ET114 Cables de cobre aislado PE-PVC 600 V, uso subterráneo

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
0	08 Marzo 1999

Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en http://likinormas.enelcol.com.co

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

1. OBJETO DE LA ESPECIFICACIÓN

La presente Especificación tiene por objeto establecer las condiciones que deberán satisfacer los cables monopolares de cobre aislados PE-PVC para uso en la red de distribución subterránea de Enel Colombia S.A. E.S.P.

2. CONDICIONES DE SERVICIO

Los cables de que trata esta especificación serán instalados en sistemas subterráneos de distribución secundaria de 208/120, 240/120 V de la Empresa , bajo las siguientes condiciones generales:

2.1 SERVICIO

Continuo.

2.2 Eléctricas

Tensión Nominal : 208/120 V, 240/120 V
Sistema : Trifásico Tetrafilar
Frecuencia: 60 Hz

2.3 Ambientales

- Altura sobre el nivel del mar: 2640 msnm
- Temperatura Máxima: 45 ºC
- Temperatura Mínima: -5 ºC
- Humedad relativa ambiente hasta: 100 %

3. CABLES NORMALIZADOS

El material del conductor es cobre blando y el aislamiento del cable es polietileno PE.

Los cables monopolares normalizados por Enel Colombia son (AWG / Kcmil (mm^2)):

- 500(253)
- 400(203)
- 350 (177)
- 300 (152)
- 250 (127)
- 4/0 (107,2)
- 2/0 (67,43)
- 1/0 (53,49)
- 1(42,41)
- 2 (33,62)
- 4 (21,15)

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

4. NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

El conductor de cobre debe estar de acuerdo con los requerimientos de las siguientes normas: ICONTEC 307 (ASTM B 8), ICONTEC 359 (ASTM B 3) e ICONTEC 1818 (ASTM B 49).

El aislamiento, la cubierta y el cable terminado deben estar de acuerdo con los requerimientos de la norma ICONTEC 1099 (ICEA S 61-402), el anteproyecto de la norma ICONTEC C16.149/89 y ASTM D 1248.

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 ajuste a lo solicitado en la presente especificación técnica .

Las normas citadas en la presente especificación (o cualquier otra que llegare a ser aceptada por la Empresa) se refieren a su última revisión.

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

Las normas aplicables son las siguientes:

NORMAS TECNICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE ESPECIFICACION

NORMA	DESCRIPCION
Icontec 307 (ASTM B 8)	Cables concéntricos de cobre duro, semiduro y blanco para usos eléctricos.
Icontec 359 (ASTM B 3)	Alambres de cobre blando o recocido desnudo de sección circular para usos eléctricos.
Icontec 1818 (ASTM B 49)	Alambrón de cobre laminado en caliente para usos eléctricos.
Icontec 1099 (ICEA S 61-402)	Alambres y cables aislados con termoplástico para transmisión y distribución de Energía Eléctrica.
Anteproyecto Icontec C 16.149/89	Plásticos compuestos y policloruro de vinilo para aislamiento eléctrico y chaquetas.
Icontec 2447	Plásticos, Compuestos flexibles de polímeros y copolímeros de cloruro de vinilo para moldeo y extrusión.
ASTM D1248	Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials, Specification For.

5. REQUISITOS TÉCNICOS PARTICULARES

5.1 Conductores y cable terminado

Los conductores y el aislamiento, deben cumplir con las características generales dadas en las tablas No. 1 y 2

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

TABLA 1

Calibre AWG/kcmil	4	2	1	1/0	2/0
Clase	B	B	B	B	B
Sección, mm ^{2}	21,141	33,65	42,469	53,417	67,448
Diámetro, mm	5,883	7,422	8,435	9,46	10,63
Alambres cobre	7	7	19	19	19
Diámetro alambres	1,9612	2,4741	1,687	1,892	2,126
Peso unitario, kg/km	192	305	385	485	611
Resistencia dc					
Máxima, 20°C, ohm/km	0,831	0,523	0,415	0,329	0,261
Material aislamiento	PE	PE	PE	PE	PE
Espesor aislamiento					
Promedio mínimo (m.m)	1,14	1,14	1,4	1,4	1,4
Mínimo en un punto, mm	1.03	1.03	1,26	1,26	1,26
Constante resistencia de aislamiento M ohmio - km	9,146	9,146	9,146	9,146	9,146
Material de la cubierta	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Espesor cubierta					
Promedio mínimo (mm)	0,76	0,76	1,14	1,14	1,14
Mínimo en un punto, mm	0,61	0,61	0,92	0,92	0,92
Color de la cubierta	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo

TABLA 2

Calibre AWG/kcmil	4/0	250	300	350	400	500
Clase	B	B	B	B	B	B
Sección, mm ^{2}	107,179	126,692	151,86	177,434	203	253
Diámetro, mm	13,4	14,616	16,002	17,297	18,48	20,65
Alambres cobre	19	37	37	37	37	37
Diámetro alambres	2,68	2,088	2,286	2,471	2,64	2,95
Peso unitario, kg/km	972	1150	1380	1609	1840	2300
Resistencia DC						
Máxima, 20°C, ohm/km	0,164	0,139	0,116	0,0992	0,0808	0,0694
Material aislamiento	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Espesor aislamiento						

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Promedio mínimo (m.m)	1,4	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Mínimo en un punto, mm	1,26	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
Constante resistencia de aislamiento M ohmio - km	9,146	9,146	9,146	9,146	9,146	9,146
Material de la cubierta	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
Espesor cubierta						
Promedio mínimo (mm)	1,14	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Mínimo en un punto, mm	0,92	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Color de la cubierta	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO	ROJO

AISLAMIENTO

- **Requisitos Físicos**
. Resistencia a la tracción MPA: 6,9 min
. Elongación a la rotura %: 350,00 min

- **Requisitos de Envejecimiento**

Después de someter la probeta en horno de
aire a 100°C +/- 1°C por 48 horas

. Resistencia a la tracción (% del valor no envejecido): 75 min
. Elongación (% del valor no envejecido): 75 min

CUBIERTA

- **Requisitos Físicos**
. Resistencia a la tracción MPA: 10.3 min
. Elongación a la rotura %: 100.0 min

- **Requisitos de Envejecimiento**

Después de someter la probeta en horno de
aire a 100°C +/- 1°C por 120 horas

. Resistencia a la tracción (% del valor no envejecido): 85 min
. Elongación (% del valor no envejecido): 60 min

- Después de inmersión en aceite a 70°C +/- 1°C por 4 horas

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

. Resistencia a la tracción (% del valor no envejecido): 80%
. Elongación (% del valor no envejecido): 60%

- **DEFORMACION TERMICA** , 121 °C,+/- 1°C, máximo porcentaje del valor no envejecido: 50%

- **CHOQUE TERMICO** 121 °C +/- 1 °C: sin grietas

- **DOBLADO EN FRIO** -35 +/- 1 °C: sin grietas

6. MARCACIÓN DE LOS CABLES

El cable terminado se deberá marcar sobre el aislamiento de PVC y con una separación máxima de un (1) metro, en forma legible e indeleble con la siguiente información:

• Enel Colombia S.A. E.S.P.
• Nombre del fabricante.
• Número de pedido y/o contrato.
• Nombre y designación del cable .
• Tensión nominal de aislamiento.
• Año de fabricación.
• Marca secuencial por metro de la longitud del cable .

7. CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

7.1 Conductor de fase

7.1.1 Materia prima

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

7.1.2 Alambres de cobre

Los alambres de cobre deben ser de cobre blando, con una conductividad mínima del 100% IASC, según la norma NTC 359.

7.1.3 Conductor

Los conductores estarán formados por alambres de cobre blando cableado clase B y deberán cumplir con las características técnicas de fabricación especificadas en la norma NTC 307.

7.1.4 Aislamiento

7.1.4.1 Materia Prima de aislamiento

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

• El aislamiento será Polietileno, el cual antes de su aplicación sobre el conductor de cobre debe cumplir con los requerimientos de la norma ASTM D1248 para polietileno tipo I, clase C; categoría 4 ó 5; Grado E4 ó E5.

• El aislamiento de Polietileno, debe ser de color negro.

• El aislamiento de Polietileno debe ser apto para soportar temperaturas en el conductor de cobre de 75°C bajo condiciones normales de operación y debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ICONTEC 1099 (ICEA S61-402).

• El aislamiento de Polietileno 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 espesor mínimo promedio del aislamiento del cable será el establecido en las tablas No. 1 y 2; el mínimo no será inferior, en ningún punto, al noventa por ciento (90%) del espesor mínimo promedio especificado.

7.1.5 Cubierta y Cable Terminado

7.1.5.1 Materia Prima de la cubierta

Los compuestos para la elaboración del PVC de la cubierta, deben ser composiciones de polímeros o copolímeros de cloruro de vinilo, de acuerdo con lo establecido en la norma ICONTEC 2447, presentada en forma de mezcla seca aglomerada y granulada.

• La cubierta de PVC debe ser adecuado para uso en medios húmedos y secos debe ser resistente a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del cable .

• La cubierta de PVC, debe ser de color rojo.

• La cubierta de cloruro de polivinilo debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ICONTEC 1099 (ICEA S 61-402).

• El espesor mínimo promedio de la cubierta será el establecido en la tabla No. 1y 2; el mínimo no será inferior, en ningún punto, al ochenta por ciento (80%) del espesor mínimo promedio especificado.

• El cable terminado se debe identificar con la marcación estipulada en el numeral 6. Igualmente se debe marcar secuencialmente cada metro la longitud del cable .

8. EMPAQUE E IDENTIFICACIÓN

Los cables se reciben en carretes de madera y adecuadamente protegidos, de tal manera que durante el transporte y almacenamiento no sufran daños por humedad, contacto o golpes con otros materiales y no se deterioren por almacenamiento a la intemperie.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

La madera empleada en la fabricación de los carretes debe ser nueva, de calidad reconocida y deberá someterse a un tratamiento de preservación para evitar el ataque de plagas, parásitos y otros agentes naturales.

Todos los carretes deben estar pintados en su superficie interior y exterior para protegerlos debidamente contra la intemperie. el tambor del carrete debe tener un diámetro exterior no menor de treinta (30) veces el diámetro del conductor, pero en ningún caso deberá ser menor de 460 mm.

El orificio para el manejo de los carretes debe ser circular, centrado en su eje, con un diámetro mínimo de 75 mm, provisto de flange metálico en cada cara del carrete. Los carretes con su peso bruto (carrete más cable) de 1000 kilogramos ó mayor, deberán estar provistos de un tubo metálico que atraviese el carrete y que tenga un diámetro exterior mayor de 75 mm.

El cable debe embobinarse por capas uniformes y la última capa debe protegerse con un recubrimiento de material impermeable. Los dos extremos del cable aislado deben asegurarse firmemente al carrete y sellarse completamente por medio de una caperuza o material aislante, con el fin de prevenir la penetración de humedad en los cables. La capa final deberá ser protegida en forma segura contra daños mecánicos.

Los carretes deben tener una protección exterior construida con listones de madera fijados sobre el borde de las alas de los carretes y asegurados con cinta o fleje de acero inoxidable (zunchos).

Los carretes deberán numerarse en forma consecutiva y sus números se marcarán con pintura o tinta indeleble, de igual forma se deberá indicar el sentido correcto de rodamiento de los carretes mediante una flecha ubicada en los costados de los mismos.

Los carretes deberán tener una placa metálica para su identificación en cada uno de los costados, cada una de las cuales incluirá por lo menos la siguiente información:

- Enel Colombia S.A. E.S.P.
- Nombre del fabricante.
- Número del contrato y/o pedido.
- Número del carrete.
- Material y calibre del conductor.
- Tipo, clase y tensión nominal del aislamiento.

9. INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN TÉCNICA DEL CABLE

Las pruebas y recepción del cable serán efectuadas por representantes de Enel Colombia S.A. E.S.P. Distribuidora de Energía de Bogotá, realizándose las pruebas en las instalaciones del fabricante quien deberá asumir su costo y proporcionar el material , los equipos y el personal necesario para tal fin.

Las pruebas podrán ser repetidas en laboratorios oficiales o particulares reconocidos por Enel Colombia S.A. E.S.P, la que a su vez se reservará el derecho de realizar una inspección previamente durante el proceso de fabricación, para lo cual el fabricante deberá suministrar los medios necesarios para facilitar la misma.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

9.1 Plan de muestreo

Las muestras se extraerán aleatoriamente de tal manera que se asegure la representatividad del lote sometido a inspección , y se tomarán del extremo final de los carretes.

9.2 Ensayos del Conductor del Cobre

Para ensayos sobre el conductor de cobre, las muestras se seleccionarán de acuerdo con la tabla 3.

TABLA 3

Cantidad de cable Contratado (metros)	Numero de muestras	Longitud para ensayo (m)
Menos de 610	**0**	**0**
De 610 a 3050	**1**	**2**
Por cada 3050 o fracción entre 3050 y 15240	**1**	**2**
Cada 15240 adicionales o fracción	**1**	**2**

9.3 Determinación del espesor del aislamiento y la cubierta

- Cuando el lote para inspección esta formado por dos o menos carretes o rollos, la determinación del espesor del aislamiento se efectuará en cada carrete o rollo de cable .

- Cuando el lote consiste de más de dos (2) carretes o rollos y hasta veinte (20) carretes o rollos, al menos una determinación del espesor del aislamiento se efectuará a cada uno (1) de dos (2) carretes o rollos.

- Si el lote consiste de veintiuno (21) o más carretes o rollos de cable , diez (10) carretes mas mínimo el diez por ciento (10%) de los carretes, se seleccionarán para determinar al menos un espesor de aislamiento de cada carrete o bobina seleccionado.

9.4 Ensayos sobre el cable terminado

Los ensayos incluyen:

• Control dimensional de alambres de cobre blando y del cable terminado.
• Resistencia a la tracción y elongación de alambres que conforman los conductores de cobre, de fase y neutro.
• Determinación de la resistividad y conductividad eléctrica del alambre de cobre.
• Determinación de la resistencia eléctrica del conductor.
• Ensayos físicos y de envejecimiento del aislamiento.
• Ensayo a la llama, doblado en frío, choque térmico y deformación térmica.
• Medición del espesor del aislamiento de PVC.
• Ensayo de tensión aplicada al cable terminado.
• Ensayo de resistencia de aislamiento en el cable terminado.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

FIGURA No.1

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.