



---

Gerencia de Sector Estudios y Proyectos  
Área Trasmisión

---

## **PARTE II**

### **CAPITULO 8**

#### **CONDUCTORES, CONECTORES, AISLADORES Y HERRAJES**

**INDICE**

<b>8.1</b>	<b>OBJETO</b>	<b>4</b>
<b>8.2</b>	<b>NORMAS DE CONSULTA</b>	<b>4</b>
<b>8.3</b>	<b>CONECTORES Y HERRAJES</b>	<b>5</b>
8.3.1	GENERALIDADES	5
8.3.2	BULONERÍA	5
8.3.3	CONECTORES	6
8.3.3.1	Separadores	7
8.3.3.2	Ensayos	7
8.3.4	HERRAJES	8
<b>8.4</b>	<b>CONDUCTORES</b>	<b>9</b>
8.4.1	CONDUCTOR FLEXIBLE	9
8.4.1.1	Normas y aclaraciones	9
8.4.1.2	Valores especificados y características	9
8.4.1.3	Soldadura de los Hilos	9
8.4.1.4	Carretes	10
8.4.1.5	Preservación de madera contra insectos xilófagos	10
8.4.1.6	Marcas y Longitudes	11
8.4.2	CONDUCTOR TIPO ACSR	11
8.4.3	CONDUCTOR TIPO AAC	12
8.4.4	ENSAYOS	12
8.4.4.1	Ensayos de control de calidad	13
8.4.4.2	Ensayos de aceptación	13
8.4.4.3	Ensayos de rutina durante el proceso de fabricación	14
8.4.5	CABLE DE GUARDIA	15
8.4.5.1	Generalidades	15
8.4.5.2	Normas y aclaraciones	15
8.4.5.3	Valores especificados	15
8.4.5.4	Ensayo de rutina y muestreo para cables de guardia	15
8.4.6	CONDUCTORES RÍGIDOS TUBULARES	16
8.4.6.1	Normas y aclaraciones	16
8.4.6.2	Valores especificados	16
8.4.6.3	Planilla de datos técnicos garantizados	17
8.4.6.4	Ensayos	17
<b>8.5</b>	<b>AISLADORES DE CADENA</b>	<b>19</b>
8.5.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	19
8.5.2	MATERIAL INFORMATIVO Y MUESTRA	19
8.5.3	NORMAS Y ACLARACIONES	19
8.5.4	MATERIAL DIELECTRICO	20
8.5.5	CONSTRUCCIÓN	20
8.5.6	IDENTIFICACIÓN	21
8.5.7	EMBALAJE	21
8.5.8	CARACTERÍSTICAS NOMINALES	22
8.5.9	ENSAYOS	23
8.5.9.1	Generalidades	23
8.5.9.2	Ensayos a realizar sobre aisladores	23

<b>8.6</b>	<b>AISLADORES SOPORTE</b>	<b>26</b>
8.6.1	GENERALIDADES	26
8.6.2	APROBACIÓN DE SUMINISTRO.	26
8.6.3	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS	26
8.6.4	ENSAYOS DE RUTINA Y MUESTREO	27
<b>8.7</b>	<b>REPUESTOS</b>	<b>27</b>

## 8.1 OBJETO

En este capítulo se especifican los conductores flexibles y rígidos, conectores, herrajes, aisladores de plato y aisladores soporte necesarios para entregar la Obra en condiciones de funcionamiento industrial.

## 8.2 NORMAS DE CONSULTA

Las normas que a continuación se detallan contienen disposiciones válidas para esta especificación, y que las complementan en el momento de su puesta en vigencia. Las normas de referencia para especificación y ensayos son las siguientes:

- IEC 60888: Zinc – coated Steel wires for stranded conductors.
- IEC 60889: Hard – drawn aluminium wire for overhead line conductors.
- IEC 61089: Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors.
- NEMA C80: Zinc – coated rigid steel conduit.
- NEMA CC 1 – 2009 –Electric power connection for substations.
- IEEE 605-2008-Guide for Bus Design in Air Insulated Substations
- ASTM B 193-02 Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials.
- ASTM B 557M – 02a Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products.
- ASTM B241 / B241M – 00: (Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube).
- ASTM B-317: Standard Specification for Aluminum-Alloy Extruded Bar, Rod, Tube, Pipe, Structural Profiles, and Profiles for Electrical Purposes (Bus Conductor).
- IEC 60672-1\_1995 - Ceramic and glass insulating materials. Definitions and classification.
- IEC 60672-2\_1999 - Ceramic and glass insulating materials. Method of test.
- IEC 60672-3\_1997 – Ceramic and glass insulating materials .Specification for individual materials.
- IEC 60168 Test for indoor and outdoor post insulators of ceramic materials or glass for systems with nominal voltages greater than 1000 V.
- IEC 60273 Characteristic of indoor and outdoor post insulators of ceramic materials or glass for systems with nominal voltages greater than 1000 V.
- IEC 60283-1 – Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000V.
- IEC 60120 – Dimension of ball and socket couplings of string insulator unit.
- IEC 60305 – Insulator for overhead lines with a nominal voltage above 1000V. Ceramic or glass insulator units for AC systems characteristics of insulator units of the cap and pin type.
- IEC 61284 – Overhead lines/Requirements and tests for fittings.

## 8.3 CONECTORES Y HERRAJES

### 8.3.1 GENERALIDADES

La morsetería y los conectores deberán estar diseñados para cumplir los siguientes requerimientos:

- No dañar los conductores en condiciones de montaje y servicio.
- Soportar cargas mecánicas propias de la instalación, condiciones de mantenimiento y servicio, corriente nominal especificada y de cortocircuito, temperaturas de servicio y condiciones ambientales.
- Permita facilidad en el montaje y desmontaje con herramientas usuales.
- No deben ocurrir aflojamiento en uniones o fijaciones debido al efecto de vibraciones.
- Asegurar un valor limitado para el efecto corona que este según norma.
- Permita la realización de trabajos con tensión.

Para cada ítem mencionado el Contratista deberá entregar planos de detalle indicando dimensiones, esfuerzos mecánicos y térmicos admisibles y toda información relevante para montaje e instalación. En especial para los conectores de equipos se deberá indicar cual es la cara que hace contacto con el terminal del equipo.

Las formas y dimensiones de la morsetería y herrajes deben permitir una distribución uniforme de los esfuerzos mecánicos de acuerdo con las cargas aplicadas en servicio. Cambios bruscos de curvatura y puntos de concentración de tensiones mecánicas o gradientes de potencial deben ser evitados.

Todas las piezas suministradas deben presentar superficies libres de imperfecciones siendo superficies suaves de manera de no concentrar gradientes de potencial elevados.

Deberá evitarse todo contacto entre superficies metálicas cuya diferencia de potencial electroquímico pudiera provocar una corrosión galvanica capaz de afectar la eficacia del herraje o conector. De no lograrse lo anterior deberá aplicarse una solución adecuada que evite la corrosión galvanica.

### 8.3.2 BULONERÍA

Los pernos, tuercas y arandelas de seguridad para los conectores de aluminio abulonados estarán hechos de acero galvanizado o acero inoxidable con tratamiento anti grip. El galvanizado será efectuado según los requisitos de las normas ASTM. Todos los pernos estarán provistos con cabezas hexagonales o tuercas completos con arandelas partidas o de tipo antivibratorio. Se preverán formas para capturar las cabezas de los bulones y poder realizar una instalación con llave inglesa.

Todos los bulones de ajuste llevarán tuercas, arandelas planas (según corresponda) y arandelas de presión del tipo *Grower o Bellviller*. Las arandelas a presión o elásticas serán cincadas en frio de acuerdo con la norma ASTM B 695.

Se tomarán las precauciones adecuadas para reducir al mínimo la corrosión electrolítica en caso de utilizar materiales disímiles.

La bulonería de acero inoxidable deberá estar preparada con grasa de bisulfuro de molibdeno a fin de evitar el engrane de las tuercas con los bulones. También se utilizará dicha grasa en caso de roscar los bulones en forma directa sobre el material del morseto o conector.

El Contratista especificará el torque de ajuste recomendado para los pernos de los conectores.

### **8.3.3 CONECTORES**

En el caso de las derivaciones de barras y antenas los conectores deberán ser a compresión.

En el caso de la conexión para la derivación vertical del aislador soporte deberán ser a compresión.

En otros casos podrán ser a compresión o abulonados, según el tipo de aplicación.

La capacidad de transmisión de corriente de los conectores será igual o mayor que la del conductor para el cual se diseñó la soldadura o conector.

Las superficies serán lisas, sin irregularidades, de forma de reducir a un mínimo la concentración del campo eléctrico, la radiointerferencia y de no presentar inconvenientes en el ensamblado.

Para los conjuntos de barras rígidas, los conectores serán diseñados para permitir la dilatación y contracción térmica. Se suministrarán conectores (juntas elásticas o elementos deslizantes) cuando se conecten barras rígidas a conectores de potencia.

En caso que corresponda el asiento de cada soldadura o conector abulonado de barra tubular tendrá el diámetro adecuado para el contorno de la barra tubular de tamaño especificado. Los conectores de expansión para barras tubulares deberán permitir expansiones de al menos 14 cm.

El soporte de la barra y los cuerpos de los conectores tendrán marcado el tamaño del conductor para el cual están destinados y la tensión para la cual están designados y con la cual fueron ensayados.

Todas las barras completas incluyendo conductores, abrazaderas, conectores y accesorios asociados así como las pantallas anti-corona serán previstos para no presentar corona visible ni audible a una tensión de ensayo 30% por encima de su máxima tensión de operación nominal a tierra.

El revestimiento de óxido superficial de las estrías de los conductores portadores de corriente será eliminado químicamente después de efectuada la terminación de las superficies. Después de eliminar el óxido, las estrías de los conductores ya tratadas serán completamente revestidas con un compuesto antioxidante para su embarque.

De acuerdo al ítem 4.1.5 de la norma IEC 61284 los conectores deberán contar con las siguientes marcas o identificaciones:

- Identificación: número de referencia/mínima carga de rotura.
- Identificación del fabricante.
- Fecha de manufactura.

- Rango de diámetros o código del conductor.
- Torque o par de ajuste.

#### **8.3.3.1 Separadores**

Los separadores a utilizarse para el conjunto de dos subconductores AAC especificados en el ítem correspondiente a los conductores flexibles definidos en el ítem 8.4.1, deberán mantener la distancia de separación de 450 mm.

Los separadores a utilizarse para el conjunto de cuatro subconductores ACSR especificados en el ítem correspondiente a los conductores flexibles definidos en el ítem 8.4.1, deberán mantener la distancia de separación de 450 mm.

El fabricante especificará el torque de ajuste recomendado para los bulones de los separadores.

Se deberá presentar un plano a escala donde se indiquen las dimensiones del separador, material, su peso, ampacidad, código de identificación.

#### **8.3.3.2 Ensayos**

Los conectores, separadores y accesorios serán sometidos a los ensayos de rutina y muestreo especificados por las Normas NEMA CC 1 – 2009 o IEC 61284, previo a la realización de los mismos deberá presentarse el protocolo de ensayos para su estudio y aprobación.

El mismo criterio se aplicará para los certificados de ensayos de tipo y/o de diseño, que deberán ser entregados para la evaluación por parte de UTE.

### 8.3.4 HERRAJES

Los herrajes para cadenas de aisladores tendrán características mecánicas compatibles con las de los aisladores y conductores asociados.

Las grapas de amarre serán a compresión para conductores de fase, aceptándose otros tipos para cables de guardia.

El conjunto de amarre estará compuesto por dos ramas con 28 aisladores de platos cada una, mientras que el conjunto de suspensión será simple compuesta de una rama con 28 aisladores de plato.

No se admitirán tensores del tipo roscado, debiendo ser su regulación por pasos.

Los herrajes para cadenas de aisladores tendrán las siguientes resistencias a la tracción mínima (kN):

Conjunto de suspensión (excepto grapa)	120
Grapa de suspensión	60% de la carga de rotura del conductor
Conjunto de amarre (excepto grapa)	240 (120 por rama)
Grapa de amarre	95% de la carga de rotura del conductor

Para el conjunto de amarre, la pieza que une ambas ramas deberá tener una resistencia mecánica igual al doble que el aislador que las compone.

Las grapas de suspensión serán de aluminio, con accesorios de acero cincados en caliente en las superficies expuestas a los agentes atmosféricos. Tendrán una resistencia al deslizamiento de al menos 25% de la resistencia a la rotura del conductor. Además deben tener la superficie de contacto suficiente para evitar daños por corrientes de falla.

Las grapas de retención a compresión deben estar provistas de pastas inhibidoras de la corrosión, cuyas características y cantidades serán indicadas por el fabricante. Además deben tener la superficie de contacto suficiente para evitar daños por corrientes de falla.

Para los herrajes del cable de guardia se deberá proponer el grillete o pieza a suministrar para la unión de dicho herraje al cabezal de la torre de pórtico específica a este proyecto.

Los herrajes se ensayarán de acuerdo con las Normas IEC en vigencia, en particular la Norma IEC 61284.



## **8.4 CONDUCTORES**

### **8.4.1 CONDUCTOR FLEXIBLE**

#### **8.4.1.1 Normas y aclaraciones**

Las especificaciones a tener como referencia para los conductores serán las Normas IEC 60888, 60889 y 61089, ASTM B 232, ASTM B 498 (cincado clase A). Dichas normas se considerarán básicas en definiciones, tolerancias y ensayos, por tanto las características de los conductores ofrecidos, deberán ajustarse de acuerdo a lo especificado en las mismas.

La longitud de los conductores de un carrete tendrá una tolerancia de  $\pm 5\%$  de su longitud total nominal. No se admitirán bobinas con longitudes menores que la tolerancia (95% de la longitud nominal).

#### **8.4.1.2 Valores especificados y características**

Para los hilos de aluminio antes y después de trenzados, se aceptarán los valores indicados en las normas IEC 60888, 60889 y 61089 Publicación ASTM B231 (o su norma símil según se describió anteriormente), salvo que expresamente se agreguen o se cambien las exigencias de la misma.

El trenzado del conductor se realizará de forma tal que las hebras constituyentes del mismo se encuentren firmemente apretadas, de forma que de ser cortado en cualquier lugar del mismo, las hebras permanezcan firmes en su lugar sin desplazamiento ni aflojamiento de las mismas.

Solo se aceptarán conductores que cumplan las condiciones anteriores.

#### **8.4.1.3 Soldadura de los Hilos**

Se cumplirá el artículo 5.5.4 de la Publicación IEC 61089, pero se exige una distancia mínima de 50 m entre dos soldaduras cualesquiera de hilos de aluminio en el conductor terminado.

Las soldaduras se marcarán en la parte exterior del conductor terminado, con pintura o con cinta plástica de color vivo.

#### 8.4.1.4 Carretes

El conductor será entregado en carretes nuevos de madera. La madera será estacionada y tendrá un tratamiento fungicida, germicida y de protección contra los agentes atmosféricos.

#### 8.4.1.5 Preservación de madera contra insectos xilófagos

Aplicado a Carreteles de madera para conductores, cuyo almacenamiento sea bajo techo por 10 años o más.

Las bobinas se construirán de pino (o madera que permita la total impregnación de los productos), además de cumplir con los demás requisitos de las normas de carretes.

Se usará el método de impregnación "BETHELL" (vacío, presión, vacío).

**Preservante CCB**, por ejemplo TIMBERLUX:

Cromo hexavalente 25,7% ( $\text{Cr}_2\text{O}_6$ )

Cobre bivalente 10,7% ( $\text{CuO}$ )

Boro pentavalente 18,6% ( $\text{B}_2\text{O}_5$ )

**Proceso:**

Vacío inicial 600mm Hg, 15 minutos

Presión 12 kg/cm<sup>2</sup>, 40 minutos.

Vacío final 600mm Hg, 15 minutos

Retención: 6kg de producto activo por metro cúbico de madera impregnada.

Se podrá usar otro método de preservación equivalente al planteado, para el cual se deberá demostrar su equivalencia, quedando el mismo a aprobación por parte de esta Administración.

Luego del armado de las bobinas, y antes de enrollar los conductores, las mismas se pintarán con pinturas sintéticas que impidan la penetración de humedad. Con un esquema de primera mano de fondo de madera y 2 manos de sintético.

Los carretes tendrán una fortaleza adecuada para resistir los manipuleos del transporte y los esfuerzos de desfilado del conductor.

El diámetro de las caras será tal que impida todo riesgo de contacto del cable con el suelo, en el curso de maniobras.

Sobre cada cara se fijará con 4 bulones, una chapa de acero de dimensiones mínimas 20 cm x 20 cm x 6 mm, con un buje central soldado, de diámetro interior mínimo 78 mm y longitud mínima 5 cm.

Una de las caras llevará un agujero oblicuo y una ranura para pasar el trozo inicial

de cable y clavarlo de modo que sobresalga lo menos posible del plano de dicha cara.

El extremo del cable deberá clavarse al lado interior de la cara del carrete, con una tensión suficiente para evitar el desplazamiento de las últimas espiras. Se marcará en la parte exterior de las caras el sentido de bobinado del cable.

El cable deberá bobinarse en espiral, tan apretado como sea posible, sin permitir que se monte una espira sobre otra de la misma capa.

Las bobinas se entregarán cerradas en toda su periferia por listones de madera clavados en ambos extremos del perímetro de las caras del carrete y sujetos con 2 flejes de acero.

Su construcción se regirá por normas como ser NBR 11137, IRAM 9590-1 u otras de reconocimiento internacional.

#### 8.4.1.6 Marcas y Longitudes

Cada bobina llevará una chapa en que conste en forma indeleble:

- a) Marca de fábrica y país de origen
- b) Número de bobina
- c) Tipo de cable
- d) Peso bruto
- e) Peso del cable
- f) Longitud del cable en metros
- g) Número de Licitación

#### 8.4.2 CONDUCTOR TIPO ACSR

Designación (Norma canadiense)	DOVE
Material	Aluminio/Acero
Sentido de cableado	"Z", mano derecha
Formación (Aluminio/Acero)	(26/7)
Diámetro hilos de aluminio (mm)	3.72
Diámetro hilos de acero (mm)	2.89
Sección acero (mm <sup>2</sup> )	45
Sección aluminio (mm <sup>2</sup> )	282
Sección total (mm <sup>2</sup> )	327
Diámetro exterior (mm)	23.55
Resistencia a la rotura (kgf)	10.274
Peso (kg/m)	1,137
Peso mínimo de la capa de zinc (gr/m <sup>2</sup> )	259
Peso de la grasa (gr/m)	6
Resistencia a 20 °C, DC, (ohm/km)	0,1027

#### 8.4.2.1.1 Grasa

Sobre la capa exterior del alma de acero se aplicará grasa en cantidad sólo suficiente para llenar los intersticios.

Se cuidará que el conductor no quede engrasado exteriormente para evitar la retención de polvo y las dificultades en la manipulación y tensado.

El peso de la grasa por metro de conductor se calculará de acuerdo a la Norma IEC 61089, aceptándose una tolerancia de  $\pm 30\%$ . Las especificaciones de la grasa se indican a continuación.

Punto de goteo mínimo	88 °C
Penetración trabajada a 25 °C	260/290
Alcalinidad libre % de $\text{Ca}(\text{OH})_2$	0,1 máx.
Acidez libre % de ácido oleico	0,2 máx.

#### 8.4.3 CONDUCTOR TIPO AAC

Designación (Norma canadiense)	Sagebrush
Material	Aluminio
Sección total ( $\text{mm}^2$ )	1139.5
Diámetro exterior (mm)	43.92
Formación	91 Hilos
Diámetro de los hilos (mm)	3,99
Resistencia a la rotura (kgf)	16.777
Peso (kg/m)	3,172
Resistencia a 20 °C, DC, (ohm/km)	0,0255
Sentido de cableado	"Z", mano derecha

Designación (Norma canadiense)	Dahlia
Material	Aluminio
Sección total ( $\text{mm}^2$ )	281.98
Diámetro exterior (mm)	21.73
Resistencia a la rotura (kgf)	4760
Peso (kg/m)	0,7774
Resistencia a 20 °C, DC, (ohm/km)	0,1023

#### 8.4.4 ENSAYOS

#### **8.4.4.1 Ensayos de control de calidad**

Los ensayos de control de calidad se realizarán por parte del proveedor durante las distintas etapas del proceso de producción.

Se deberá presentar la propuesta del programa de control de calidad, el cual deberá incluir como mínimo un listado de los ensayos propuestos, la ubicación de cada ensayo en el proceso de producción, los criterios de muestreo y de aceptación utilizado, y el personal afectado a estas tareas. Durante el contrato, UTE podrá solicitar alteraciones al programa indicado.

Se someterá a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de control de calidad correspondientes.

Independientemente de esto, UTE podrá designar inspectores para presenciar alguno o todos los ensayos de control de calidad.

Se deberán entregar junto con los protocolos de calidad, los certificados de ensayos de tipo, rutina y aceptación especificados de acuerdo a normas IEC, ASTM.

Los certificados de los ensayos realizados deben haber sido efectuados sobre conductores de similares características fabricados en los mismos talleres que los propuestos.

Además de los ensayos mencionados anteriormente se deberá entregar la siguiente información:

1. Ensayos químicos y mecánicos de la materia prima.
2. Ensayos mecánicos y metalográficos luego de los tratamientos térmicos.
3. Ensayo de tipo de rotura de cable completo según IEC 61089, o ASTM.
4. Ensayo de tipo de soldadura de hilos de aluminio según IEC 61089 (solo para los conductores) o ASTM.
5. Todos los ensayos de aceptación de alambres, antes y después del trenzado según se pide en las normas IEC 60889 o ASTM.

#### **8.4.4.2 Ensayos de aceptación**

##### **8.4.4.2.1 Ensayos a conductor**

- a) Se realizarán todos los ensayos de aceptación previstos en la norma IEC 61089.
- b) Se realizará el ensayo de carga de rotura de los alambres según IEC 61089.
- c) Ensayos sobre alambres de aluminio antes y después de trenzado previstos en la norma IEC 60889.
- d) Ensayos sobre alambres de acero antes y después de trenzado previstos en la

norma IEC 60888, cuando corresponda.

- e) Ensayos sobre conductor terminado.
- f) Cada bobina de conductor terminado del lote será inspeccionada visualmente a efectos de apreciar la calidad del carrete y verificar la prolijidad del bobinado y la ausencia de cualquier defecto, incompatible con la buena práctica comercial.
- g) Los defectos que no pudieran subsanarse darán lugar al rechazo de la bobina.
- h) Sobre cada probeta de conductor terminado, se verificará la relación de cableado de cada capa, las propiedades de la grasa lubricante y el peso total por metro, así como la firmeza del trenzado luego de cortado.

#### **8.4.4.2.2 Ensayos a las bobinas de madera**

Se deberán presentar los certificados de tratamientos de preservación de la madera.

En 5 bobinas de cada lote se realizarán un agujero en las maderas de entre 20 y 30 mm de diámetro, sin dañar el conductor y de forma de verificar que el tratamiento de la madera haya penetrado en un 100% las mismas.

Luego los agujeros resultantes serán pintados de forma de evitar la entrada de humedad.

#### **8.4.4.3 Ensayos de rutina durante el proceso de fabricación**

Los hilos antes de trenzar, así como el conductor terminado, serán sometidos a ensayos de muestreo, de acuerdo con lo especificado en IEC 60888, 60889 e IEC 61089.

Los correspondientes certificados de ensayo serán sometidos a la aprobación de UTE.

Se verificará la calidad de las muestras en lo que se refiere a dimensiones, tolerancias, terminaciones.

Ensayo mecánico de rutina.

Ensayo eléctrico de rutina.

Ensayo de verificación de todas las bobinas prontas para embarque.

## 8.4.5 CABLE DE GUARDIA

### 8.4.5.1 Generalidades

El presente ítem tiene por objeto fijar las características y definir las condiciones que deben cumplir los cables de acero utilizados para el blindaje contra descargas atmosféricas de la estación.

### 8.4.5.2 Normas y aclaraciones

El cable de guardia cumplirá con las especificaciones de las Normas IEC (Norma 60888) o ASTM en vigencia, en especial las publicaciones B-502 y B-549, que se toman como básicas en cuanto a tolerancias y métodos de ensayo.

### 8.4.5.3 Valores especificados

El cable de guardia será de acero cincado con las siguientes características principales:

Formación	(6+1) x 2.92 mm
Sección	46.9 mm <sup>2</sup>
Sentido de Cableado	Z (mano derecha)
Diámetro exterior	8.76 mm
Resistencia a la rotura	5500 kg
Densidad (según IEC 60888)	7.78 kg/dm <sup>3</sup>
Peso	0.37 kg/m

### 8.4.5.4 Ensayo de rutina y muestreo para cables de guardia

Posterior a la aprobación del suministro, se deberá entregar el plan de ensayo tanto de Rutina como de Muestreo para estudio y aprobación.

Los ensayos de aceptación se realizarán en fábrica sobre los componentes o conjuntos acabados, incluyendo los ensayos sobre hilos después de cableado, en presencia de los inspectores designados por UTE, debiendo el contratista enviar la notificación con la fecha prevista de los mismos.

La selección de las muestras representativas de un lote será realizada por los Inspectores de UTE.

## 8.4.6 CONDUCTORES RÍGIDOS TUBULARES

### 8.4.6.1 Normas y aclaraciones

Los conductores rígidos a utilizarse en la estación, serán de forma tubular de aluminio y deberán cumplir con las especificaciones de la guía *IEEE 605-2008-Guide for Bus Design in Air Insulated Substations*, las normas ASTM B241 / B241M – 00 (*Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Seamless Pipe and Seamless Extruded Tube*) y con las normas asociadas que allí se indiquen.

Los tubos de aluminio serán del tipo extruidos sin costura y el proceso de fabricación deberá realizarse a partir de un lingote hueco de acuerdo con las Normas ASTM B-241 o ASTM B-317 debiéndose obtener un tubo de sección transversal redonda y un espesor de pared uniforme.

### 8.4.6.2 Valores especificados

El conductor rígido tubular deberá ser Cedula 40 y la aleación y temple corresponderán con un aluminio 6063-T6.

Aleación y templeado	Referencia ASTM	Mínima resistencia a la Tracción [MPa]	Mínima resistencia a la fluencia [MPa]	Conductividad mínima a 20 °C en % IACS	Módulo de elasticidad [GPa]
6063-T6	B-241	205	170	53 (typical)	69



#### 8.4.6.3 Planilla de datos técnicos garantizados

Los datos garantizados del suministro deberán presentarse en una planilla con el siguiente formato, donde se indiquen sus características principales:

Descripción	Unidad	Especificación	Propuesta
Fabricante	-	-	
País de Origen	-	-	
Norma	-		
Montaje	-	<b>Exterior</b>	
Aleación/Temple	-	<b>T6063-T6</b>	
Resistencia a la Rotura	Mpa		
Límite Elástico	Mpa		
Elongación 50 mm	%		
Conductividad	%IACS	<b>53%(mínimo)</b>	
Resistividad a 20 °C	$\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$		
Designación según ASTM	-	<b>Cedula 40</b>	
Diámetro Exterior	mm/pulgadas		
Espesor de la pared	mm/pulgadas		
Peso por unidad de longitud	kg/m		

#### 8.4.6.4 Ensayos

##### 8.4.6.4.1 Generalidades

Para la aprobación del suministro, se deberán presentar los ensayos de tipo de acuerdo con las normas ASTM B241 / B241M para tubos de características iguales o superiores a los especificados.

##### 8.4.6.4.2 Ensayos de control de calidad

Los ensayos de control de calidad se realizarán por parte del proveedor durante las distintas etapas del proceso de producción.

Se deberá presentar la propuesta del programa de control de calidad, el cual deberá incluir como mínimo un listado de los ensayos propuestos, la ubicación de cada ensayo en el proceso de producción, los criterios de muestreo y de aceptación utilizado, y el personal afectado a estas tareas. Durante el contrato, UTE podrá solicitar alteraciones al programa indicado.

Se someterá a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de control de calidad correspondientes.

Independientemente de esto, UTE podrá designar inspectores para presenciar alguno o todos los ensayos de control de calidad.

Se deberán entregar junto con los protocolos de calidad, los certificados de ensayos de tipo rutina y aceptación especificados de acuerdo a normas IEC, ASTM, etc.

Se deberán presentar los ensayos para la determinación de la composición química de la aleación utilizada en la fabricación de los tubos.

Los certificados de los ensayos realizados deben haber sido efectuados sobre conductores similares características fabricados en los mismos talleres que los propuestos.

#### **8.4.6.4.3 Ensayos de aceptación y rutina**

Posterior a la aprobación del suministro, se deberá entregar el plan de ensayo tanto de Rutina como de Muestreo para estudio y aprobación. Se exigirá que los ensayos que se realicen sobre los tubos, sean efectuados bajo las normas ASTM B557M-02a y ASTM 193-02 donde se comprobará las características mecánicas y eléctricas del suministro propuesto.

## **8.5 AISLADORES DE CADENA**

### **8.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los aisladores serán de cadena, del tipo "caperuza y vástago" (cap and pin), de vidrio templado o porcelana aluminosa de alta resistencia. Serán del tipo "standard" (254 mm de diámetro, 146 mm de paso). Serán del tipo anticorrosión, con un anillo o manguito de zinc que actuará como electrodo de sacrificio.

El acoplamiento de los aisladores entre sí se hará por el sistema bola y cuenca, ajustándose a las medidas indicadas en la Publicación IEC 60120, de acuerdo a las clases de acoplamiento indicadas en las Tablas adjuntas.

Las cadenas de amarre serán dobles mientras que las cadenas de suspensión serán simples. Las cadenas se formarán con 28 aisladores de 120 kN en las cadenas de suspensión y 2 x 28 aisladores de 120 kN (cada rama) en las de amarre.

Tantos los aisladores como los herrajes asociados serán diseñados para poder realizar los recambios con tensión.

### **8.5.2 MATERIAL INFORMATIVO Y MUESTRA**

Durante el contrato se deberá presentar la siguiente información:

- Información necesaria para poder hacer un juicio fundado sobre los productos ofrecidos y apreciar si cumplen las presentes especificaciones.
- Los certificados de ensayos de tipo y de rutina, de acuerdo a lo indicado en estas Especificaciones.
- Certificados de ensayos de muestreo realizados en suministros anteriores.
- Certificación de fabricación conforme a ISO 9001 o 9002.

### **8.5.3 NORMAS Y ACLARACIONES**

En todo lo que no contradiga las presentes especificaciones, se cumplirá con las recomendaciones en vigencia de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en particular las Normas IEC 60120, 60305, 60372 y 60383-1.

Se tomarán dichas publicaciones como referencia para definiciones y métodos de ensayo.

#### **8.5.4 MATERIAL DIELECTRICO**

En ningún caso el material podrá contener burbujas de aire y sus superficies externas deberán ser absolutamente lisas.

El vidrio, deberá ser templado, preferentemente de color verde claro y de la composición sodio cálcico, indicado en la norma correspondiente.

No se admite la utilización de materiales plásticos (nylon, teflón, otros) en las juntas entre el vidrio y los metales.

#### **8.5.5 CONSTRUCCIÓN**

Para la fijación de las partes metálicas al cuerpo del aislador, han de utilizarse terminaciones de superficies, cementos de unión y métodos de ensamblado y fraguado, que aseguren que las características del aislador no se resientan por las dilataciones o contracciones térmicas así como por esfuerzos mecánicos.

Los aisladores deberán estar diseñados para trabajar con conductores hasta por lo menos 90°C en forma continua y 120°C en emergencia 2 horas.

Las chavetas de seguridad de los aisladores deben ajustarse a la norma IEC 60372, serán con ojal de acero inoxidable y diseñadas cuidando que sea descartada toda posibilidad de que por cualquier manejo, transporte o condición de ejercicio se deformen o se salgan de su asiento, dejando sueltos los aisladores que forman la cadena. Serán del tipo autotrabables, de forma que no sea necesario doblar sus puntas luego de la instalación, y estarán de acuerdo con la Norma IEC 60372. Además debe ser posible reemplazar un aislador sin necesidad de separar la cadena de la viga.

El borde del badajo (pin) debe sobresalir por lo menos 10 mm por debajo del borde del vidrio.

Los anillos de corrosión deberán responder en lo aplicable a lo indicado en la Norma IEC 61325.

El anillo de corrosión debe ser fundido en la superficie del vástago y galvanizado por proceso metalúrgicamente adherente. No debe haber espacios entre el anillo y la galvanización del vástago.

Las superficies serán lisas, sin irregularidades, de forma de reducir a un mínimo la concentración del campo eléctrico, la radiointerferencia y de no presentar inconvenientes en el ensamblado.

Para las cadenas de plato las grapas de suspensión serán de aluminio, con accesorios de acero cincados en caliente en las superficies expuestas a los agentes atmosféricos. Tendrán una resistencia al deslizamiento de al menos 25% de la resistencia a la rotura del conductor. Las grapas de amarre serán del tipo a compresión.

Se suministrarán cuernos de descarga en los dos extremos de las cadenas, ubicados en la cara superior de la cadena en el caso de las cadenas de amarre.

Los conjuntos de retención y suspensión estarán compuestos por grapa de retención o suspensión, grilletes, junta ojal, cuernos, anillo badajo, y estribo.

### **8.5.6 IDENTIFICACIÓN**

Cada aislador tendrá marcadas en forma legible e indeleble las siguientes indicaciones:

- Fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación.
- Carga electromecánica de rotura.
- Designación del mismo según publicación IEC 60305 (120B).

### **8.5.7 EMBALAJE**

Los aisladores vendrán agrupados en bultos de madera, perfectamente embalados, de tal forma que formen un paralelepípedo y no sufran deterioro alguno debido a las condiciones normales de transporte, manipuleo y almacenamiento a la intemperie.

Salvo acuerdo en contrario, cada bulto contendrá 6 aisladores.

Los bultos deberán ser aptos para su posterior almacenamiento a la intemperie. Serán embalados para exportación, montados sobre palets de madera para transporte por montacargas, forrados de films de PVC, en paralelepípedos de aproximadamente 16 bultos de 6 aisladores cada uno.

Estos paralelepípedos tendrán las dimensiones necesarias para que puedan ser almacenadas en forma eficiente en contenedores estándar ISO 20' (entrando dos en el ancho y dos en el alto).

Los pallets de madera serán tipo mercosur de 1.00 x 1.20 mts.

La provisión de los pallets son responsabilidad del proveedor y quedarán en manos de UTE una vez realizada la entrega.

### 8.5.8 CARACTERÍSTICAS NOMINALES

#### a) Aisladores de plato

Carga electromecánica de rotura (kN)	120
Diámetro del plato (mm)	255
Paso (mm)	146
Diámetro del vástago (mm)	16
Clase de acoplamiento (IEC 60120)	16A
Distancia de contorno mínima (mm)	315
Tensión resistida 1 minuto, 50 Hz (kV rms)	
- en seco	60
- bajo lluvia	40
Tensión resistida en onda de rayo (kV cr)	100
Tensión de perforación a 50 Hz (kv rms)	110
Nivel de radiointerferencia a 1MHz, resistencia de medida 300 ohms ( $\mu$ V)	
10 kV rms	50
20 kV rms	750
Capa de cinc sobre caperuza y vástago	
- peso ( $g/m^2$ )	600
Número de inmersiones en ensayo Preece	4

#### b) Cadena de aisladores

Número de aisladores	28
Tensión resistida 1 minuto, 50 Hz (kV rms)	
- en seco	1170
- bajo lluvia	865
Tensión resistida en onda de rayo (kV cr)	1935

NOTA: Los valores indicados son para cadenas sin cuernos de descarga ni anillos corona.

## **8.5.9 ENSAYOS**

### **8.5.9.1 Generalidades**

Se realizarán en fábrica los ensayos de rutina y muestreo de acuerdo a la Norma IEC 60383 - 1. Los mismos se realizarán en presencia de un Inspector de UTE. Para esto el contratista deberá enviar, previo a su realización, el protocolo de ensayos para su estudio y aprobación, así como también la invitación a los mismos con 30 días de anticipación.

El Contratista deberá presentar los certificados de ensayos de tipo de los aisladores realizados según Normas IEC. Estos certificados serán evaluados a efectos de decidir si es necesario realizar algún ensayo de tipo adicional sobre los aisladores suministrados, de acuerdo a los criterios indicados en el Capítulo de Ensayos en Fábrica.

### **8.5.9.2 Ensayos a realizar sobre aisladores**

#### **8.5.9.2.1 Ensayos de tipo**

El Contratista presentará a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de tipo de los aisladores, según las Normas IEC en vigencia.

Se deberán presentar, en particular, certificados de los siguientes ensayos de tipo realizados:

- Todos los ensayos aplicables especificados en la Norma IEC 60383-1
- Ensayo de impulso de frente escarpado según IEC 61211
- Ensayo de radiointerferencia sobre cada plato según IEC 60437
- Ensayo de arco de potencia según IEC 61467
- Ensayo de tensión residual según IEC 60797
- Ensayo de polución por niebla salina según IEC60507
- Ensayos de tipo de los anillos anticorrosión de zinc (IEC 61325)
- Ensayo de impacto según ANSI C29.B

#### **8.5.9.2.2 Ensayos de rutina y muestreo**

En la tarea de producción, el Contratista someterá a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de control de calidad que se realizarán durante las distintas etapas del proceso de producción.

Se realizarán los ensayos de rutina y muestreo de acuerdo a las Normas IEC en vigencia.

Los certificados de ensayos de rutina serán sometidos a la aprobación de UTE.

Los ensayos de muestreo se realizarán en presencia del Inspector de UTE, el cual tendrá la potestad de seleccionar las muestras representativas de cada lote.

Los ensayos de muestreo descritos en estas Especificaciones serán, por lo tanto, los ensayos de aceptación de cada lote del suministro.

Se entenderá por "lote" una determinada cantidad de material del mismo tipo, forma, composición y tamaño, fabricado esencialmente en las mismas condiciones y presentado para inspección todo junto.

Se seguirán los criterios de muestreo, aceptación y rechazo según las Normas IEC aplicables; a excepción de las diferencias indicadas en estas Especificaciones.

Todas las unidades que sean ensayadas para aceptación, deberán primero ser sometidas al ensayo de inspección visual de rutina según IEC 60383-1 y a la verificación del acabado del cemento, donde se aceptará a lo sumo un ancho de 0.5 mm en grietas en las interfaces, y a lo sumo burbujas de 2 mm de diámetro.

Se realizarán todos los ensayos de muestreo propuestos en la norma IEC 60383-1 en presencia de un inspector de UTE, con las siguientes diferencias respecto a la Norma:

- En el ensayo de desplazamiento se aceptará un desplazamiento radial del vástago no superior a 2 mm con respecto al eje del aislador.
- Se realizará el ensayo de comportamiento termomecánico como ensayo de muestreo, para 10 aisladores. El rango de temperatura será desde -35 °C a + 65 °C.
- Para los ensayos de resistencia mecánica (ruptura a la tracción) y comportamiento termomecánico se fijan los siguientes criterios de aceptación adicionales:
  - La constante de aceptación  $C_1$  tendrá el valor 3 para cualquier tamaño de muestra.
  - No se aceptará el reensayo con tamaño doble de muestra.
  - Cualquiera de los valores de resistencia mecánica medidos no será inferior a la correspondiente resistencia especificada.
- El ensayo de las chavetas se hará sobre muestras E1 y E2.
- El ensayo de choque térmico se hará sobre muestras E1 y E2.

Se realizarán asimismo los siguientes ensayos adicionales de muestreo en presencia de un Inspector de UTE:

- El ensayo de perforación frente al impulso en aire (IEC 61211), sobre muestras E2 (IEC 60383-1). Sobre esta muestra se realizará previamente un ensayo de comportamiento termomecánico según IEC 60383-1 y posteriormente un ensayo de resistencia mecánica según IEC 60383-1, empleándose los criterios de aceptación mencionados anteriormente.
- El ensayo de tensión residual para 25 aisladores (IEC 60797). Este ensayo se efectuará luego del ensayo de ciclo térmico, y se usarán los siguientes criterios de aceptación:
  - $X_s \geq 0.80 \cdot RS$  donde.  $X_s$  es el valor promedio de las cargas de separación y  $RS$  es la resistencia mecánica nominal.
  - Ninguna de las medidas de carga de ruptura de las partes metálicas será inferior a  $RS$ .

La temperatura del baño caliente no será superior a 75 °C para aisladores en que se use cemento aluminoso.

- El ensayo de adherencia del galvanizado sobre la caperuza y el vástago, según



ASTM A123, NBR 7398 u otra Norma equivalente.

- El ensayo de impacto según ANSI C29.2B, sobre muestras E2. El valor de impacto a aplicar será el mismo con el cuál se realizó el correspondiente ensayo de tipo.
- El ensayo de RIV de platos individuales, según los métodos de IEC 60437, sobre muestras E1 y E2. Las tensiones de ensayo serán 10 kV y 20 kV, con valores límites de 50  $\mu$ V y 750  $\mu$ V, respectivamente.
- El ensayo de muestreo de los anillos anticorrosión según IEC 61325.

## 8.6 AISLADORES SOPORTE

### 8.6.1 GENERALIDADES

Los aisladores soporte serán del tipo portante, núcleo rígido ('solid-core'), de porcelana, y cumplirán con las especificaciones indicadas en las normas IEC 60273 e IEC 60168. Se aclara que no se aceptan aisladores multicono.

La distancia de fuga deberá ser acorde a lo indicado en los niveles de aislación especificados en el ítem 2.2.2.2.1 del capítulo Ingeniería y Diseño (25 mm/kV), de acuerdo con el nivel de aislación indicado en la siguiente tabla:

Designación del aislador	Tensión soportada al impulso [kV]	Tensión nominal [kV]	Distancia mínima de fuga [mm]	Altura mínima del aislador [mm]	Norma
C8-170	170	36	900	445±1	IEC 60273
C8-325	325	72.5	1813	770±1	IEC 60273
C8-1550	1550	550	13750	3350±4.5	IEC 60273

En particular, no se aceptarán aisladores cuyas dimensiones no estén de acuerdo con lo establecido por las Normas IEC indicadas, para los niveles de aislación especificados.

Junto a la información enviada deberá indicarse el valor de esfuerzo admisible estático y dinámico, en terminales del equipo, para las direcciones: transversal, vertical y horizontal.

Sobre cada aislador se grabará el nombre del fabricante, el año de fabricación y designación según la Publicación IEC 60273.

El cemento que se utilice para la fijación de los aisladores deberá ser libre de azufre corrosivo.

### 8.6.2 APROBACIÓN DE SUMINISTRO.

Para la aprobación del suministro, se deberán presentar los ensayos de tipo según lo indicado en la norma IEC 60168.

Posterior a la aprobación del suministro, se deberá entregar el plan de ensayo tanto de rutina como de muestreo para el estudio y aprobación. Se exigirá que los ensayos de rutina y muestreo que se realicen sobre los aisladores soporte, sean efectuados bajo la Norma IEC 60168.

### 8.6.3 PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

La planilla de datos técnicos garantizados a presentar por el contratista deberá respetar el formato que se presenta a continuación.

Descripción	Unidad	Especificación	Propuesta
Fabricante	-	-	
País de Origen	-	-	
Norma	-	<b>IEC 60273</b> <b>IEC 60168</b>	
Montaje	-	<b>Exterior</b>	
Color	-		
Tensión Nominal	kV		
Tensión máxima de Servicio	kV		
Rigidez dieléctrica Nominal con onda de impulso 1,2/50µs	kV		
Rigidez dieléctrica nominal a 50 HZ, 1 min	kV		
Carga de rotura a la torsión	Nm		
Esfuerzo vertical admisible (estático/dinámico)	N		
Esfuerzo horizontal admisible (estático/dinámico)	N		
Esfuerzo transversal admisible (estático/dinámico)	N		
Longitud mínima de la línea de fuga	mm		
Altura del aislador	mm		
Máximo diámetro de la parte aislante	mm		
Diámetro "top metal fitting pitch circule"	mm		
Diámetro "bottom metal fitting pitch circule"	mm		

#### 8.6.4 ENSAYOS DE RUTINA Y MUESTREO

Los aisladores soporte cumplirán con las recomendaciones en vigencia de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), tomando como referencia los procedimientos y metodologías de ensayos que se describen en las Normas IEC 60273 e IEC 60168.

Se ensayarán 2 (dos) aisladores en los ensayos de muestreo, por cada tipo que se suministre.

Se realizarán en fábrica los ensayos de rutina y muestreo de acuerdo a las Normas IEC mencionada. Los ensayos de muestreo se realizarán en presencia del Inspector de UTE, debiendo el contratista enviar la notificación con la fecha prevista de los mismos.

#### 8.7 REPUESTOS

Se suministrarán los repuestos indicados en el Capítulo Repuestos.