



ET125 Cable de aluminio recubierto con cobre THW-600V ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Revisión #: | Entrada en vigencia: |
| 2 | 08 Marzo 2016 |



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 <https://likinormas.enelcol.com.co>





1. OBJETO

La presente Especificación tiene por objeto establecer las condiciones que deberán satisfacer los cables monopolares de aluminio recubierto en cobre, que serán instalados en sistemas subterráneos de distribución secundaria de Enel Colombia S.A. E.S.P.

2. ALCANCE

Esta especificación aplica para los cables monopolares de aluminio recubierto en cobre, adquiridos por Enel Colombia en los calibres indicados en la tabla 1.

TABLA No. 1. Calibres Nominales

| AWG/kcmil | mm² |
|------------------|-----------------------|
| 2 | 33,62 |
| 4 | 21,15 |
| 6 | 13,3 |
| 2/0 | 67,43 |
| 4/0 | 107,2 |
| 250 | 127 |
| 300 | 152 |
| 350 | 172,9 |
| 500 | 253 |
| 600 | 304 |
| 750 | 380 |

3. REQUISITOS GENERALES

3.1 CONDICIONES DE SERVICIO

Los conductores serán instalados en el [sistema](#) de distribución de Enel Colombia, bajo las siguientes condiciones:

a. Condiciones ambientales

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Altura sobre el nivel del mar | 2640 msnm |
| Humedad relativa: | 100% |



| | |
|-------------------------------|-------|
| Temperatura ambiente máxima: | 45 °C |
| Temperatura ambiente mínima: | -5 °C |
| Temperatura ambiente promedio | 14 °C |

b. Características Eléctricas del sistema :

Tabla 3. Características eléctricas

| | |
|-----------------|----------------------|
| Tensión Nominal | 208/120 V, 480/277 V |
| Sistema | Trifásico Tetrafilar |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Servicio | Continuo |

4. NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

El cable terminado, así como sus componentes, deben estar de acuerdo con los requerimientos de la última revisión de las siguientes normas (donde sea aplicable):

| NORMA | | DESCRIPCIÓN |
|---------|-------------------------|---|
| ASTM | ASTM B 566-93(1998) | Standard Specification for Copper-Clad Aluminum Wire. |
| ASTM | ASTM B193-02 | Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials |
| ASTM | ASTM B258-01 | Standard Specification for Standard Nominal Diameters and Cross-Sectional Areas of AWG Sizes of Solid Round Wires Used as Electrical Conductors |
| UL- NTC | ICONTEC 1332 (UL 83): | Alambres y cables aislados con material termoplástico |
| UL- NTC | ICONTEC 3203 (UL 1581): | Norma general de ensayos para cables y cordones flexibles. |

5. SISTEMA DE UNIDADES

Todos los documentos técnicos, tanto de la propuesta como del contrato u orden de compra, deben expresar las cantidades numéricas en unidades del sistema Internacional (SI). Si el oferente usa en sus libros de instrucción, folletos o dibujos, unidades en sistemas diferentes, debe hacer las conversiones respectivas.



6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS

6.1 CONDUCTORES Y CABLE TERMINADO

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

TABLA No. 2

| Calibre | AWG | 6 | 4 | 2 |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Clase de cableado | | B comprimido | B comprimido | B comprimido |
| Diámetro del conductor desnudo | mm | 4,52 | 5,72 | 7,19 |
| Area | mm ² | 13,3 | 21,15 | 33,62 |
| No. de alambres | | 7 | 7 | 7 |
| Diámetro de los alambres | mm | 1,56 | 1,96 | 2,47 |
| Peso conductor desnudo | kg/km | 44,2 | 70,2 | 111,6 |
| Resistencia D.C. Nominal . 20°C | ohmio/km | 2,12 | 1,335 | 0,839 |
| Clase de alambre | | 10 A | 10 A | 10 A |
| % de cobre en volumen | | 8 a 12% | 8 a 12% | 8 a 12% |
| Material | | aluminio-cobre | aluminio-cobre | aluminio-cobre |
| % de elongación de los hilos en 250 mm | % | 15 | 15 | 15 |
| Carga de rotura de los hilos | MPa | 138 | 138 | 138 |
| Espesor de la capa de cobre (mínimo) | mm | 0,0273 | 0,0343 | 0,0432 |
| AISLAMIENTO | | | | |
| Espesor promedio mínimo | mm | 1,52 | 1,52 | 1,52 |
| Espesor mínimo en un punto | mm | 1,37 | 1,37 | 1,37 |
| Color | | NEGRO | NEGRO | NEGRO |
| Material | | PVC | PVC | PVC |
| Clase de PVC | °C | 75 | 75 | 75 |
| Resistencia de aislamiento | Mohm-Km | 136,2 | 112,87 | 93,38 |
| Peso del conductor aislado | kg/km | 89 | 125,6 | 181,3 |

| Calibre | AWG | 2/0 | 4/0 | 250 |
|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| Clase de cableado | | B comprimido | B comprimido | B comprimido |
| Diámetro del conductor desnudo | mm | 10,65 | 13,4 | 14,63 |
| Area | mm ² | 67,43 | 107,2 | 127 |
| No. de alambres | | 19 | 19 | 37 |
| Diámetro de los alambres | mm | 2,13 | 2,68 | 2,09 |
| Peso conductor desnudo | kg/km | 223 | 356 | 421,6 |
| Resistencia D.C. Nominal . 20°C | ohmio/km | 0,415 | 0.261 | 0.2203 |
| Clase de alambre | | 10 A | 10 A | 10 A |



| | | | | |
|--|---------|----------------|----------------|----------------|
| % de cobre en volumen | | 8 a 12% | 8 a 12% | 8 a 12% |
| Material | | aluminio-cobre | aluminio-cobre | aluminio-cobre |
| % de elongación de los hilos en 250 mm | % | 15 | 15 | 15 |
| Carga de rotura de los hilos | MPa | 138 | 138 | 138 |
| Espesor de la capa de cobre (mínimo) | mm | 0,037 | 0,0469 | 0,036575 |
| AISLAMIENTO | | | | |
| Espesor promedio mínimo | mm | 2,03 | 2,03 | 2,41 |
| Espesor mínimo en un punto | mm | 1,83 | 1,83 | 2,17 |
| Color | | NEGRO | NEGRO | NEGRO |
| Material | | PVC | PVC | PVC |
| Clase de PVC | °C | 75 | 75 | 75 |
| Resistencia de aislamiento | Mohm-Km | 85,52 | 70,08 | 64,86 |
| Peso del conductor aislado | kg/km | 363,4 | 537,15 | 655 |

| Calibre | AWG | 300 | 350 | 500 |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Clase de cableado | | B comprimido | B comprimido | B comprimido |
| Diámetro del conductor desnudo | mm | 16,03 | 17,29 | 20,65 |
| Area | mm ² | 152 | 177 | 253 |
| No. de alambres | | 37 | 37 | 37 |
| Diámetro de los alambres | mm | 2,29 | 2,47 | 2,95 |
| Peso conductor desnudo | kg/km | 504,6 | 587,6 | 840 |
| Resistencia D.C. Nominal . 20°C | ohmio/km | 0,184 | 0,158 | 0,11 |
| Clase de alambre | | 10 A | 10 A | 10 A |
| % de cobre en volumen | | 8 a 12% | 8 a 12% | 8 a 12% |
| Material | | aluminio-cobre | aluminio-cobre | aluminio-cobre |
| % de elongación de los hilos en 250 mm | % | 15 | 15 | 15 |
| Carga de rotura de los hilos | MPa | 138 | 138 | 138 |
| Espesor de la capa de cobre (mínimo) | mm | 0,0273 | 0,0343 | 0,0432 |
| AISLAMIENTO | | | | |
| Espesor promedio mínimo | mm | 75 | 75 | 75 |
| Espesor mínimo en un punto | mm | 2,17 | 2,17 | 2,17 |
| Color | | NEGRO | NEGRO | NEGRO |
| Material | | PVC | PVC | PVC |
| Clase de PVC | °C | 2,41 | 2,41 | 2,41 |
| Resistencia de aislamiento | Mohm-Km | 69,62 | 65,11 | 55,5 |
| Peso del conductor aislado | kg/km | 764 | 871 | 1191 |

| Calibre | AWG | 600 | 750 |
|---------|-----|-----|-----|
|---------|-----|-----|-----|



| | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|
| Clase de cableado | | B comprimido | B comprimido |
| Diámetro del conductor desnudo | mm | 22,68 | 25,38 |
| Area | mm ² | 304 | 380 |
| No. de alambres | | 61 | 61 |
| Diámetro de los alambres | mm | 2,52 | 2,82 |
| Peso conductor desnudo | kg/km | 1009 | 1262 |
| Resistencia D.C. Nominal . 20°C | ohmio/km | 0,092 | 0,073 |
| Clase de alambre | | 10 A | 10 A |
| % de cobre en volumen | | 8 a 12% | 8 a 12% |
| Material | | aluminio-cobre | aluminio-cobre |
| % de elongación de los hilos en 250 mm | % | 1 | 1 |
| Carga de rotura de los hilos | MPa | 138 | 138 |
| Espesor de la capa de cobre (mínimo) | mm | 0,0441 | 0,04935 |
| AISLAMIENTO | | | |
| Espesor promedio mínimo | mm | 2,79 | 2,79 |
| Espesor mínimo en un punto | mm | 2,51 | 2,51 |
| Color | | Violeta | Violeta |
| Material | | PVC | PVC |
| Clase de PVC | °C | 75 | 75 |
| Resistencia de aislamiento | Mohm-Km | 58,25 | 52,62 |
| Peso del conductor aislado | kg/km | 1452 | 1773 |

6.2 AISLAMIENTO

REQUISITOS FISICOS

| | |
|---------------------------------|----------|
| Resistencia a la traccion (MPa) | 13,8 min |
| Elongación a la rotura % | 150 min |

REQUISITOS DE ENVEJECIMIENTO

Después de someter la probeta en horno de aire a 121°C ± 1°C por 168 horas

| | |
|--|------------------------|
| Resistencia a la tracción (% del valor no envejecido): | máximo 120 y mínimo 80 |
| Elongación (% del valor no envejecido): | 50 |



Después de inmersión en aceite a $70^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 4 horas:

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

Deformación Térmica $121^{\circ}\text{C}, \pm 1^{\circ}\text{C}$,

| | |
|--|-------------|
| Máximo porcentaje del valor no envejecido | 25 |
| Choque Térmico $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$: | sin grietas |
| Doblado en Frío $-30 \pm 1^{\circ}\text{C}$: | sin grietas |

6.3 MARCACIÓN

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 : “ CABLE THW -AL / CU - CALIBRE (AWG)”.
- Tensión nominal de aislamiento.
- Año de fabricación.
- Marca secuencial por metro de la longitud del cable .

Adicionalmente se debe marcar con la siguiente leyenda: “Atención cable AL / CU no apto para ser fundido”

7. CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

7.1 CONDUCTOR DE FASE

7.1.1 Alambres de Aluminio-Cobre

Los alambres deben ser de aluminio con un recubrimiento en cobre clase 10 A, con una conductividad mínima a 20°C del 62,854% IACS, según la norma ASTM B566, la tolerancia en el diámetro del hilo debe ser del $\pm 1\%$.

Los hilos que conforman el cable tienen como mínimo un espesor de capa de cobre no inferior al 3,5 % del diámetro del hilo. Adicionalmente el volumen de cobre en cada uno de los hilos no debe ser inferior al 8% y no superior al 12% del volumen total de cada hilo.

7.1.2 Conductor



El cableado de los conductores será clase B comprimido y estarán formados por alambres dispuestos en capas, cableados concéntricamente.

7.1.3 Aislamiento

Los compuestos para la elaboración del PVC aislante, deberán ser composiciones de polímeros, o copolímeros de cloruro de vinilo, presentada en forma de mezcla seca aglomerada y granulada.

El aislamiento de PVC deberá ser de color negro, adecuado para uso en medios húmedos y resistentes a los esfuerzos mecánicos durante la instalación y operación del **cable** .

El espesor mínimo promedio del aislamiento del **cable** será el establecido en la tabla No. 2, y el mínimo no será inferior, en ningún punto, al 90% del espesor mínimo promedio especificado.

El aislamiento de PVC deberá ser apto para soportar temperaturas en el conductor de aluminio - cobre de 75°C bajo condiciones normales de operación y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma NTC 1332 (UL 83).

8. EMPAQUE E IDENTIFICACIÓN

Los cables se reciben en carretes de madera o rollos en cajas (según se solicite) 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.

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 kg 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 tapón, con el fin de prevenir la penetración de humedad en los cables.

Los carretes deben poseer helica interna o caracola.

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.

Los ensayos incluyen:

- Control dimensional de alambres de aluminio - cobre y del cable terminado.
- Resistencia a la tracción y elongación de alambres de aluminio - cobre que conforman los conductores.
- Determinación de la resistividad y conductividad eléctrica del alambre de aluminio - 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.

10. PLANILLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS.

| DESCRIPCION | UNIDAD | SOLICITADO | OFERTADO |
|-------------|--------|------------|----------|
| Oferente | | | |
| País | | | |
| Fabricante | | | |
| País | | | |



| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Normas | | ASTM B 566, ICONTEC 1332 (UL 83) | |
| Calibre | AWG | | |
| Clase de cableado | | B COMPRIMIDO | |
| Diámetro del conductor desnudo | mm | | |
| Area | mm ² | | |
| No. de alambres | | | |
| Diámetro de los alambres | mm | | |
| Peso conductor desnudo | kg/km | | |
| Resistencia D.C. Nominal. 20°C | ohm/km | | |
| Clase de alambre | | 10:00 AM | |
| % de cobre en volumen | | 10 | |
| Material | | Aluminio-Cobre | |
| Conductividad mínima a 20°C | % de IACS | 62,854 | |
| % de elongación de los hilos | % | 15 | |
| Carga de rotura de los hilos | MPa | 138 | |
| Espesor de la capa de cobre | mm | | |
| AISLAMIENTO | | | |
| Espesor promedio mínimo | mm | 1,52 | |
| Espesor mínimo en un punto | mm | 1,37 | |
| Color | | NEGRO | |
| Material | | | |
| Clase de PVC | °C | 75 | |
| Resistencia de aislamiento | Mohm-Km | | |
| Peso del conductor aislado | kg/km | | |
| Resistencia a la tracción | MPa | 13.8 | |
| Elongación a la rotura | % | 150 | |
| Cumple con la marcación | SI/NO | | |
| Desviación a la especificación | SI/NO y describir | | |
| RESULTADO EVALUACIÓN TÉCNICA | | | |
| Certificado de sistema de calidad | Entidad acreditadora | | |
| | Número de acreditación | | |
| | Fecha de aprobación (Día/Mes/Año) | | |
| | Vigencia | | |
| | Adjunta el certificado (Si/No) | | |



| | | |
|---|--|--|
| Certificación de producto con norma técnica | Entidad acreditadora | |
| | Número de acreditación | |
| | Fecha de aprobación (Día/Mes/Año) | |
| | Vigencia | |
| | Norma técnica con la cual se certifica | |
| | Adjunta el certificado (Si/No) | |
| Certificación de producto con RETIE | Entidad acreditadora | |
| | Número de acreditación | |
| | Fecha de aprobación (Día/Mes/Año) | |
| | Vigencia | |
| | Adjunta el certificado (Si/No) | |
| RESULTADO EVALUACIÓN REGULATORIA | | |
| Observaciones | | |

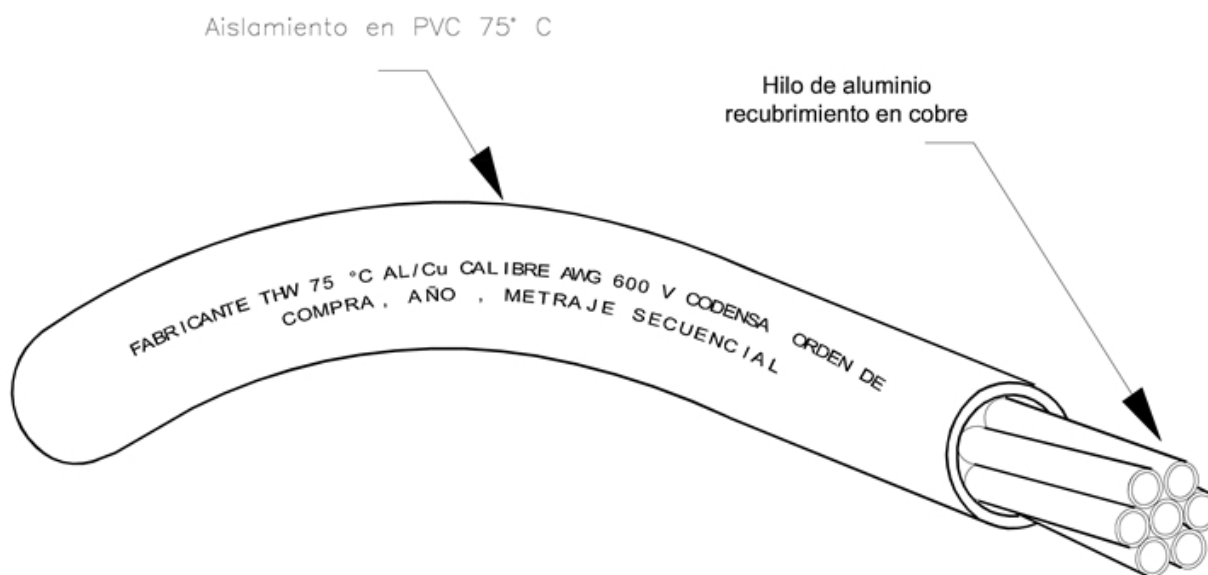


FIGURA No.1

El conductor debe ser marcado de la siguiente manera:

- Por un costado “fabricante, THW 75°C, AL/CU, Calibre (AWG), Enel Colombia, 600 V, Orden de Compra y metraje secuencial.
- Por el costado opuesto se debe marcar con la siguiente leyenda: “Atención cable AL/CU no apto para ser fundido”