

Conductores Aislados Para Líneas Subterráneas de M.T.

Código: **ES.06710**

Edición: **1.**

	Responsable
Elaborado	NORMATIVA D. HUMBERTO VALDÉS CARRILLO
Revisado	PLANIFICACIÓN, CALIDAD Y SEGURIDAD D. CARMEN MONTES
Aprobado	DIRECCIÓN DE GESTOR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN D. SEBASTIÁN PÉREZ



Índice

	Página
1. Objeto	3
2. Alcance	3
3. Documentos de referencia	3
4. Definiciones	4
5. Requisitos.	5
5.1. Requisitos técnicos	6
5.2. Requisitos de adquisición	19
Histórico de Revisiones	26
6. Anexos	27
6.1. Fichas Técnicas de Cables de Media Tensión.	27
6.2. Ejemplo de Zanjas Tipo	39

DOCUMENTO VIGENTE A FECHA 29/10/2024



1. Objeto

Establecer las características técnicas, los requisitos de calidad, y las condiciones de suministro que deben cumplir los conductores aislados para líneas subterráneas de M.T., utilizados en líneas de 13,2 kV y 34,5 kV de Naturgy.

En adelante a este tipo de conductores aislados para líneas subterráneas de M.T. se les denominará conductores aislados o cables.

2. Alcance

El alcance de esta especificación comprenderá los cables a emplear en toda la red de media tensión, los conductores utilizados serán de aluminio compacto, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), con pantalla metálica de cobre y cubierta de poliolefina color rojo. En la tabla 1 se indican los productos a los que aplica el presente documento:

Tabla 1
Cables Especificados

Código	Descripción
935686	Conductor aislado 15 kV 750 kcmil RHZ1 2OL – 133%
715694	Conductor aislado 15 kV 750 kcmil RHZ1 2OL
532314	Conductor aislado 15 kV 500 kcmil RHZ1 2OL
532315	Conductor aislado 15 kV 4/0 AWG RHZ1 2OL
532317	Conductor aislado 15 kV 1/0 AWG RHZ1 2OL
532321	Conductor aislado 35 kV 500 kcmil RHZ1 2OL
532322	Conductor aislado 35 kV 4/0 AWG RHZ1 2OL
532323	Conductor aislado 35 kV 1/0 AWG RHZ1 2OL
819172	Conductor aislado 35 kV 750 kcmil RHZ1 2OL

Todos los conductores son a 100%, a excepción del arriba señalado.

3. Documentos de referencia

ASTM B 193	Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials
ASTM B 230	Standard Specification for Aluminum 1350-H19 Wire for Electrical Purposes
ASTM B 231	Standard Specification for concentric-Lay-Stranded Aluminum 1350 Conductors



ASTM B 263	Standard Test Method for Determination of Cross - Sectional Area of Stranded Conductors
ASTM D 1248	Standard Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Material.
ASTM D 2656	Standard Specification for Cross Linked Polyethylene Insulation for Wire and Cable Rated
ASTM G 154	Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials
IEC 60332-1	Test on Electric Cables Under Fire Conditions
ANSI H35.1/H35.1M.	Alloy and Temper Designation Systems for Aluminum
NEMA WC 74/ ICEA S-93-639	5-46kV Shielded Power Cable for Use in the Transmission and Distribution of Electric Energy.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

En todo lo que no esté expresamente indicado en esta especificación, rige lo establecido en las normas IEEE, IEC y ASTM correspondientes.

4. Definiciones

Aislamiento (Eléctrico): Resistencia eléctrica tan elevada que no permite la circulación de corriente entre dos cuerpos, impidiendo que escape energía eléctrica de ellos.

Aprobado: aceptado por la autoridad competente.

AWG (american wire gauge): galga americana, normalizada para la designación de conductores hasta calibre 4/0.

Línea Subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o al aire en galerías.

Cable: conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Canalización: adecuación del terreno donde se instalan los ductos para las redes subterráneas.

Capacidad de corriente: corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.



Conductor aislado: conductor que está dentro de un material de composición y espesor aceptado como medio aislante. También podrá decirse que es el que se encuentra dentro de un material de composición y espesor reconocido como aislamiento eléctrico.

Continuidad (eléctrica): condición de una instalación, equipo o material, que permite la circulación de la corriente eléctrica entre dos puntos.

Dieléctrico: material de baja conductividad eléctrica que puede ser tomado como no conductor o aislador.

Ductos y canalizaciones: ducto se refiere a la tubería utilizada para el alojamiento de los cables conductores que transportan la corriente; la canalización es la adecuación del terreno para la instalación de los ductos.

Empresa: unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos que producen bienes o servicios y genera utilidad. Para efectos de esta norma, se refiere a la EMPRESA como la entidad prestadora del servicio de energía eléctrica.

Equipo: término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares utilizados como parte de o en relación con una instalación eléctrica.

Especificaciones: documento técnico de la empresa que especifica lo referente a la topología del sistema de distribución.

Nominal: término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

Normalizado: material o equipo fabricado con las especificaciones de una norma aceptada.

Pantalla (de un cable): capa conductora colocada sobre el aislamiento y conectada a tierra. Su principal objetivo es crear una superficie equipotencial para obtener un campo eléctrico radial en el dieléctrico. Sirve también como blindaje contra potenciales inducidos por campos eléctricos externos, además de proveer protección por su conexión a tierra.

Topología: se refiere a la forma como están conectados los distintos equipos de una red.

XLPE: aislamiento en polietileno reticulado.

5. Requisitos.

En este apartado se desarrollará los requisitos particulares de adquisición, diseño, inspección y ensayos que deben cumplir los cables para el sistema de potencia tanto en 13.2kV como 34.5kV. Por lo tanto es conveniente dividir los requisitos en:

- 5.1. Requisitos técnicos.
- 5.2. Requisitos Adquisición.



5.1. Requisitos técnicos

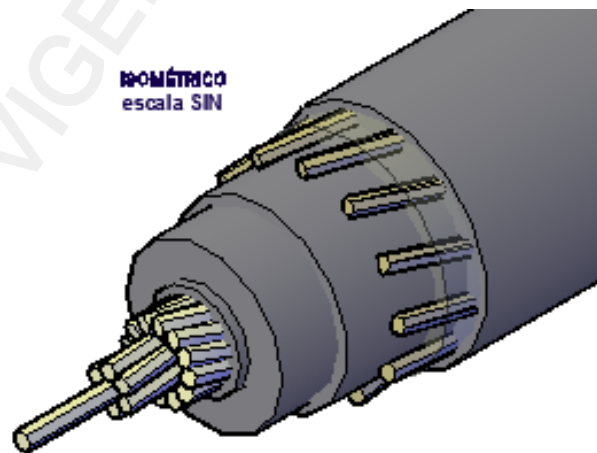
5.1.1. Generalidades

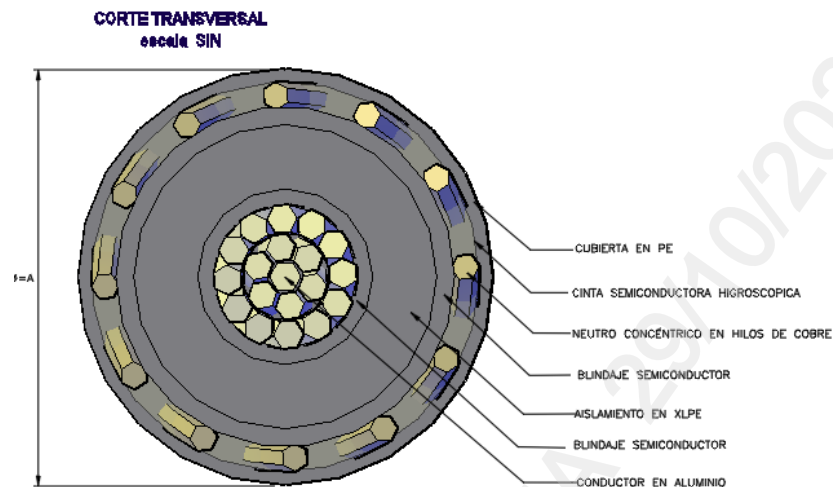
Los conductores aislados de media tensión deben cumplir lo dispuesto en las normas indicadas en el apartado “3. Documentos de referencia”. Además los cables estarán diseñados de acuerdo a las condiciones ambientales de Panamá, específicamente altura sobre el nivel del mar, temperatura (mínima, promedio y máxima), humedad relativa, bajo un ambiente tropical salino.

A su vez el sistema eléctrico para el cual estarán dispuestos estos conductores aislados serán en tensiones nominales de 13.2 y 34.5 kV, con una frecuencia de 60 Hertz, utilizables en circuitos monofásicos y trifásicos.

5.1.2. Materiales

El fabricante o proveedor debe especificar los materiales empleados para la fabricación de los conductores aislados, los cuales deben cumplir con lo especificado en las Normas ASTM B 3, ANSI, ICEA, NESC, IEC, IEEE entre otras.





1. Conductor de aluminio compacto, obturado longitudinalmente mediante hilos o cinta semiconductora higroscópica.
2. Cubierta semiconductora interior sobre el conductor.
3. Aislamiento polietileno reticulado (XLPE).
4. Cubierta semiconductora sobre aislamiento.
5. Pantalla metálica de alambres de cobre, arrollados helicoidalmente, con contra espira de cobre.
6. Barrera de estanqueidad longitudinal, compuesta por cinta higroscópica con solape
7. Cubierta exterior de poliolefina.

El material conductor será aluminio 1350 H19, clase B, compuesto de alambres aluminio según la norma ASTM B 230.

El aislamiento de los conductores aislados para líneas subterráneas de M.T. será de polietileno reticulado (XLPE), válido para una temperatura de servicio del conductor de 90 °C en servicio normal, y de 250 °C para cortocircuito de duración máxima de 5 segundos.

El cable contará con una pantalla o blindaje de hilos de cobre blando de clase B. El calibre mínimo de los alambres de la pantalla será:

- # 14 AWG para conductores hasta # 4/0
- # 12 AWG para conductores 500 MCM y 750 MCM.

El material de la cubierta exterior debe ser auto-extinguible a la llama. La cubierta exterior de los conductores aislados de media tensión será resistente a la exposición de los rayos UV y los ensayos de exposición deben estar de acuerdo con las normas ASTM G23 ó G26. La cubierta será resistente a la luz solar si después de 720 horas de exposición se conservan las características de elongación y de tracción en más del 80% de sus valores iniciales.

Por último, el conductor estará cubierto con una capa protectora de poliolefina de color rojo, sin pérdida de color en el tiempo debido a los rayos UV.



5.1.3. Diseño y construcción

El conductor debe ser de la calidad suficiente para cumplir los requerimientos de composición química, propiedades mecánicas, propiedades eléctricas y dimensionales señaladas en esta especificación.

Estos conductores serán fabricados con un hilo central rodeado de una o más capas de hilos arrollados helicoidalmente.

El conductor será compactado de acuerdo con la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74

Las soldaduras realizadas en los conductores estarán de acuerdo a lo establecido en el apartado 6 de la norma ASTM B 231.

El arrollamiento de las diferentes capas de los alambres deberá estar de acuerdo a lo establecido en el apartado 7 de la norma ASTM B 231.

Los cables serán "obturados longitudinalmente", es decir, al tiempo que se construyan las capas del conductor se introducirán unos hilos bloqueadores, que se hinchan cuando se humedezcan, impidiendo que el conductor se llene de agua.

El hilo bloqueador, que impida la penetración longitudinal de agua, tendrá una resistencia a la penetración longitudinal del agua superior a 5 psi y se debe cumplir con los requisitos de las normas ICEA T-32-645, para garantizar la compatibilidad de la pantalla y con ICEA T-31-610 para determinar dicha resistencia.

El proceso de fabricación será por triple extrusión simultánea en cabezal triple y protección a la penetración del agua.

Los conductores estarán aislados con un nivel de tensión adecuado al voltaje para el que estén diseñados. Para ello el aislamiento del conductor dispondrá de varias capas:

- Capa semiconductor sobre el material conductor,
- Capa de Aislamiento
- Capa semiconductor sobre el aislamiento
- Cubierta.

El cable contará con una pantalla de cobre que hará las funciones de neutro. Será de cobre blando de clase B. Se dimensionará correctamente, teniendo en cuenta que el uso previsto para los conductores 750 MCM, 500 MCM y 4/0 AWG es en líneas trifásicas y el 1/0 AWG en líneas monofásicas.

5.1.3.1. Características Dimensionales

5.1.3.1.1. Conductor

El conductor cumplirá con las características dimensionales especificadas en la norma ASTM B 231. En la tabla 2 se resumen las principales características dimensionales de los conductores:



Tabla 2
Características Dimensionales de los Conductores

Características Dimensionales				
Conductor kcmil (MCM)	750 kcmil	500 kcmil	4/0 AWG	1/0 AWG
Sección (mm ²)	380	253	107	53,5
Nº alambres	61	37	19	19
Diámetro del hilo (mm)	2,82	2,95	2,68	1,89
Diámetro nominal conductor (mm)	23,1	18,7	12,1	8,53
Clase de aluminio	B	B	B	B

La variación en el área de la sección no debe ser nunca inferior al 98% del área especificada. Las tolerancias permitidas en cuanto al diámetro medio del conductor serán del 1%.

Las características dimensionales de los alambres de aluminio se ajustarán a lo indicado en la Norma ASTM B 231.

5.1.3.1.2. Aislamiento

El aislamiento de los conductores aislados para líneas subterráneas de M.T. será de polietileno reticulado (XLPE), válido para una temperatura de servicio del conductor de 90°C en servicio normal, y de 250°C para cortocircuito de duración máxima de 5 segundos.

El espesor del aislamiento estará de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3 de la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74, con un nivel de aislamiento del 100%. Los espesores del aislamiento se indican a continuación:

Tabla 3
Características dimensionales del aislamiento

Características del aislamiento		
Tensiones (kV)	15	35
Espesor aislamiento(min/max)	4,19 / 5,21	8,38 / 9,53
Resistencia a la tensión, mínima MPa	12,5	
% mínimo de elongación a la rotura	250	
Envejecimiento después de prueba en horno de circulación de aire durante 168 h		
Temperatura de envejecimiento °C	121	
Resistencia a la tensión,% mínimo del valor sin envejecimiento	75	
Elongación, % mínimo del valor sin envejecimiento	75	



Fluencia gradual por calor a 150 °C +/- 2°C, cable con relleno	
% máximo de elongación	100
% máximo deformación remanente	5

(*) Para el caso de conductores aislados de 750 kcmil en 15kV, al 133% de aislamiento, el espesor del aislamiento será de 5,33 / 6,35mm, mínimo y máximo respectivamente.

5.1.3.1.1. Capas semiconductoras

La capa semiconductor sobre el conductor tendrá un espesor mínimo de 0,15mm de cubierta polimérica de material extruida y sobre una cinta conductora de mínimo 0,06mm, mientras que la capa sobre el aislante variará con el diámetro del conductor, incluyendo al aislante, y estará de acuerdo a la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74.

Tabla 4
Características de capas semiconductoras

Características de semiconductoras	
Envejecimiento después de prueba en horno de circulación de aire durante 168 h - 121°C	
Resistencia a la tracción: mínimo % de calor no sometido a envejecimiento	85
Elongación a la rotura: mínimo %	100
Temperatura de fragilidad no superior a (°C)	-25

5.1.3.1.1.1. Neutro Concéntrico

El neutro concéntrico estará conformado por alambres de cobre blando clase B; para el dimensionamiento del neutro se tendrá en cuenta la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74 y el uso previsto para los conductores 750 MCM, 500 MCM, 4/0 AWG, y 1/0 AWG.

El calibre mínimo de los alambres del neutro será:

- # 14 AWG para conductores hasta # 4/0
- # 12 AWG para conductores 500 MCM y 750 MCM

Las dimensiones de conductor del neutro concéntrico debe estar de acuerdo con el apartado 6.3 de la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74.



La sección total del neutro será equivalente a la tercera parte de la sección eléctrica del conductor para las medidas 750 MCM, 500 MCM y 4/0 AWG y en el caso del conductor 1/0 AWG, el neutro será de sección equivalente al conductor.

El neutro concéntrico será de hilos de cobre cumpliendo los requerimientos establecidos por las normas ASTM.

Las posibles variaciones del número total de hilos de cobre y su sección, se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 5
Características Dimensionales del Neutro

Especificación Hilos de Neutro				
kcmil / AWG	750	500	4/0	1/0
Numero de hilos	24	16	11	16
Sección (mm ²)	79	53	23	33
Sección (AWG)	12	12	14	14

Se instalará un sistema de protección contra la penetración de agua constituido por una cinta semiconductora higroscópica que garantice la estanqueidad longitudinal del cable. No se admitirán, para realizar dicha función polvos higroscópicos sin soporte ni hilos.

5.1.3.1.2. Cubierta exterior

La cubierta exterior será de un compuesto de poliolefina de color rojo, tipo RHZ1 2OL para cables que no presenten características especiales frente al fuego o tipo RHZ1 2OL S para cables de cubierta no propagadora de la llama. En este último caso, el cable deberá estar certificado bajo la norma IEC 60331-1-1, o una norma equivalente. El termino RHZ1 2OL indica que se trata de un cable de aislamiento de polietileno reticulado (R) con pantallas semiconductoras y metálicas incluidas (H) cubierta de compuesto poliolefina (Z1) y doble obturación longitudinal contra el agua (OL). El espesor mínimo de la cubierta estará de acuerdo a lo establecido en la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74, tabla 7-4. El pelado de la cubierta exterior y su separación del neutro concéntrico, se podrá realizar de forma sencilla, sin causar ningún daño a los hilos de cobre del neutro. La cubierta debe cumplir con las especificaciones de la tabla 7.1, de la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74. En cualquier caso, los espesores mínimos en milímetros de la cubierta exterior serán los siguientes:



Tabla 6
Espesores y características de la cubierta

Espesores mínimos de cubierta (mm)				
kcmil / kV	750	500	4/0	1/0
15 kV	1,78	1,78	1,78	1,78
35 kV	2,54	2,54	1,78	1,78
Características de la cubierta (PE)				
Resistencia mínima a la tracción sin envejecimiento (Mpa)				15.9 min
% mínimo de elongación a la rotura sin envejecimiento				350
Envejecimiento después de prueba en horno de circulación de aire durante 48 h				
Temperatura de envejecimiento (°C)				100
Resistencia a la tracción (% mínimo del valor sin envejecimiento)				75
Elongación				75
Otros				
Distorsión por calor a 121°C, % máximo				30
Grietas por choque térmico a 121 °C				-
Grietas por esfuerzo ambiental				No permitidas
Grietas doblado en frio a -35 °C				-

Los diámetros exteriores máximos en milímetros de los conductores aislados para líneas subterráneas de M.T. serán los siguientes, con una tolerancia de $\pm 2\%$:

Tabla 7
Diámetro exterior del cable

Diámetro Total del Cable				
kcmil o AWG / kV	750	500	4/0	1/0
15	45,8 (*)	39,1	30,5	27,5
35	55	49	39,6	36,6

(*) En el caso de aislamiento 133% para conductores de 750 kcmil en 15kV el diámetro



5.1.3.2. Características Mecánicas

Las características mecánicas del aluminio de los conductores aislados de media tensión se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 231, cuyos principales valores están indicados en la tabla siguiente.

Tabla 8
Características Mecánicas de los Conductores de Aluminio

Características Mecánicas Aluminio				
Conductor	750 kcmil	500 kcmil	4/0 AWG	1/0 AWG
Carga de rotura (daN)	≥ 6009	≥ 4031	≥ 1794	≥ 969
Peso del aluminio (daN/m)	1,0264	0,6837	0,2894	0,1447
Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	23,0 x 10 ⁻⁶			

Las características mecánicas de los alambres de aluminio se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 230, cuyos principales valores se indican en la tabla siguiente.

Tabla 9
Características Mecánicas de los Alambres de Aluminio

Características Mecánicas Alambres de Aluminio				
Conductores	750 kcmil	500 kcmil	4/0 AWG	1/0 AWG
Diámetro alambre de aluminio (mm)	2,82	2,95	2,68	1,89
Elongación mínima en 250 mm (%) (*)	1,7	1,7	1,6	1,6
Resistencia a la tensión(MPa),mínima				
Individual	165	165	170	185
Media del lote	175	175	180	195
Densidad a 20°C (daN/m ³)	2653,6			
Peso aluminio (daN/m)	1,0264	0,6837	0,2894	0,1447

(*)Antes del cableado

5.1.3.3. Características Eléctricas

De acuerdo con la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74, la resistencia en corriente directa (c.d) de los conductores de aluminio, no se deben superar los valores indicados en la tabla siguiente:



Tabla 10
Características Eléctricas de los conductores de Aluminio

Características Eléctricas				
Conductor	750 kcmil	500 kcmil	4/0 AWG	1/0 AWG
Resistencia eléctrica nominal en c.d. a 25°C (mΩ/m) para todo el conductor.	0,0774	0,116	0,274	0,551
Resistividad volumétrica pantalla semiconductor extruida a máxima temperatura de operación normal y temperatura de operación de emergencia (Ω-m)	< 1000			
Constante resistencia de aislamiento a 15,6°C (Mohm-km)	6100			
Constante dieléctrica del aislamiento (máximo)	3,5			
Factor de disipación a temperatura ambiente del aislamiento (%)	0,1			

5.1.4. Ensayos

Los conductores aislados deberán estar certificados con las normas referenciadas en el apartado “3. Documentos de Referencia”. No obstante Naturgy se reserva el derecho de requerir la ejecución de las pruebas que se relacionan a continuación para sus procesos de recepción y de homologación del producto.

Todos los ensayos se efectuarán en los laboratorios del fabricante.

El fabricante de los conductores aislados avisará con 15 días de antelación al inspector de Naturgy, la fecha de realización de los ensayos para que estos se realicen en presencia del mismo.

Naturgy podrá declinar la realización de estos ensayos para que sea el propio fabricante el que los realice con la consiguiente entrega de resultados.

5.1.4.1. Ensayos de Recepción.

Los conductores aislados deberán satisfacer los ensayos de rutina que se establecen en la NEMA WC 74/ ICEA S 93 639 y en la norma (NEMA WC 53, los cuales se listan a continuación:

- Control dimensional de los alambres y del cable.

La sección de los alambres de aluminio no será inferior al 98% de la sección indicada en el apartado “5.1.3.1.1. Conductor” del presente documento.

Se calcula con el procedimiento establecido en la norma NEMA WC 53 / ICEA T 27 581, en la cual el área de sección transversal de un conductor se determina en base a los diámetros de cada hilo de la siguiente forma:



$$A = 10^{-3} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

En donde:

A: sección transversal en kcmil.

d_i^2 : diámetro de iesimo alambre en unidades de 0.001pulgadas (mils) determinado según el método del micrómetro para el diámetro del conductor.

n: cantidad total de cables en el conductor.

- Peso del conductor.

El peso del conductor se realizará en una báscula de precisión que será calibrada y contrastada periódicamente y cuantas veces lo exija Naturgy.

El pesado del conductor se realizará pesando primero la bobina vacía y posteriormente la bobina con su conductor. La diferencia entre las dos pesadas dará el peso real del conductor.

Dividiendo el peso real del conductor por su longitud se obtiene el peso por metro, el cual deberá de coincidir con el teórico del conductor con una tolerancia de $\pm 2\%$.

- Ensayo de presencia de agua.

Realizar según lo establecido en la norma NEMA WC 74/ ICEA S 93 639, que especifica que para verificar la presencia de agua en el conductor, se deben seguir los siguientes pasos:

Cada longitud de cable por ensayar se debe sellar en un extremo, sobre la pantalla del aislamiento, usando una tapa de caucho llena de gránulos de sulfato de calcio anhidro. La tapa de caucho debe estar equipada con una válvula.

Debe aplicarse gas nitrógeno seco o aire seco al otro extremo, hasta alcanzar una presión manométrica de 100 kPa (15 psi).

Después de 15 min, debe verificarse el cambio de color de los gránulos contenidos en la capa de caucho. Si el color no ha cambiado completamente a rosado después de 15 min, indica que hay una cantidad tolerable de humedad en los hilos. Si el color de todos los gránulos cambia completamente, el cable no ha pasado la prueba.

- Inspección de irregularidades en la chaqueta.

Realizar según NEMA WC 53/ ICEA T 27 581.

Se rechazará la bobina si no es satisfactorio alguno de los ensayos anteriores.



El fabricante, en los casos de rechazo de un lote, tendrá la opción de ensayar cada bobina y presentar a una nueva recepción aquellas que hayan cumplido los requisitos para su aceptación.

5.1.4.1.1. Ensayos Tipo.

- Espesor de los componentes por encima de un conductor.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Diámetro por encima de los componentes del cable.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Adhesión (Fuerza de separación).

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Doblado en Frio.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Deformación Térmica (Distorsión)

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Resistencia al rasgado

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Absorción gravimétrica de agua.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Ensayo de Cedencia gradual (Hot Creep).

Cuando se requiera determinar el grado de reticulado del aislamiento, se debe usar el procedimiento establecido en la norma ICEA T28-562.

- Ensayo de Llama.

Según ICEA T30-520 e ICEA T29-520.

- Ensayos Físicos y de Envejecimiento para aislamientos, chaquetas y materiales conductores no metálicos.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Choque Térmico.

En este ensayo, según el procedimiento de establecido en la norma NEMA WC 53 / ICEA T 27 581, cada muestra de cable con chaqueta seleccionado se debe doblar 180° alrededor de un mandril que tenga un diámetro de 8 veces el diámetro del cable, siempre y cuando los diámetros exteriores sean 19.08mm a 38,10mm y 12 veces el diámetro del cable cuando el diámetro exterior sea mayor a 38,13mm, después se procede a sostener en su lugar y someter a una temperatura de $121 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 1 h. Al final del periodo de ensayo, el espécimen se debe examinar a simple vista para determinar si existe agrietamiento del aislamiento o chaqueta.



- Ensayo de ebullición (Wafer Boil) para pantallas conductoras y pantallas de aislamiento.

Seguir las indicaciones de la norma NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

Las propiedades de cadencia gradual por calor (Hot Creep) y de deformación permanente (Set) se deben determinar a $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de acuerdo con la norma ICEA T-28-562, en una muestra tomada del núcleo del cable. El grado de reticulado debe ser adecuado para limitar la elongación y la deformación permanente a los siguientes valores:

Elongación máxima de la pantalla de aislamiento extruido a: 100%

Deformación permanente máxima de la pantalla de aislamiento extruida: 5%.

- Ensayo de ajuste de la chaqueta de polietileno a la pantalla.

De cada extremo de una muestra de cable de 305 mm (12 pulgadas) se deben retirar 127 mm (5 pulgadas) de cada extremo de la chaqueta extruida, dejando intacto e inalterado un anillo de 50,8 mm (2 pulgadas) en el centro. La muestra se debe insertar verticalmente en un agujero en una placa rígida plana que sea al menos 0,254mm (10 mils) mayor que el diámetro sobre la pantalla, pero no mayor de 1,02 mm (40 mils). El peso que se aplique debe ser igual a 4,54 kg por 25,4 mm (10 libras por pulgada) del diámetro externo de la pantalla metálica, menos el peso de la muestra preparada, redondeando a media libra (0,23 kg).

- Resistencia a la tracción y elongación de los alambres

La carga de rotura de los alambres de aluminio después del cableado no será inferior al 95% de la carga de rotura indicada en el apartado 5.1.3.2 de la presente especificación. La resistencia a la tensión de los alambres de aluminio después del cableado no será inferior a la indicada en el apartado 5.1.3.2 (Tabla 9) de la presente especificación. Se medirá esta resistencia a la tensión sobre 4 alambres de aluminio con independencia del número de estos que tenga el conductor.

La carga de rotura del conductor se medirá conforme a lo siguiente:

Si la rotura se produce a una distancia mayor de 25,4 mm de los puntos de amarres, será superior a lo indicado en el apartado 5.1.3.2 (Tabla 8) de este documento. Si esta se produce a una distancia menor de 25,4 mm de los puntos de amarre, la carga de rotura deberá ser superior al 95% de la indicada en el apartado 5.1.3.2 (Tabla 8) del presente documento.

Los alambres a probar en el ensayo de recepción se extraerán de una longitud de cable, previamente separada de la bobina, de al menos, 4m.

Para la toma de probetas se desechara el primer metro de la punta del cable.

- Resistencia del aislamiento.



Proceder según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581. El dispositivo para ensayo debe estar conforme a la norma ASTM D57. Resistencia a la descarga con doblado en U. Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Resistencia a la descarga superficial.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Resistividad Volumétrica.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Ensayo de Resistividad Radial de la chaqueta semiconductora.

Según NEMA WC 53 / ICEA T 27 581.

- Ensayo de sobretensión en cubierta a frecuencia industrial.

Este ensayo se realiza con el objetivo de evaluar la rigidez dieléctrica de la pantalla frente a sobretensiones de 60Hz. Este ensayo será representativo para todos los cables de media tensión a homologar, siempre que el diseño, material y espesor de la cubierta sean los mismos. En el ensayo se debe someter la cubierta a una tensión soportada de frecuencia industrial entre pantalla y tierra. La muestra de cable libre a ensayar será de un mínimo de 5 metros de longitud libre entre terminales de ensayo. Será necesario:

1) Alimentar de forma segura la pantalla, evitando descargas superficiales u otros inconvenientes. Para ello se cortocircuitará la pantalla y conductor y colocar un terminal de ensayo que aumente la distancia de aislamiento entre el punto de inyección de tensión y la tierra más próxima

2) Garantizar que la tierra es continua en toda la longitud del cable, por medio de cubierta grafitada o con semiconductora extruida puestas a tierra, o bien con el cable sumergido en agua.

Comenzando con un ensayo de 15kV, 1 minuto, se continuará incrementando escalonadamente de 5 en 5kV hasta que se produzca su perforación. En cada valor de tensión debe mantenerse 1 minuto la tensión aplicada.

En el informe de ensayo correspondiente debe indicarse, además de los equipos utilizados y la descripción del cable, de la instalación de ensayo, los valores aplicados, el valor al cual se produce la descarga y una foto/descripción de la localización de dicha perforación.

5.1.5. Identificación y marcado

Para todos los conductores aislados debe marcarse sobre la cara externa de cada tapa de la bobina, mediante plantilla y con pintura que contraste con el color del fondo, las siguientes características.

- Peso neto de la bobina (sin conductor)
- Peso del conductor.



- Longitud del conductor.
- Tamaño del conductor.
- Tipo de conductor y tensión de servicio.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante y lote de fabricación.
- Nombre EDEMET-EDECHI.
- Fecha de fabricación.

Sobre la capa protectora del aislamiento deberá marcarse de forma indeleble los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación completa del cable.
- Tensión de servicio.
- Nivel de aislamiento.
- Año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).
- Nombre EDEMET-EDECHI.
- Sección del conductor.
- Marcación numérica de cada metro de longitud.

La marca de la sección del conductor se repetirá a intervalos que no excedan 610 mm. Todas las otras marcas se repetirán a intervalos que no excedan un metro.

La marca no podrá ser realizada por grabado o relieve sobre la cubierta. La separación entre marcas no será superior a 1 m para la designación y 5 m para el resto de los datos.

Cualquier marca o identificación se mantendrá inalterable ante la acción de los agentes ambientales (agua, humedad, temperatura, contaminación, etc.).

5.2. Requisitos de adquisición

Para garantizar los requisitos de adquisición estarán a su vez fragmentados en los siguientes puntos:

- Alcance de la oferta
- Alcance del suministro
- Aseguramiento de la calidad
- Condiciones de suministro y recepción
- Garantía y seguridad de uso
- Medio ambiente



5.2.1. Alcance de la oferta

El suministrador adjuntará toda la documentación, en español, que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los cables ofertados, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de la oferta completamente diligenciada con las características garantizadas por el fabricante.
- Memoria o catalogo descriptivo del cable ofertado.
- Longitudes disponibles de cable por carrete.
- Estimación de pesos y dimensiones del carrete en orden de transporte para cada longitud suministrable.
- Instrucciones de manipulación y tendido.
- Plazo de entrega, a partir de la petición de suministro.
- Condiciones de garantía.
- Copia del certificado de la calidad vigente ISO 9001, sistema de gestión ambiental ISO 14001.
- Lista de referencias de instalaciones similares realizadas con los cables ofertados.
- Lista de excepciones, si las hubiese, a la especificación, debidamente justificadas. En caso de no entregarse esta lista, el suministrador acepta implícitamente que cumple íntegramente la especificación.

El cumplimiento de las fichas técnicas, así como el envío de la lista de excepciones a la especificación, si las hubiera, es considerado fundamental por Naturgy, por lo que la falta de las mismas o de su cumplimentación será motivo de exclusión de la oferta.

5.2.2. Alcance del suministro.

5.2.2.1. Suministro

El suministro de efectuará con los requisitos específicos y condiciones de transporte que se determinen por parte de Naturgy.

El alcance del suministro del cable unipolar, en aluminio compacto, con aislamientos en 15kV y 35kV (XLPE), comprenden:

- Suministro del cable
- Almacenamiento
- Transporte
- Documentación solicitada

Dentro del alcance de suministro queda incluida toda la documentación técnica del material a suministrar, que empleará, obligatoriamente, el Sistema Internacional de Unidades y estará escrita en idioma español.



Formarán parte del suministro los protocolos de los ensayos de rutina a que se someta el cable, así como los ensayos de recepción a realizar de acuerdo con la presente especificación.

Las bobinas serán de madera o metálicas, ellas el cable deberá ir debidamente protegido (de manera que la capa protectora soporte un impacto de 4J sin que el cable sufra ningún daño en la cubierta).

5.2.2.2. Documentación de Suministro

En el momento de la firma del contrato de suministro, el fabricante presentará en castellano e indicando la referencia del contrato, la totalidad de la documentación que se indica a continuación:

- Longitud de cable por carrete.
- Estimación de pesos y dimensiones del carrete en orden de transporte.
- Instrucciones de montaje y puesta en servicio.

5.2.2.2.1. Documentación a presentar con cada pedido

Dentro del alcance de suministro queda incluida toda la documentación técnica en español correspondiente al equipo a suministrar.

El fabricante del cable incluirá la presentación, en español e indicando la referencia del número de pedido, en soporte informático, de la siguiente documentación:

- Al menos un mes antes del inicio de la fabricación, Programa de Fabricación, con fechas y Plan de Control de Calidad en producción para aprobación y/o comentarios por parte de Naturgy. Se requiere actualización mensual del Programa de Fabricación.
- Alcance detallado de los ensayos de rutina y sobre muestras a realizar en el cable.
- Al terminar los ensayos de rutina en fábrica se entregarán los protocolos de ensayo correspondientes a cada una de las bobinas incluidas en el pedido.

5.2.2.2.2. Documentación de transporte

Esta documentación a facilitar por el suministrador a Naturgy en todo caso, y al transportista si éste ha sido elegido por aquel, tendrá el siguiente alcance:

- Dimensiones y pesos de la masa indivisible, así como el peso y volumen de los accesorios.



- Programa de fabricación, que deberá ser confirmado, una vez transcurrido un tercio y dos tercios del plazo inicialmente estimado.
- Además, y en caso de que el suministrador gestione el transporte del equipo, deberá facilitar los siguientes datos:
 - Características del vehículo o vehículos, así como los materiales (instrumentos, herramientas, etc.) a emplear en el transporte.
 - Itinerarios previstos (origen-destino), que deberán disponer las correspondientes autorizaciones administrativas.
 - Un mes antes de la fecha de entrega, el transportista deberá entregar un programa de las operaciones a realizar y del tiempo empleado en cada una de ellas.
 - Documentos que acrediten que el transportista posee la experiencia necesaria para realizar el trabajo encomendado, cumpliendo y exigiendo las Normas de Seguridad e Higiene al personal de su dependencia.
- La presentación de una póliza de Responsabilidad Civil por daños a terceros que cubra los daños que pudieran ocasionarse en materiales o instalaciones de Naturgy o de otros ajenos.

5.2.2.3. Asistencia técnica y formación

La asistencia técnica y la formación serán por cuenta del suministrador, quien impartirá al personal de Naturgy la formación técnica adecuada, tanto para instalación y puesta a punto de los componentes, como para su mantenimiento y operación. Para ello aportará todo el material didáctico, manuales, programas y demás instrumentos que se considere necesarios.

5.2.3. Aseguramiento de la calidad.

El equipo a suministrar o el centro de producción donde se fabrique, han de estar previamente homologados. Naturgy establecerá, una vez adjudicado el pedido correspondiente un proceso de aseguramiento de la calidad formado por los siguientes aspectos:

- Ensayos individuales en fábrica.
- Ensayos de recepción.

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, se comunicará a éste, las desviaciones o no conformidades inmediatamente una vez detectadas. Se considerará desviaciones:



- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de Especificación del Pedido que no haya sido previamente aprobado por Naturgy como excepción.
- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento.
- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean de laboratorio de alta tensión o cualquier etapa del proceso productivo.
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados.

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará a Naturgy un informe para su aprobación en el que describirá suficientemente el problema y hará una propuesta de solución.

5.2.3.1. Inspecciones de fabricación

El suministrador elaborará un Plan de Control en fabricación dónde se recogerán las fases de fabricación e inspecciones, desde la recepción de materias primas, hasta la puesta en destino del pedido. La secuencia será de forma cronológica, y las actualizaciones de los programas sucesivos.

En cada una de las fases o secuencias se indicarán los controles a realizar por el suministrador. Se mantendrá registro de estos controles. Cada bobina incluida en el pedido deberá tener su propio informe resumen de los Controles de calidad en la fabricación.

Todos los documentos generados por el Sistema de Calidad deberán ser adecuadamente archivados, de modo que quede constancia y evidencien de modo objetivo de la calidad conseguida. Lo concerniente a un pedido concreto deberá conservarse como mínimo hasta la aprobación por Naturgy.

Naturgy o sus representantes tendrán acceso a las instalaciones (previo acuerdo), tanto del suministrador como de sus proveedores o subcontratistas, para inspeccionar o auditar todo aquello que se relacione con este pedido. Así mismo podrá disponer de toda la documentación técnica (incluyendo planos constructivos y de fabricación) y de calidad con el fin de verificarla y evaluarla.

5.2.3.2. Ensayos en fábrica

Los ensayos en fábrica se realizarán según lo estipulado en la Norma NEMA WC 74/ ICEA S-93-639 y en la norma NEMA WC 53:2008. Estos ensayos serán especificados en el apartado "Requisitos técnicos".



Al terminar los ensayos de rutina en fábrica, se entregarán los protocolos de ensayo correspondientes a cada una de las bobinas incluidas en el pedido. Estos protocolos deben tener, al menos recogidos los siguientes aspectos:

- El protocolo de ensayos final entregado a Naturgy estará sellado y firmado por el fabricante en todas sus páginas y deberá contener para cada ensayo todos los registros y resultados obtenidos, así como los datos que permitan la repetitividad de los ensayos en las mismas condiciones en que fueron realizados
- Se reflejará el orden de los ensayos así como la fecha, hora y lugar de realización de los mismos, así como las condiciones ambientales si fueran de interés para el ensayo
- El protocolo deberá indicar las características ofertadas del cable.

5.2.3.3. Ensayos de recepción

Al terminar los ensayos de rutina y muestra en fábrica, se remitirán a Naturgy los protocolos de ensayos correspondientes a cada una de las bobinas. Naturgy o algún representante realizará los ensayos de recepción sobre una muestra representativa del pedido. En ella se repetirán los ensayos individuales y de muestreo (según esta especificación) y se añadirán aquellos ensayos que se considere necesarios.

Para la realización de los ensayos de recepción se establecerá un programa de ensayos y acordará con el suministrador fecha y secuencia de realización de los mismos. Además se redactará un informe de Recepción y/o Autorización de Expedición de bobinas según los casos.

5.2.4. Condiciones de suministro y recepción.

Los conductores aislados de Media Tensión deberán suministrarse en bobinas que lo protejan de daños ocasionados durante el transporte; se deben entregar en los lugares que especifique Naturgy, y deben estar limpios, libres de suciedades, grasas o de otros agentes contaminantes. El conductor debe quedar totalmente cubierto en la bobina; los conductores no deben sobresalir de los bordes de las caras laterales de las bobinas y las puntas de los conductores estarán debidamente selladas para evitar la penetración de agua.

Cada bobina no deberá llevar más de una sola longitud de conductor. La longitud de conductor, en cada bobina, será la especificada por Naturgy o alguno de sus colaboradores y será igual a la indicada en el pedido con una tolerancia de -0% + 5%.

Los tamaños de los embalajes para los conductores serán acordados entre el proveedor y Naturgy, respetando los criterios definidos en la norma ICEA S-93-639/NEMA WC 74

Los costos de transporte incluidos cargue y descargue, son por cuenta del proveedor.



El envío estará adecuadamente reforzado para su transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los conductores aislados deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en Panamá, en materia de movimiento de cargas y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptadas y establecidas, para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro etc.

En la parte exterior del embalaje deberá figurar la referencia del material contenido, así como el número de pedido y nombre del proveedor.

5.2.5. Garantía y seguridad de uso.

Los requisitos y recomendaciones de la presente especificación no eximen al fabricante/proveedor, de la responsabilidad de un diseño y una construcción adecuados al servicio y uso destinado para este producto.

El fabricante debe suministrar la información relativa al procedimiento de instalación y recomendaciones para proteger los materiales de agentes externos que puedan afectar su desempeño tales como; lluvia, animales, temperaturas elevadas, contaminación, etc.

El fabricante debe indicar las condiciones mínimas de seguridad y prevención de riesgos (advertencias y precauciones) que se deben seguir para garantizar la seguridad del personal y del producto ante una utilización incorrecta del mismo.

5.2.6. Medio Ambiente

Se valorará positivamente las acciones encaminadas a minimizar el impacto de las actividades del fabricante y las de sus proveedores.

El fabricante deberá tener establecido un sistema de gestión ambiental que asegure el cumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental, el control de los recursos consumidos y la correcta gestión de los efluentes y residuos producidos.

Los conductores aislados estarán fabricados, preferentemente, con tecnologías respetuosas con el medio ambiente y con materiales y elementos que permitan ser reutilizados o reciclados al final del ciclo de vida de los mismos. Se suministrarán en embalajes de material reciclado o fácilmente reciclable o reutilizable, que minimicen el uso de nuevos materiales.



Histórico de Revisiones

Edición	Fecha	Motivo de la edición y/o resumen de cambios
1	04/10/2018	Documento de nueva edición



6. Anexos

6.1. Fichas Técnicas de Cables de Media Tensión.

FICHA TÉCNICA DE OFERTA



Fabricante:	-	
Código fabricante:	-	
Material		
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 750kcmil RHZ1 2OL	
Código:	715694	
Norma:	Especificado	Ofertado
	ICEA S 94 649:2004	
Características Constructivas		
Apto para bandeja portacable:	(Si/No)	
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto	
Tipo de obturación en el conductor:	-	
Tipo de obturación en la pantalla:	-	
Material de la pantalla:	Hilos de cobre	
Material de la cubierta:	Polietileno	
Características dimensionales		
Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,82	
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	23,1	
Espesor aislante (mm):	4,45	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,51	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02	
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78	
Número de hilos conductor:	61	
Diámetro máximo total del cable (mm):	45,8	
Sección del conductor (mm ²):	380	
Número de hilos de la pantalla de cobre:	24	
Sección pantalla de cobre (AWG)	12	
Sección pantalla de cobre (mm ²)	79	
Características Mecánicas		
Carga de rotura (daN):	≥ 6009	
Peso del aluminio (daN/m):	1,0264	
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶	
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7	
Densidad a 20°C (daN/m3):	2654,56	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	
Radio mín. de curvatura (mm):	366,4	
Características Eléctricas		
Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,0774	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	79	
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9	
Certificaciones		
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	
Otras ⁽¹⁾ :	-	
Observaciones a la Especificación:		

(1): Por el fabricante

Figura 1 Conductor aislado 15 kV 750 kcmil RHZ1 2OL



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 750kcmil RHZ1 2OL (S)
Código:	POR DEFINIR
	Especificado
	Ofertado
Norma:	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,82
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	23,1
Espesor aislante (mm):	4,45
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,51
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	61
Diámetro máximo total del cable (mm):	45,8
Sección del conductor (mm ²):	380
Número de hilos de la pantalla de cobre:	24
Sección pantalla de cobre (AWG)	12
Sección pantalla de cobre (mm ²)	79

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 6009
Peso del aluminio (daN/m):	1,0264
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	366,4

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,0774
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	79
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:
Retardante a la llama, según IEC 60332-1-1

(1): Por el fabricante

Figura 2 Conductor aislado 15 kV 750 kcmil RHZ1 2OL (S)



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 500kcmil RHZ1 20L
Código:	532314
	Especificado Ofertado
Norma:	ICEA S 94 649:2004
Características Constructivas	
Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno
Características dimensionales	
Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,95
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	18,7
Espesor aislante (mm):	4,45
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	37
Diámetro máximo total del cable (mm):	39,1
Sección del conductor (mm ²):	253,3
Número de hilos de la pantalla de cobre:	16
Sección pantalla de cobre (AWG)	12
Sección pantalla de cobre (mm ²)	53
Características Mecánicas	
Carga de rotura (daN):	≥ 4031
Peso del aluminio (daN/m):	0,6837
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	312,8
Características Eléctricas	
Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,116
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	52,6
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9
Certificaciones	
Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-
Observaciones a la Especificación:	

(1): Por el fabricante

Figura 3 Conductor aislado 15 kV 500 kcmil RHZ1 20L



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-				
Código fabricante:	-				
Material					
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 500kcmil RHZ1 2OL (S)				
Código:	POR DEFINIR				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Especificado</th> <th>Ofertado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ICEA S 94 649:2004</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Especificado	Ofertado	ICEA S 94 649:2004	
Especificado	Ofertado				
ICEA S 94 649:2004					

Norma:

Características Constructivas

Apto para bandeja portable:	(Si/No)	
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto	
Tipo de obturación en el conductor:	-	
Tipo de obturación en la pantalla:	-	
Material de la pantalla:	Hilos de cobre	
Material de la cubierta:	Poliétileno	

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,95	
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	18,7	
Espesor aislante (mm):	4,45	
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41	
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02	
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78	
Número de hilos conductor:	37	
Diámetro máximo total del cable (mm):	39,1	
Sección del conductor (mm ²):	253,3	
Número de hilos de la pantalla de cobre:	16	
Sección pantalla de cobre (AWG)	12	
Sección pantalla de cobre (mm ²)	53	

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 4031	
Peso del aluminio (daN/m):	0,6837	
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶	
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7	
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56	
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-	
Radio mín. de curvatura (mm):	312,8	

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,116	
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-	
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	52,6	
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9	

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si	
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional	
Otras ⁽¹⁾ :	-	

Observaciones a la Especificación:

Retardante a la llama, según IEC 60332-1-1

(1): Por el fabricante

Figura 4 Conductor aislado 15 kV 500 kcmil RHZ1 2OL (S)



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 4/0 AWG RHZ1 2OL
Código:	532315
	Especificado Ofertado
Norma:	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,68
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	12,1
Espesor aislante (mm):	4,45
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,3
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	0,76
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	19
Diámetro máximo total del cable (mm):	30,5
Sección del conductor (mm ²):	107,2
Número de hilos de la pantalla de cobre:	11
Sección pantalla de cobre (AWG)	14
Sección pantalla de cobre (mm ²)	23

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 1794
Peso del aluminio (daN/m):	0,2894
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,6
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	244

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,274
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	22,2
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	7,3

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

(1): Por el fabricante

Figura 5 Conductor aislado 15 kV 4/0 AWG RHZ1 2OL



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 1/0 AWG RHZ1 20L
Código:	532317
	Especificado
	Ofertado
Norma:	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	1,89
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	8,53
Espesor aislante (mm):	4,45
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,3
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	0,76
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	19
Diámetro máximo total del cable (mm):	27,5
Sección del conductor (mm ²):	53,5
Número de hilos de la pantalla de cobre:	16
Sección pantalla de cobre (AWG)	14
Sección pantalla de cobre (mm ²)	33

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 969
Peso del aluminio (daN/m):	0,1447
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,6
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	220

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,551
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	11,1
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	10,6

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

(1): Por el fabricante

Figura 6 Conductor aislado 15 kV 1/0 AWG RHZ1 20L



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 35 kV, 500kcmil RHZ1 2OL
Código:	532321
Norma:	Especificado
	Ofertado
	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,95
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	18,7
Espesor aislante (mm):	8,76
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	2,54
Número de hilos conductor:	37
Diámetro máximo total del cable (mm):	49
Sección del conductor (mm ²):	253,3
Número de hilos de la pantalla de cobre:	16
Sección pantalla de cobre (AWG)	12
Sección pantalla de cobre (mm ²)	53

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 4031
Peso del aluminio (daN/m):	0,6837
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	392

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,116
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	52,6
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

(1): Por el fabricante

Figura 7 Conductor aislado 35 kV 500 kcmil RHZ1 2OL



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 35 kV, 500kcmil RHZ1 2OL (S)
Código:	POR DEFINIR
Norma:	Especificado
	Ofertado
	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,95
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	18,7
Espesor aislante (mm):	8,76
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,41
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	2,54
Número de hilos conductor:	37
Diámetro máximo total del cable (mm):	49
Sección del conductor (mm ²):	253,3
Número de hilos de la pantalla de cobre:	16
Sección pantalla de cobre (AWG)	12
Sección pantalla de cobre (mm ²)	53

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 4031
Peso del aluminio (daN/m):	0,6837
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	392

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,116
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	52,6
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

Retardante a la llama, según IEC 60332-1-1

(1): Por el fabricante

Figura 8 Conductor aislado 35 kV 500 kcmil RHZ1 2OL (S)



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 35 kV, 4/0 AWG RHZ1 20L
Código:	532322
Norma:	Especificado
	Ofertado
	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,68
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	12,1
Espesor aislante (mm):	8,76
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,3
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	19
Diámetro máximo total del cable (mm):	39,6
Sección del conductor (mm ²):	107,2
Número de hilos de la pantalla de cobre:	11
Sección pantalla de cobre (AWG)	14
Sección pantalla de cobre (mm ²)	23

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 1794
Peso del aluminio (daN/m):	0,2894
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,6
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	316,8

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,274
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	22,2
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	7,3

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

(1): Por el fabricante

Figura 9 Conductor aislado 35 kV 4/0 AWG RHZ1 20L



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante: -

Código fabricante: -

Material

Designación: **Conductor aislado 35 kV, 1/0 AWG RHZ1 2OL**

Código: 532323

Norma:

Especificado	Ofertado
ICEA S 94 649:2004	

Características Constructivas

	(Si/No)
Apto para bandeja portacable:	
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	1,89
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	8,53
Espesor aislante (mm):	8,76
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,3
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	19
Diámetro máximo total del cable (mm):	36,6
Sección del conductor (mm ²):	53,5
Número de hilos de la pantalla de cobre:	16
Sección pantalla de cobre (AWG)	14
Sección pantalla de cobre (mm ²)	33

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 969
Peso del aluminio (daN/m):	0,1447
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,6
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	292,8

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,551
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	11,1
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	10,6

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

(1): Por el fabricante

Figura 10 Conductor aislado 35 kV 1/0 AWG RHZ1 2OL



FICHA TÉCNICA DE OFERTA

Naturgy

Fabricante:	-
Código fabricante:	-
Material	
Designación:	Conductor aislado 15 kV, 750kcmil RHZ1 2OL 133%
Código:	935686
	Especificado Ofertado
Norma:	ICEA S 94 649:2004

Características Constructivas

Apto para bandeja portacable:	(Si/No)
Material / Tipo de conductor:	Aluminio / Compacto
Tipo de obturación en el conductor:	-
Tipo de obturación en la pantalla:	-
Material de la pantalla:	Hilos de cobre
Material de la cubierta:	Polietileno

Características dimensionales

Diámetro del alambre de Aluminio (mm):	2,82
Diámetro nominal del conductor compactado (mm):	23,1
Espesor aislante (mm):	5,58
Espesor semiconductor del conductor (mm):	0,51
Espesor semiconductor del aislamiento (mm):	1,02
Espesor mínimo cubierta (mm):	1,78
Número de hilos conductor:	61
Diámetro máximo total del cable (mm):	45,8
Sección del conductor (mm ²):	380
Número de hilos de la pantalla de cobre:	24
Sección pantalla de cobre (AWG)	12
Sección pantalla de cobre (mm ²)	79

Características Mecánicas

Carga de rotura (daN):	≥ 6009
Peso del aluminio (daN/m):	1,0264
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1):	23,0 x 10 ⁻⁶
Elongación mín. en 250 mm (%):	1,7
Densidad a 20°C (daN/m ³):	2654,56
Tensión máx. Tendido ⁽¹⁾ (daN):	-
Radio mín. de curvatura (mm):	366,4

Características Eléctricas

Resistencia en C.C. a 25° C (mΩ/m):	0,0774
Coef. Variación lineal de la resistencia (Ω/°C) ⁽¹⁾ :	-
Intensidad c/c máx. Conductor a 0,2 seg (kA):	79
Intensidad c/c máx. Pantalla a 0,2 seg (kA):	16,9

Certificaciones

Certificación ISO 9001: (SI/NO)	Si
Certificación 14001: (Opcional)	Opcional
Otras ⁽¹⁾ :	-

Observaciones a la Especificación:

Aislamiento al 133%, solo utilizado para áreas revertidas

(1): Por el fabricante

Figura 11 Conductor aislado 15 kV 750 kcmil RHZ1 2OL - 133%



6.2. Ejemplo de Zanjas Tipo

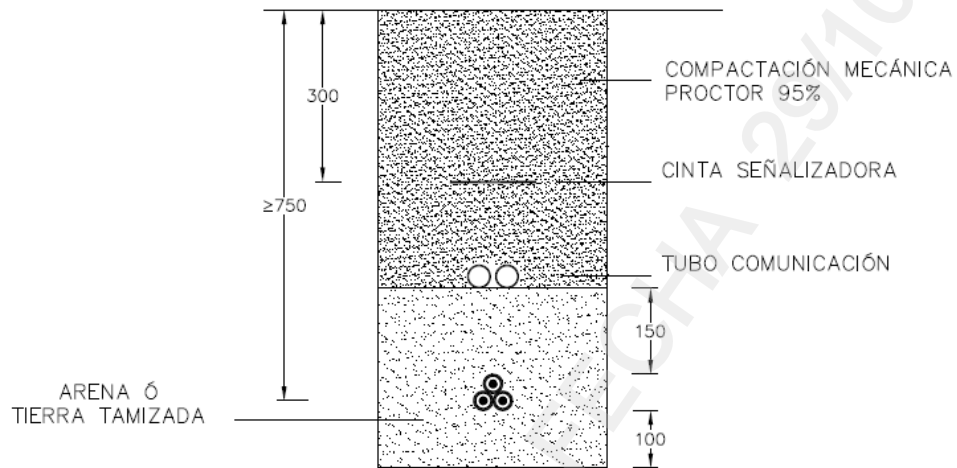


Figura 12 Canalización de cable directamente enterrado

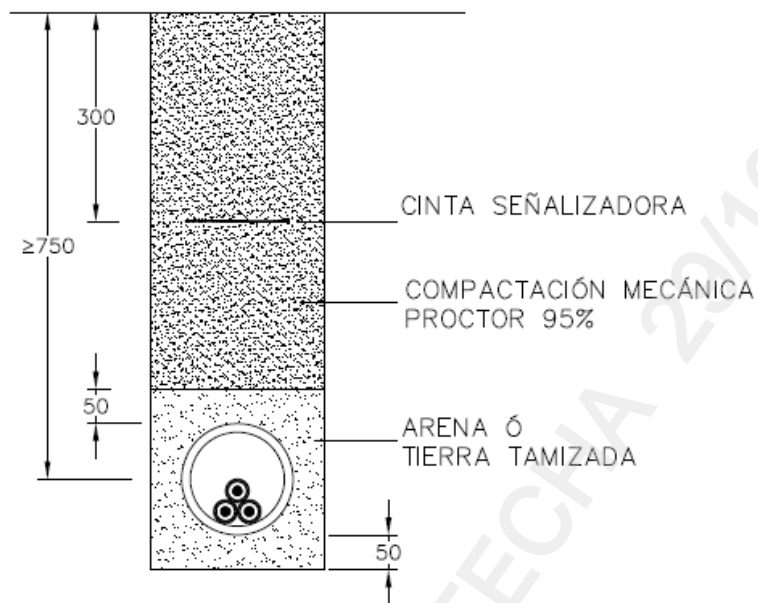


Figura 13 Canalización en tubo directamente enterrado

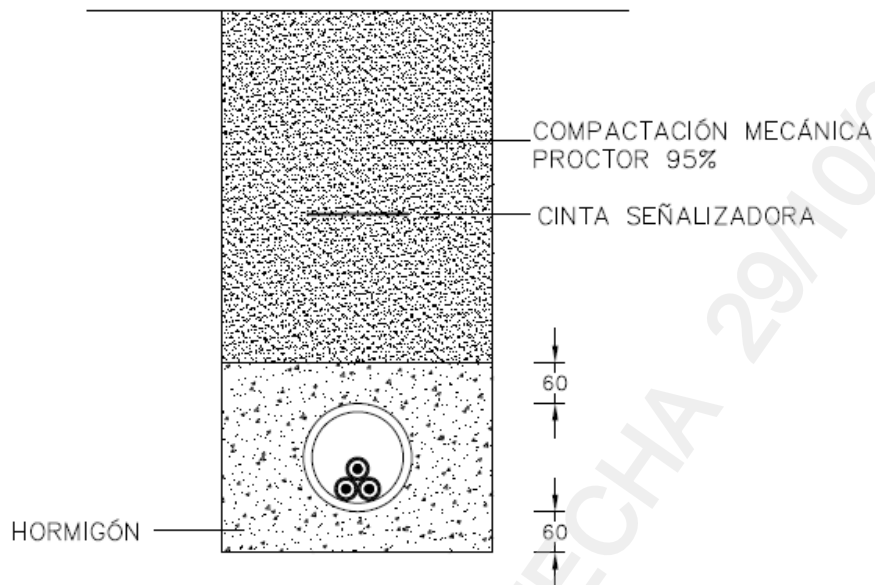


Figura 14 Canalización en tubo hormigonado

DOCUMENTO VIGENTE A FECHA 29/10/2024