

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA PROVISIÓN DE**

**CABLES DE ALTA, MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**TABLA DE CONTENIDO**

[1 ALCANCE 3](#_Toc530028002)

[2 BARRAJES TUBULARES 3](#_Toc530028003)

[2.1 NORMAS 3](#_Toc530028004)

[2.2 PRUEBAS 3](#_Toc530028005)

[2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS 3](#_Toc530028006)

[3 CABLES DE ALUMINIO Y ACERO ALUMINIZADO 4](#_Toc530028007)

[3.1 NORMAS 4](#_Toc530028008)

[3.2 CONDUCTOR DE ALUMINIO 4](#_Toc530028009)

[3.3 CABLE DE GUARDA 5](#_Toc530028010)

[3.4 EMPAQUE 5](#_Toc530028011)

[3.5 PRUEBAS 5](#_Toc530028012)

[4 CABLES DE COBRE DESNUDO 5](#_Toc530028013)

[4.1 NORMAS 5](#_Toc530028014)

[4.2 CONDUCTOR DE COBRE 6](#_Toc530028015)

[4.3 EMPAQUE 6](#_Toc530028016)

[4.4 PRUEBAS 6](#_Toc530028017)

[5 INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA 6](#_Toc530028018)

[6 CABLES DE FUERZA Y CONTROL 9](#_Toc530028019)

[6.1 NORMAS 9](#_Toc530028020)

[6.2 REQUISITOS GENERALES 9](#_Toc530028021)

[7 INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA 12](#_Toc530028022)

[8 CABLES DE MEDIA TENSIÓN Y TERMINALES PREMOLDEADOS 13](#_Toc530028023)

[8.1 NORMAS 13](#_Toc530028024)

[8.2 CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN 14](#_Toc530028025)

[8.3 TERMINALES PREMOLDEADOS 15](#_Toc530028026)

[9 INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA 15](#_Toc530028027)

# ALCANCE

Este documento especifica los requerimientos detallados para el diseño, fabricación, pruebas y suministro de barrajes tubulares, conductores de aluminio y acero aluminizado, cobre desnudo y cables aislados de fuerza y de control.

Estos elementos deben cumplir con las características técnicas garantizadas y deben ser diseñados de acuerdo con los requerimientos estipulados en los documentos de diseño.

# BARRAJES TUBULARES

## NORMAS

Los barrajes tubulares deben cumplir con las prescripciones de la última edición de la norma IEC 60114: "Recommendation for heat-treated aluminium alloy busbar material of the aluminium-magnesium - silicon type".

## PRUEBAS

### PRUEBAS TIPO

Se debe entregar una copia a ENDE CORPORACIÓN de los reportes de pruebas tipo que satisfagan las prescripciones de las normas aplicables, hechas sobre materiales similares.

### PRUEBAS DE RUTINA

Los barrajes tubulares deben ser sometidos a las pruebas de rutina de acuerdo con lo estipulado en las normas aplicables.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | País |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** |
| 4 | Norma |  | IEC 60114 |
| 5 | Material Al.Mg.Si |  | Sí |
| 6 | Diámetro exterior | mm |  120 |
| 7 | Espesor de la pared | mm |  6 |
| 8 | Sección | mm² | *A informar en la CMCT\** |
| 9 | Resistencia de ruptura a la tracción (Rm) | N/mm² | 195 |
| 10 | Límite elástico |  |  |
|  | a)   Mínimo (Rp 0,2) | N/mm² | 165 |
|  | b)   Máximo (Rp' 0,2) | N/mm² | *A informar en la CMCT\** |
| 11 | Elongación después de la ruptura (muestra A5) | % | 8 |
| 12 | Densidad | kg/dm3 | 2,7 |
| 13 | Dureza Brinel | HB | *A informar en la CMCT\** |
| 14 | Módulo de elasticidad (E) | N/mm² | *A informar en la CMCT\** |
| 15 | Resistividad a 20 °C | .mm²/m | *A informar en la CMCT\** |
| 16 | Coeficiente de variación de la resistencia eléctrica a masa constante | 1/°C | *A informar en la CMCT\** |
| 17 | Coeficiente de dilatación lineal | 1/°C | *A informar en la CMCT\** |
| 18 | Capacidad de corriente para una temperatura del conductor de 85 °C y del ambiente de 30 °C con una velocidad de viento de 1m/s y un factor de emisión de 0,5 sin sol | A | >3140 |
| 19 | Densidad de corriente de cortocircuito admisible | A/mm2 | *A informar en la CMCT\** |

\* Los valores de estas casillas deberán ser presentados por el proponente adjudicado durante la Reunión de Concertación de Mejores Condiciones Técnicas (CMCT), posterior a la adjudicación.

# CABLES DE ALUMINIO Y ACERO ALUMINIZADO

## NORMAS

Los cables deben cumplir las disposiciones aplicables de las últimas versiones de las siguientes normas:

* IEC 60207: "Aluminium stranded conductors"
* IEC 60885: "Electrical test methods for electric cables"
* IEC 61089: "Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors"
* ASTM B 230: "Specification for Aluminum 1350-H19 Wire for Electrical Purposes"
* ASTM B 231: "Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminum Conductors"
* ASTM B 416: “Concentric-Lay-Stranded, Aluminium Clad Steel Conductor”

## CONDUCTOR DE ALUMINIO

El conductor debe ser de aluminio trenzado tipo AAC (All Aluminum Conductor), grado 1350 (EC)-H19, clase AA o A o similar como lo indican las normas ASTM B 230 y ASTM B 231 y debe cumplir con las características garantizadas adjuntas.

Individualmente cada alambre de aluminio que forme parte del conductor, debe conformarse con la designación B 230 de la ASTM.

El cableado de cada capa del conductor debe ser lo más compacto posible y el cableado de la capa exterior debe ser en el sentido derecho.

El aluminio debe ser de la mayor pureza obtenida comercialmente y el Contratista debe suministrar certificados de análisis que den el porcentaje y la naturaleza de las impurezas del aluminio que se utiliza para la fabricación de los alambres.

***Nota***: Capacidad de corriente del conductor se debe calcular teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

* Coeficiente de absorción solar
* Intensidad de la radiación solar
* Velocidad del viento
* Temperatura ambiente
* Emisividad con respecto al cuerpo negro

## CABLE DE GUARDA

El cable de guarda será de tipo de acero aluminizado (Alumoweld) y debe cumplir con las características garantizadas adjuntas.

El cable debe estar formado por siete alambres de aluminio soldados sobre un núcleo de acero y debe estar de acuerdo con la Norma ASTM B 416.

## EMPAQUE

Todos los cables deben suministrarse en carretes tal como se especifica en el capítulo de requerimientos generales.

## PRUEBAS

Para la aceptación de los cables se deben realizar las pruebas de rutina estipuladas en las Normas ASTM e IEC aplicables.

El Contratista debe remitir reportes de prueba tipo de los materiales y/o cables cuando ENDE CORPORACIÓN lo solicite. Las pruebas tipo deben haber sido efectuadas en materiales y/o cables similares a los del suministro objeto del contrato, basadas en los requerimientos estipulados en las Normas ASTM e IEC aplicables.

# CABLES DE COBRE DESNUDO

## NORMAS

Los cables deben cumplir las disposiciones aplicables de las últimas versiones de las siguientes normas:

1. ASTM B 8: "Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard or Soft".
2. ASTM B 496: "Compact Round Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors"

## CONDUCTOR DE COBRE

Los cables de cobre desnudo serán fabricados con alambre de cobre suave, electrolítico, recocido, sin estañar, trenzados en capas concéntricas. Estos cables deben cumplir con los requisitos establecidos por la norma ASTM-B8. El área de las secciones de los cables será de 107 y 70 mm².

El número de hilos para cada uno de los tipos de cable especificado será:

* Cable de 107 mm²: 19 hilos
* Cable de 70 mm²: 19 hilos

## EMPAQUE

Todos los cables deben suministrarse en carretes tal como se especifica en el capítulo de requerimientos generales.

## PRUEBAS

Para la aceptación de los cables se deben realizar las pruebas de rutina estipuladas en las Normas ASTM aplicables.

El Contratista adjudicado debe remitir reportes de prueba tipo de los materiales y/o cables cuando ENDE CORPORACIÓN lo solicite. Las pruebas tipo deben haber sido efectuadas en materiales y/o cables similares a los del suministro objeto del contrato, basadas en los requerimientos estipulados en las Normas ASTM aplicables.

# INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

El proponente adjudicado, deberá presentar la siguiente documentación complementaria, misma que será evaluada (aprobada o rechazada) por ENDE CORPORACIÓN durante la Reunión de Mejores Condiciones Técnicas.

Al presentar la oferta, se entiende que el proponente revisó y se compromete a cumplir con los requerimientos mínimos presentados en la siguiente tabla.

Los datos técnicos complementarios, de manera excepcional podrían ser modificados para compatibilizar con el resto de los sistemas y bajo aprobación de ENDE CORPORACIÓN.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **CONDUCTOR RAIL** |  |  |
|  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** | | 1 | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** | | 2 | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** | | 3 | Norma |  | ASTM B231 | | 4 | Sección del conductor Aluminio | mm² | 483.6 ±2 | | 5 | Sección conductor Acero | mm² | 33.46 ±2 | | 6 | Código |  | RAIL | | 7 | Tipo de conductor |  | ACSR | | 8 | Número de alambres aluminio |  | 45 | | 9 | Número de alambres acero |  | 7 | | 10 | Diámetro de cada alambre aluminio | mm | *3.7 ± 0.5* | | 11 | Diámetro de cada alambre acero | mm | *2.46 ± 0.5* | | 12 | Diámetro total del conductor | mm | *29,6± 1* | | 13 | Características del cable |  |  | |  | a)   Tensión de ruptura mínima | kN | *A informar en la CMCT\** | |  | b)   Máxima resistencia c.c. a 20°C | /km | *0.0591±0.01* | |  | c)   Resistividad a 20°C | -mm2/m | *A informar en la CMCT\** | |  | d)   Coeficiente de expansión lineal | 1/°C | *A informar en la CMCT\** | |  | e)   Coeficiente de temperatura a 20°C | 1/°C | *A informar en la CMCT\** | |  | f)     Módulo de elasticidad | N/mm² | *A informar en la CMCT\** | |  | g)   Densidad a 20°C | kg/dm3 | *A informar en la CMCT\** | |  | h)   Capacidad de corriente | A | *993 ± 30* |   \* Los valores de estas casillas deberán ser presentados por el proponente adjudicado durante la Reunión de Concertación de Mejores Condiciones Técnicas (CMCT), posterior a la adjudicación. |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **CABLE DE GUARDA DE ACERO ALUMINIZADO** | |  |  |
|  |  |  |  |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Norma |  | ASTM B416 |
| 4 | Código |  | 7 No. 9 |
| 5 | Número de hilos | mm | 7 |
| 6 | Diámetro de cada alambre | mm | 2,9 |
| 7 | Diámetro total | mm | 8,71 |
| 8 | Sección | mm² | 46,44 |
| 9 | Resistencia c.c. a 20°C | /km | *A informar en la CMCT\** |
| 10 | Carga de ruptura | kgf | *6985* |
| 11 | Carga máxima de trabajo | kgf | *A informar en la CMCT\** |
| 12 | Densidad a 20°C | kg/dm3 | *A informar en la CMCT\** |
| 13 | Masa | kg/m | *A informar en la CMCT\** |
| 14 | Módulo de elasticidad | MPa | *A informar en la CMCT\** |
| 15 | Coeficiente de dilatación lineal | 1/ °C | *A informar en la CMCT\** |
| 16 | Coeficiente de temperatura a masa constante a 20°C | 1/°C | *A informar en la CMCT\** |
|  |  |  |  |
| **CABLE DE COBRE DESNUDO** | |  |  |
|  |  |  |  |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Norma |  | ASTM B8 |
| 4 | Material del conductor |  | Cobre puro |
| 5 | Sección del conductor |  |  |
|  | a) Calibre 4/0 AWG | mm² | 107 |
|  | b) Calibre 2/0 AWG | mm² | 70 |
| 6 | Número de alambres |  | 19 |
| 7 | Características del cable |  |  |
|  | a)   Tensión de ruptura mínima | kN | *A informar en la CMCT\** |
|  | b)   Máxima resistencia c.c. a 20°C | /km | ≤0.168 (ohm/km) |
|  | c)   Resistividad a 20°C | -mm2/m | *A informar en la CMCT\** |
|  | d)   Coeficiente de expansión lineal | 1/°C | *A informar en la CMCT\** |
|  | e)   Coeficiente de temperatura a 20°C | 1/°C | *A informar en la CMCT\** |
|  | f)     Módulo de elasticidad | N/mm² | *A informar en la CMCT\** |
|  | g)   Densidad a 20°C | kg/dm3 | *A informar en la CMCT\** |
|  | h)   Capacidad de corriente | A | *A informar en la CMCT\** |

# CABLES DE FUERZA Y CONTROL

## NORMAS

Los cables deben cumplir las disposiciones aplicables de las últimas versiones de las siguientes normas:

* IEC 60228: "Conductors of insulated cables"
* IEC 60332: "Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions”
* IEC 60502: “Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV)
* IEC 60754:  "Test on gases evolved during combustion of electric cables"
* IEC 60811: " Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials"
* IEC 60885: "Electrical test methods for electric cables"
* ASTM B8: "Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard or Soft"
* ASTM B496: "Specification for Compact round concentric-lay-stranded copper conductors"

## REQUISITOS GENERALES

### CONDUCTORES

Los conductores deben estar formados por alambres de cobre suave electrolítico de sección circular. Los conductores deben los requerimientos para la clase 2 estipulados en la Norma IEC 60228.

### AISLAMIENTO

El aislamiento debe ser del tipo PVC/A y cumplir con los requerimientos de la Tabla II de la Norma IEC 60502-1 y los de la Norma NTC 1099 para los cables con aislamiento igual o menor que 0,6/1 kV.

El aislamiento debe aplicarse de tal forma que se le dé la mayor adherencia posible pero permitiendo retirar el aislamiento, sin dañar el conductor.

### RELLENO

Cuando sea necesario utilizar relleno en los intersticios de los cables para dar al conjunto una sección transversal sustancialmente redonda, se deben utilizar compuestos basados en plásticos. El relleno debe estar de acuerdo con los requerimientos de la Norma IEC 60502, Cláusula 6.6.

### CUBIERTA EXTERIOR EXTRUIDA

La cubierta interior extruida debe ser adecuada para la temperatura de operación del cable y compatible con el material del aislamiento. En caso de no utilizarse relleno, la cubierta interior debe penetrar los espacios entre los núcleos, pero sin adherirse a éstos. Una vez aplicada la cubierta interior, el conjunto debe tener una forma prácticamente circular.

La cubierta interior debe estar de acuerdo con los requerimientos de la Norma IEC 60502, Cláusula 6.6.

### PANTALLA

La pantalla deberá ser de cobre y su aplicación podrá ser preferiblemente mediante trenzas de tal forma que se obtenga al menos un recubrimiento del 90% para los cables con aislamiento igual o inferior a 0,6/1 kV. En cualquier caso, la resistencia a la corriente continua de la pantalla debe ser inferior a 2 Ω/km a 20 ºC.

### CHAQUETA

La chaqueta debe ser de compuestos de policloruro de vinilo y cumplir con los requerimientos para el PVC/ST1 o PVC/ST2 para los cables con aislamiento 0,6/1 kV, de acuerdo con la Tabla 8 de la Norma IEC 60502.

La chaqueta debe ser extruida sobre la pantalla pero sin adherirse a ésta. Un separador consistente en una película o una cinta puede ser usado para tal fin.

Los cables deberán tener hilo de nylon para facilidad de remoción de la chaqueta exterior.

### IDENTIFICACIÓN

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS CABLES

El cable debe ir adecuadamente marcado en la chaqueta con impresión en sobre-relieve de manera legible, al menos con la siguiente información:

1. Fabricante
2. Tensión de aislamiento
3. Uo/U = 0,6/1 kV
4. Número de núcleos
5. Sección de cada núcleo en mm²
6. Material del conductor
7. Temperatura máxima de operación
8. Año de fabricación.
9. Longitud en metros, de manera consecutiva ascendente.

Por ejemplo, un cable de control de aislamiento Uo/U = 0,6/1 kV de doce núcleos de cobre de 2,5 mm² para operación hasta 75 grados debe marcarse de la siguiente forma, o similar:

**FABRICANTE - 0,6/1 kV - 12x2,5 mm2 – Cu – 75°C - 2012 0123 m.**

La separación entre marcas debe ser 1 m. El color de la chaqueta debe ser negro.

Cuando por problemas de fabricación, no es posible que la marca en relieve sea correctamente legible, el fabricante podrá utilizar tinta indeleble para la identificación de los cables.

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS NÚCLEOS

Los núcleos de los cables de control deben ser identificados con números bajo las siguientes características:

1. Aislamiento de color negro para control y en colores para potencia.
2. Números de color blanco
3. La numeración debe comenzar por uno en la capa interna
4. Debe colocarse una raya debajo de cada número
5. Cada número debe estar invertido con relación al precedente
6. La máxima separación entre números no debe exceder 50 mm
7. La impresión de los números debe ser legible e indeleble

Cuando el espesor del aislamiento no permita la utilización de la marcación mediante números que sea lo suficientemente legible (por ejemplo los núcleos de 0,5 mm²), se podrá utilizar marcación con código de colores.

Los núcleos de los cables de fuerza deben cumplir el código de colores para conductores aislados de conformidad con las recomendaciones dadas por el RETIE.

### CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los cables aislados serán instalados en cárcamos y por lo tanto deben soportar condiciones de inmersión en agua por períodos prolongados. Los cables deberán ser aprobados para uso en bandejas portacables (tipo TC -Tray Cable) y pisos falsos. Adicionalmente deben ser no atractivos para los roedores.

### EMPAQUE

Todos los conductores deben suministrarse en carretes tal como se especifica en el capítulo de requerimientos generales.

### PRUEBAS

Para la aceptación de los cables se deben realizar las pruebas de rutina estipuladas en las Publicaciones IEC 60228 Cláusula 6 e IEC 60502-1 Cláusula 15.

El Contratista adjudicado, deberá remitir los reportes de prueba tipo de los materiales y/o cables cuando ENDE CORPORACIÓN lo solicite. Las pruebas tipo deben haber sido efectuadas en materiales y/o cables similares a los del suministro objeto del contrato, basadas en los requerimientos estipulados en las Publicaciones IEC 60228, IEC 60332, IEC 60502, IEC 60811, ASTM B8 y ASTM B496.

# INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

El proponente adjudicado, deberá presentar la siguiente documentación complementaria, misma que será evaluada (aprobada o rechazada) por ENDE CORPORACIÓN durante la Reunión de Mejores Condiciones Técnicas.

Al presentar la oferta, se entiende que el proponente revisó y se compromete a cumplir con los requerimientos mínimos presentados en la siguiente tabla.

Los datos técnicos complementarios, de manera excepcional podrían ser modificados para compatibilizar con el resto de los sistemas y bajo aprobación de ENDE CORPORACIÓN.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **CABLE DE FUERZA 0,6/1 kV** | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | País |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** |
| 4 | Norma |  | IEC 60502-1 |
| 5 | Tensión asignada | kV | 0,6/1 |
| 6 | Material del conductor |  | Cobre |
| 7 | Material del aislamiento |  | PVC |
| 8 | Temperatura de operación | ºC | 70 |
| 9 | Resistencia de la pantalla en c.c. a 20C | /km | <= 2 |
| 10 | Sección del conductor |  |  |
|  | a)    Núcleos de 4 mm² | mm² | 4 |
|  | b)    Núcleos de 16 mm² | mm² | 16 |
|  | c)    Núcleos de 25 mm² | mm² | 25 |
|  | d)    Núcleos de 35 mm² | mm² | 35 |
|  | e)   Núcleos de 70 mm² | mm² | 70 |
|  | f)    Núcleos de 95 mm² | mm² | 95 |
| 11 | Apto para uso en cárcamos |  | Si |
| 12 | Cumplimiento código de colores según el RETIE |  | Si |
| 13 | Aislamiento retardante a la llama y autoextinguible. |  | Si |
|  | | | |
| **CABLE DE CONTROL 0,6/1 kV** | |  |  |
|  |  |  |  |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | País |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** |
| 4 | Norma |  | IEC 60502-1 |
| 5 | Tensión asignada | kV | 0,6/1 |
| 6 | Material del conductor |  | Cobre |
| 7 | Material del aislamiento |  | PVC |
| 8 | Temperatura de operación | ºC | 70 |
| 9 | Resistencia de la pantalla en c.c. a 20C | /km | <= 2 |
| 10 | Sección del conductor |  |  |
| a)    Núcleos de 1,5 mm² | mm² | 1,5 |
| b)   Núcleos de 2,5 mm² | mm² | 2,5 |
| c)   Núcleos de 4 mm² | mm² | 4 |
| d)   Núcleos de 6 mm² | mm² | 6 |
| 11 | Apto para uso en cárcamos |  | Si |
| 12 | Aislamiento retardante a la llama y autoextinguible. |  | Si |

\* Los valores de estas casillas deberán ser presentados por el proponente adjudicado durante la Reunión de Concertación de Mejores Condiciones Técnicas (CMCT), posterior a la adjudicación.

# 7.1 TIPOS O CLASE DE CABLES DE CONTROL Y FUERZA A UTILIZAR

**CABLE DE FUERZA 0,6/1 Kv**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UN** | **SE PADILLA** | **SE MONTEAGUDO** | **SE CAMIRI** | **TOTAL** |
|
|
| **1** | F - 2 x 2,5 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **2** | F - 4 x 10 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **3** | F - 4 x 16 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **4** | F - 1 x 70 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |

**CABLE DE CONTROL 0,6/1 Kv**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN** | **UN** | **SE PADILLA** | **SE MONTEAGUDO** | **SE CAMIRI** | **TOTAL** |
|
|
| **1** | C - 2 x 6,0 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **2** | C - 2 x 16,0 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **3** | C - 4 x 2,5 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **4** | C - 4 x 2,5 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **5** | C - 12 x 2,5 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |
| **6** | C - 24 x 2,5 mm² | m | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR | A CALCULAR |

# CABLES DE MEDIA TENSIÓN Y TERMINALES PREMOLDEADOS

## NORMAS

Los cables deben cumplir las disposiciones aplicables de las últimas versiones de las siguientes normas:

* IEC 60228: "Conductors of insulated cables"
* IEC 60332: "Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions”
* IEC 60502: “Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)”
* IEC 60754:  "Test on gases evolved during combustion of electric cables"
* IEC 60811: "Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables"
* IEC 60885: "Electrical test methods for electric cables"
* ASTM B8: "Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard or Soft"
* ASTM B496: "Specification for Compact round concentric-lay-stranded copper conductors"
* NEMA WC 74 / ICEA S-93-639: “5-46 KV Shielded Power Cable for Use in the Transmission and Distribution of Electric Energy”.
* IEEE 48: “IEEE Standard for Test Procedures and Requirements for Alternating Current Cable Terminations Used on Shielded Cables Having Laminated Insulation Rated 2.5 kV through 765 kV or Extruded Insulation Rated 2.5 kV through 500 kV”.

## CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN

Los alambres y el conductor de cobre serán diseñados y probados conforme con las Publicaciones ASTM correspondientes. A continuación del conductor deberá disponerse una cinta semiconductora para permitir una completa adherencia del aislamiento.

El aislamiento será de polietileno reticulado extruido concéntricamente sobre la cinta semiconductora del conductor. El promedio y el mínimo del aislamiento estará conforme con los requerimientos de las Publicaciones ICEA. Sobre la superficie exterior del aislamiento deberá disponerse una cinta semiconductora instalada en forma concéntrica con la cinta interior, con el objeto de lograr una distribución uniforme y radial del campo eléctrico.

Sobre la cinta semiconductora exterior se deberá colocar una cinta metálica de cobre con las características establecidas en las correspondientes Publicaciones. Finalmente debe disponerse una chaqueta de PVC para protección mecánica del cable.

El Contratista deberá enviar una recomendación de la forma en que deberán ser puestas a tierra las pantallas de los cables, para su aprobación.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS CABLES

El cable debe ir adecuadamente marcado en la chaqueta con impresión en sobre relieve de manera legible, al menos con la siguiente información:

1. Fabricante
2. Tensión de aislamiento
3. Material del conductor
4. Material del aislamiento
5. Temperatura máxima de operación.
6. Sección del conductor en mm²
7. Año de fabricación

La separación entre el final de una marca y el comienzo de la otra no debe exceder a 1 m. El color de la chaqueta debe ser negro.

Cuando por problemas de fabricación, no es posible que la marca en relieve sea correctamente legible, el fabricante podrá utilizar tinta indeleble para la identificación de los cables.

### EMPAQUE

Todos los conductores deben suministrarse en carretes tal como se especifica en el capítulo de requerimientos generales.

## TERMINALES PREMOLDEADOS

Para la conexión de los cables de media tensión a los diferentes equipos se utilizarán terminales premoldeados diseñados por el Contratista de tal forma que cumplan con las características térmicas, mecánicas y de aislamiento de los sistemas a 36 kV, y las condiciones de los sitios de utilización según lo establecido en capítulo de Requerimientos Generales, garantizando su adecuado funcionamiento y durabilidad.

El Contratista deberá diseñar la forma de fijación del cable y su terminal y la conexión mediante platinas y enlaces flexibles de cobre de suficiente capacidad, para fijación con pernos entre el terminal del cable y los terminales de los diferentes equipos con los elementos requeridos para evitar esfuerzos de dilatación sobre los terminales, incluyendo los requeridos para la conexión al devanado terciario de los autotransformadores.

El Contratista deberá suministrar también prensaestopas metálicos del tamaño y capacidad adecuada para soportar los cables en las cajas donde llegarán. Estos prensaestopas no deberán permitir circulaciones de corriente por la inducción que se tenga debido a la circulación de la corriente de carga en el cable.

El Contratista deberá enviar a ENDE CORPORACIÓN una descripción clara y precisa de la forma en que deberá realizarse la instalación de los cables y terminales.

### PRUEBAS

Para la aceptación de los cables de medida tensión y terminales premoldeados, se deben realizar las pruebas de rutina estipuladas en las Normas IEC, ICEA y ASTM aplicables.

Deberán remitirse reportes de prueba tipo de los materiales y/o cables cuando ISA lo solicite. Las pruebas tipo deben haber sido efectuadas en materiales y/o cables similares a los del suministro objeto del contrato, basadas en los requerimientos estipulados en las Publicaciones Normas IEC, ICEA y ASTM aplicables.

# INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

El proponente adjudicado, deberá presentar la siguiente documentación complementaria, misma que será evaluada (aprobada o rechazada) por ENDE CORPORACIÓN durante la Reunión de Mejores Condiciones Técnicas.

Al presentar la oferta, se entiende que el proponente revisó y se compromete a cumplir con los requerimientos mínimos presentados en la siguiente tabla.

Los datos técnicos complementarios, de manera excepcional podrían ser modificados para compatibilizar con el resto de los sistemas y bajo aprobación de ENDE CORPORACIÓN.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CABLES DE MEDIA TENSIÓN A 36 kV** | | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | Fabricante | |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | País | |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Referencia | |  | *A informar en la CMCT\** |
| 4 | Norma | |  | NEMA WC 74 / ICEA S-93-639 IEC 60502-2 |
| 5 | Tensión asignada | | kV | 35 |
| 6 | Material del conductor | |  | Cobre |
| 7 | Material del aislamiento | |  | XLPE |
| 8 | Sección del conductor | | mm2 | 253,4 |
| 9 | Tipo de conductor | | Clase | 2 |
| 10 | Diámetro total del cable | | mm | 50,3 |
| 11 | Radio mínimo de curvatura | |  | 10 D exterior |
| 12 | Porcentaje de nivel de aislamiento | | % | 133 |
| 13 | Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up) | | kV | 200 |
| 14 | Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (Ud) | | kV | 95 |
| 15 | Resistencia de la pantalla en c.c. a 20°C | | W/km | 2 |
|  |  | |  |  |
| **TERMINALES PREMOLDEADOS PARA CABLE AISLADO 36 kV, TIPO EXTERIOR** | | | | |
| **ÍTEM** | | **DESCRIPCIÓN** | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | | Fabricante |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | | País |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | | Referencia |  | *A informar en la CMCT\** |
| 4 | | Norma |  | IEEE48 |
| 5 | | Tipo |  | Exterior |
| 6 | | Tensión asignada | kV | 36 |
| 7 | | Material |  | Polimérico |
| 8 | | Sección conductor para el terminal | mm2 | 253,4 |
| 9 | | Porcentaje de nivel de aislamiento | % | 133 |
| 10 | | Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up) | kV | 200 |
| 11 | | Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (Ud) | kV | 95 |
|  | |  |  |  |
| **TERMINALES PREMOLDEADOS PARA CABLE AISLADO 36 kV, TIPO INTERIOR** | | | | |
|  |  | |  |  |
| **ÍTEM** | **DESCRIPCIÓN** | | **UNIDAD** | **REQUERIDO** |
| 1 | Fabricante | |  | *A informar en la CMCT\** |
| 2 | País | |  | *A informar en la CMCT\** |
| 3 | Referencia | |  | *A informar en la CMCT\** |
| 4 | Norma | |  | IEEE48 |
| 5 | Tipo | |  | Premoldeado Interior |
| 6 | Tensión asignada | | kV | 36 |
| 7 | Material | |  | Polimérico |
| 8 | Sección conductor para el terminal | | mm2 | 253,4 |
| 9 | Porcentaje de nivel de aislamiento | | % | 133 |
| 10 | Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up) | | kV | 200 |
| 11 | Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (Ud) | | kV | 95 |

\* Los valores de estas casillas deberán ser presentados por el proponente adjudicado durante la Reunión de Concertación de Mejores Condiciones Técnicas (CMCT), posterior a la adjudicación.