR SR 90 °C	SI ( ) – NO ( )	
5.2	Cumple con lo indicado en el numeral 4.7 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
5.3	La resistencia de aislamiento cumple con lo indicado en el numeral 4.8 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
6	<b>Características de la chaqueta</b>		
6.1	La chaqueta es XLPE SR 90 °C.	SI ( ) – NO ( )	
6.2	Cumple con lo establecido en el numeral 4.9 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
7	Cumple con la marcación establecida en el numeral 4.10 de esta especificación.	SI ( ) – NO ( )	
8	Ensayos de rutina basados en las normas NTC 1099-1, ANSI NEMA WC70/ICEA S-95-658, NTC 307 y NTC 3277 y conforme lo indicado en el numeral 5 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	
9	Garantiza el empaque solicitado en el numeral 6 del presente documento.	SI ( ) – NO ( )	
10	Presenta los documentos técnicos indicados en el numeral 8 de la presente especificación.	SI ( ) – NO ( )	

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-26</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE FUERZA EN COBRE	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