

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

## CABLE DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-23	REV. <b>2</b>	
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L	
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 1 de 18

**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



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 2 de 18

## TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETO.....	5
2.	ALCANCE .....	5
3.	NORMAS.....	5
4.	CARACTERÍSTICAS.....	6
4.1	Material conductor de fase .....	6
4.2	Cableado conductor de fase .....	7
4.3	Conductor neutro.....	8
4.4	Paso.....	8
4.4.1	Conductor de fase:.....	8
4.4.2	Neutro concéntrico: .....	8
4.4.3	Trenzado de conductores de fase:.....	9
4.5	Diámetro del conductor, área y masa de las fases del cable concéntrico .....	9
4.6	Resistencia DC de las fases del cable concéntrico .....	9
4.7	Aislamiento.....	10
4.8	Resistencia de aislamiento.....	10
4.9	Relleno .....	11
4.10	Chaqueta.....	11
4.11	Juntas y empalmes .....	12
4.12	Marcación del conductor .....	12
4.12.1	Identificación de fases .....	12
4.12.2	Marcación de la Chaqueta.....	12
5.	ENSAYOS .....	13
5.1	Ensayos de Recepción.....	13
5.2	Ensayos de Rutina .....	14
6.	EMPAQUE .....	15
7.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	16
8.	DOCUMENTOS TÉCNICOS SOLICITADOS .....	17
9.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS.....	18

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 3 de 18

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 - Listado de normas aplicables .....	5
Tabla No. 2 - Diámetro del conductor y área sección transversal .....	9
Tabla No. 3 - Diámetro del hilo del conductor cableado de fase.....	9
Tabla No. 4 – Resistencia DC .....	9
Tabla No. 5 - Espesor del aislamiento .....	10
Tabla No. 6 – Resistencia mínima de aislamiento a 15 °C.....	10
Tabla No. 7 - Espesor de la chaqueta una fase y neutro .....	11
Tabla No. 8 - Espesor de la chaqueta tres fases más neutro.....	11
Tabla No. 9 - Espesor de la chaqueta dos fases más neutro cable plano o redondo.....	11
Tabla No. 10 – Plan de muestreo para pruebas de recepción .....	17
Tabla No. 11 - Características técnicas garantizadas para suministro de cable concéntrico de acometida .....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 – Esquema de conformación cable concéntrico .....	6
Figura No. 2 – Esquema del cableado .....	7



<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 4 de 18

## 1. OBJETO

Especificar cables de cobre aislado con neutro concéntrico para acometidas a ser empleados en redes de distribución de baja tensión del GRUPO EPM.

## 2. ALCANCE

Establecer características técnicas, pruebas y empaque correspondientes a los cables de cobre aislado con neutro concéntrico que se usan para construcción de acometidas en redes de baja tensión en el sistema de distribución de energía del Grupo EPM.

CÓDIGO	MATERIAL
200410	CABLE COBRE 1X8+8 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200411	CABLE COBRE 2X8+8 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200412	CABLE COBRE 3X8+8 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200413	CABLE COBRE 2X6+6 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200414	CABLE COBRE 3X6+6 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200415	CABLE COBRE 2X4+4 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C
200416	CABLE COBRE 3X4+4 AWG CONCENTRICO AISLADO XLPE/XLPE 600V 90°C

## 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. 1 - Listado de normas aplicables**

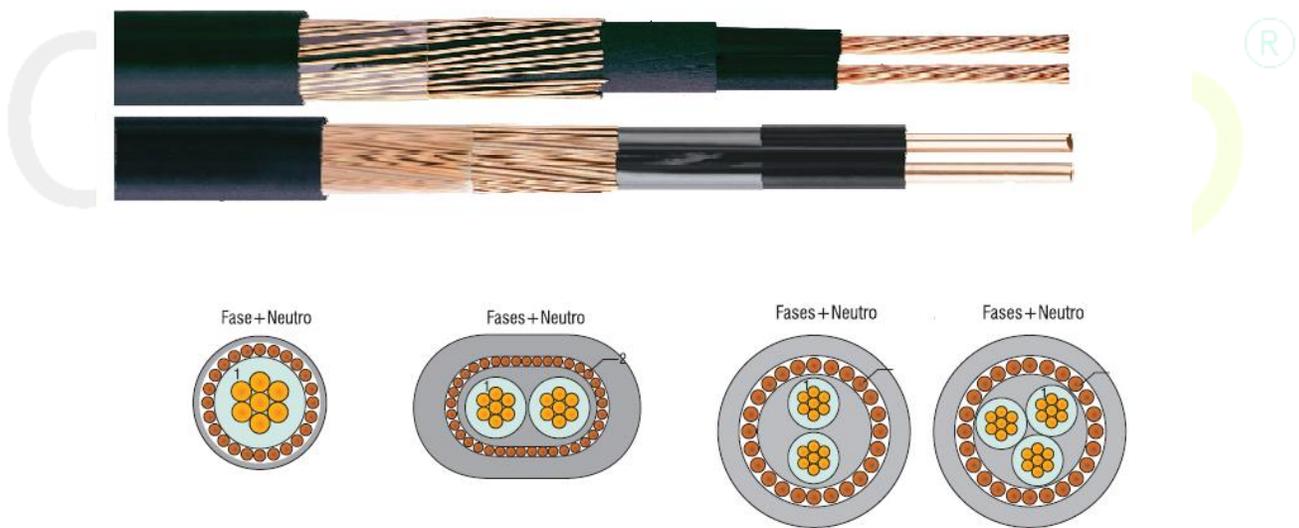
NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 4564 (UL – 854)	Cables de entrada de acometida
NTC 1099-1 (ANSI NEMA WC70/ICEA S-95-658)	Cables de potencia de 2000 V o menos para distribución de energía eléctrica.
NTC 3203 (UL 1581)	Norma de referencia para alambres, cables y cordones flexibles eléctricos.
NTC 3277 (UL 44)	Cables y alambres con aislamiento termofijo.

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-23	REV. 2
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 5 de 18

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 307 (ASTM B8)	Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico.
NTC 359 (ASTM B3)	Alambre de cobre blando o recocido.
NTC 1781 (ASTM B33)	Alambre de cobre blando o recocido 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.
ASTM-D1248	Standard Specification for Polyethylene Plastics Extrusion Materials for Wire and Cable.
UL 2556	Wire and Cable Test Methods
NEMA WC 26	Binational Wire and Cable Packaging Standard

#### 4. CARACTERÍSTICAS

La siguiente figura muestra la conformación física de los conductores concéntricos para acometidas:



**Figura No. 1 – Esquema de conformación cable concéntrico**

##### 4.1 Material conductor de fase

La materia prima utilizada en el alambrón de cobre debe tener una pureza del 99.9% y debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 1818 (ASTM B 49).

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 6 de 18

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

El cable de cobre concéntrico debe cumplir con los requisitos técnicos de las normas NTC 4564, UL 854, ICEA S95 658, NTC 3277 y UL 44.

#### 4.2 Cableado conductor de fase

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 B 8).

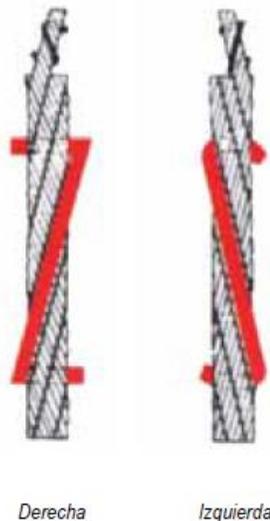
El cableado será clase B o B comprimido.

Los alambres individuales comprendidos en un conductor concéntrico dado pueden variar en el diámetro + 5% del nominal, pero el área del conductor concéntrico debe ser como mínimo el 98% del producto de la cantidad de alambres.

La dirección del paso de la capa externa debe ser izquierda y la dirección del paso en conductores que tienen un área de la sección transversal mayor a 8 AWG debe ser invertida en capas sucesivas, a menos que el comprador lo especifique de otra manera.

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:



**Figura No. 2 – Esquema del cableado**

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-23	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
		PÁGINA: 7 de 18	

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 Conductor neutro

El conductor neutro concéntrico debe estar conformado por alambres de cobre blando y se aplicará sobre el relleno. El factor de cableado o paso, no debe ser mayor que veinte (20) veces el diámetro sobre los alambres concéntricos.

El número y calibre de los alambres que conforman el conductor neutro concéntrico, debe ser tal que el área y la resistencia eléctrica equivalente sean como mínimo las correspondientes a lo indicado en esta especificación.

Los alambres que conforman el conductor neutro concéntrico serán aplicados helicoidalmente o por otro sistema de fabricación y deben ser uniformemente distribuidos a lo largo de la longitud del cable y del perímetro del relleno. Los hilos no deben presentar rotura en toda su longitud ni desplazamiento de los mismos. Se admite cableado alternado SZ.

Se tendrá cubrimiento mínimo del 80% para cable redondo de una fase y mínimo del 60% para el cable de dos o tres fases en conformación redonda o plana. Esta característica se comprobará con base en lo establecido en la norma NTC 4564.

### 4.4 Paso

#### 4.4.1 Conductor de fase:

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.

#### 4.4.2 Neutro concéntrico:

La longitud de paso de los alambres de un conductor no aislado distribuido concéntricamente de una manera uniforme y aplicada helicoidalmente, no debe ser mayor que 10 veces el diámetro sobre los alambres concéntricos en un cable redondo.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 8 de 18

#### 4.4.3 Trenzado de conductores de fase:

Para dos fases el factor de paso es máximo 30 y para tres fases deben ir trenzadas entre sí con un factor de paso máximo 35; sobre las fases se aplicará un relleno quedando de forma concéntrica.

#### 4.5 Diámetro del conductor, área y masa de las fases del cable concéntrico

Estará de acuerdo con la tabla de diámetros de conductores de sección circular, cableado concéntrico Clase B o B comprimido, de la norma NTC 307:

**Tabla No. 2 - Diámetro del conductor y área sección transversal**

Calibre [AWG – kcmil]	Diámetro nominal del conductor <u>sin comprimir</u> [mm]	Diámetro nominal del conductor <u>comprimido</u> [mm]	Área de la sección transversal nominal del conductor [mm <sup>2</sup> ]	Masa [kg/km]
8	3.708	3.607	8.37	75.86
6	4.674	4.521	13.30	120,63
4	5.893	5.715	21.2	191.8

Puesto que el conductor es cableado, los diámetros de los alambres serán los siguientes, de la tabla Requerimientos para la construcción de conductores de cobre de cableado concéntrico de la norma NTC 307 (ASTM B8) para el cableado tipo B:

**Tabla No. 3 - Diámetro del hilo del conductor cableado de fase**

Calibre AWG	No. hilos	Diámetro [mil]	Diámetro [mm]
4	7	77.2	1.96
6	7	61.2	1.55
8	7	48.6	1.23

Para los diámetros de los hilos del conductor neutro se debe conocer el número que se requiere para cumplir con el cubrimiento del mínimo del 60% requerido y dividir el área del conductor de fase entre este número para calcular el calibre de los hilos.

En este caso se requiere conocer el diámetro sobre el aislamiento o sobre el relleno en caso de más de un conductor de fase y el paso del neutro concéntrico.

#### 4.6 Resistencia DC de las fases del cable concéntrico

La resistencia nominal DC a 20 °C del conductor cableado clase B estará de acuerdo con lo establecido en la norma NTC 3203:

**Tabla No. 4 – Resistencia DC**

Calibre conductor [AWG o kcmil]	Cableado clase B [Ω/km 20°C]
8	2.1440
6	1.3480

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-23	REV. 2
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 9 de 18

Calibre conductor [AWG o kcmil]	Cableado clase B [Ω/km 20°C]
4	0.8481

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 **Tabla No. 4** en más del 2%. Cuando la resistencia DC es medida a una temperatura diferente de 20 °C, esta debe ser corregida usando los factores multiplicadores indicados en la norma NTC 3203.

#### 4.7 Aislamiento

El conductor debe aislarse con polietileno reticulado XLPE para 90°C acorde con lo establecido con la norma NTC 4564, además deberá tener la propiedad de retardancia a la llama (FR) y garantizar la resistencia a los rayos UV (SR).

El aislamiento de polietileno reticulado debe ser apto para soportar temperaturas en el conductor de cobre a 90°C bajo condiciones normales de operación, y debe cumplir con los requisitos establecidos en las normas UL-854 y UL 1581.

Debe ser adecuado para uso en medios húmedos y secos. Debe ser resistente a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del cable.

El color del aislamiento para los conductores de fase será negro.

Acorde con la tabla Espesores de Aislamiento de la norma NTC 4564 el espesor del aislamiento será:

**Tabla No. 5 - Espesor del aislamiento**

Calibre del conductor		
Cobre	Espesor promedio mínimo aceptable del aislamiento	Espesor mínimo aceptable en cualquier punto del aislamiento
	[mm]	[mm]
8 a 2	1.52	1.37

#### 4.8 Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento debe ser superior o igual a lo indicado en **Tabla No. 6** del presente documento y tomada de la norma NTC 3277:

**Tabla No. 6 – Resistencia mínima de aislamiento a 15 °C**

Calibre del conductor AWG o kcmil	Tipo XHHW-2 GΩ·m
8	650
6	540
4	450

Si la temperatura a la que las lecturas se toman es diferente de 15 °C, estas deben multiplicarse por los factores aplicables establecidos de acuerdo con la norma NTC 3277.

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-23	REV. 2
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 10 de 18

#### 4.9 Relleno

En los cables con cubierta exterior que contengan dos o más conductores aislados debe tener relleno de PVC o PVC con Nitrilos para dar firmeza al cable en todas las posiciones.

Debe ser flexible, que dificulte el fraude y que no permita la filtración del agua.

El radio de curvatura del cable debe ser entre 9 y 11 veces su diámetro exterior.

El fabricante utilizará un relleno en el cable para acometida con el fin de darle una sección circular al conjunto, para luego aplicar el neutro concéntrico.

El relleno no forma parte integral de la chaqueta y debe ser firme y uniforme a lo largo de toda la longitud del cable.

Deberá resistir los efectos térmicos producidos por el cortocircuito.

Deberá cumplir con lo indicado en el numeral de “Rellenos” de la Norma NTC 4564.

#### 4.10 Chaqueta

La chaqueta, construida en polietileno reticulado XLPE para 90 °C con protección contra los rayos UV (SR) y con relleno de negro de humo al 2%, tendrá el siguiente espesor, acorde con la tabla espesor de la chaqueta exterior en cables multiconductores tipo USE y USE-2 de la norma NTC 4564.

**Tabla No. 7 - Espesor de la chaqueta una fase y neutro**

Calibre AWG de los conductores aislados en cable redondo con <u>un</u> conductor aislado y uno no aislado concéntrico	Espesor promedio mínimo aceptable de la chaqueta [mm]	Espesor mínimo aceptable en cualquier punto de la chaqueta [mm]
8 a 4 AWG	1.14	0,89

**Tabla No. 8 - Espesor de la chaqueta tres fases más neutro**

Calibre AWG de los conductores aislados en cable redondo con <u>tres</u> conductores aislados y uno no aislado concéntrico	Espesor promedio mínimo aceptable de la chaqueta [mm]	Espesor mínimo aceptable en cualquier punto de la chaqueta [mm]
8 a 4 AWG	1.52	1.27

**Tabla No. 9 - Espesor de la chaqueta dos fases más neutro cable plano o redondo**

Calibre AWG de los conductores aislados en cable redondo o plano con <u>dos</u> conductores aislados y uno no aislado concéntrico	Espesor promedio mínimo aceptable de la chaqueta [mm]	Espesor mínimo aceptable en cualquier punto de la chaqueta [mm]
8 - 6 AWG	1.52	1.27
4 AWG	2.03	1.65

ENERGÍA	MATERIALES ELÉCTRICOS	ET-TD-ME01-23	REV. 2
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 11 de 18

Si por problemas de fabricación y operación del cable es necesario colocar un separador entre la chaqueta y el neutro concéntrico éste debe ser compatible con ellos. Deberá ser fácilmente pelable, lisa, uniforme y no debe mostrar imperfecciones como depresiones causadas por no rellenos.

La chaqueta debe tener una dureza adecuada de tal manera que los alambres del neutro concéntrico no se deterioren ni se dañen durante su instalación y funcionamiento.

Debajo de la chaqueta deberá existir un hilo que permita su rasgado.

#### 4.11 Juntas y empalmes

Pueden hacerse soldaduras en los alambres o alambres antes del paso final de trefilación.

#### 4.12 Marcación del conductor

##### 4.12.1 Identificación de fases

Los conductores concéntricos serán identificados de forma permanente por intermedio de trazas en alto relieve a lo largo de todo el conductor, por medio de trazas de color según el RETIE o con colores acordes con el RETIE, de la siguiente manera:

Concéntrico monofásico Bifilar:	Fase A:	Sin trazas o color negro
Concéntrico Bifásico Trifilar:	Fase A:	Sin trazas o color negro
	Fase B:	Una traza o colores RETIE
Concéntrico Trifásico Tetrafilar:	Fase A:	Sin trazas o color amarillo
	Fase B:	Una traza o color azul
	Fase C:	Dos trazas o color rojo

##### 4.12.2 Marcación de la Chaqueta

La chaqueta del cable concéntrico 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 fases, neutro y calibre del conductor en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 12 de 18

- 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 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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 13 de 18

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 4564, NTC 307, NTC 3277 y NTC 3203, 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 ohm mm<sup>2</sup>/m (a 20 °C).
- Ensayo de llama para el aislamiento VW-1 (Especimen vertical), conforme con la norma NTC 3203.
- Ensayo de tensión no disruptiva del dieléctrico en agua
- Medida del espesor de aislamiento.
- 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 14 de 18

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 concéntrico 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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS			ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: m	PÁGINA: 15 de 18

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:

1. Nombre de la Empresa así: FILIAL-GRUPO EPM
2. Nombre del fabricante y dirección
3. Número del contrato
4. Número del carrete
5. Clase y calibre del conductor
6. Peso bruto en kg.
7. Longitud en metros (m)
8. Tramo empacado METRO XXXXX A METRO XXXXX
9. Suborden de compra OW
10. 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

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m
			PÁGINA: 16 de 18

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. 10 – 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
- 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.

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 17 de 18

## 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. 11 - Características técnicas garantizadas para suministro de cable concéntrico de acometida**

No.	Exigido por el Grupo EPM	Garantizado por el Oferente	Folio
1	Fabricante	Indicar	
2	País	Indicar	
<b>3</b>	<b>Características del conductor de fase</b>		
3.1	El cobre es de temple suave o blando con una conductividad mínima del 100% IACS	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.2	El cableado es clase B o B comprimido	Indicar	
3.3	La capa externa es con orientación izquierda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.4	La pureza del cobre es mínima 99.9%	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.5	Cumple con lo indicado en el numeral 4.4.1 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.6	Garantiza diámetro y área solicitados en el numeral 4.5 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3.7	Garantiza la resistencia en DC de acuerdo al numeral 4.6 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>4</b>	<b>Características del neutro concéntrico</b>		
4.1	Garantiza el cumplimiento de las exigencias técnicas indicadas en el numeral 4.3 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
4.2	Cumple con lo indicado en el numeral 4.4.2 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>5</b>	<b>Características del aislamiento</b>		
5.1	El aislamiento de los conductores de fase es XLPE FR SR 90 °C	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
5.2	Cumple con lo indicado en el numeral 4.7 y 4.8 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>6</b>	El cable concéntrico tiene un relleno de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.9 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>7</b>	La Chaqueta del cable concéntrico cumple con las características señaladas en el numeral 4.10 de este documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>8</b>	Cumple con la marcación establecida en el numeral 4.12 de esta especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>9</b>	Ensayos de rutina basados en las normas NTC 4564, NTC 307, NTC 3203 y NTC 3277 y conforme lo indicado en el numeral 5 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>10</b>	Garantiza el empaque solicitado en el numeral 6 del presente documento.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>11</b>	Presenta los documentos técnicos indicados en el numeral 8 de la presente especificación.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

<b>ENERGÍA</b>	<b>MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>ET-TD-ME01-23</b>	REV. <b>2</b>
	<b>CABLES DE COBRE CONCÉNTRICO PARA ACOMETIDAS</b>	ELABORÓ: UNIDAD CET N&L	REVISÓ: UNIDAD CET N&L
		APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&L	FECHA: 09/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: m PÁGINA: 18 de 18