

## 5.11 PUESTA A TIERRA

### 5.11.1 Objetivo

Estas especificaciones determinan, desde el punto de vista técnico, el suministro del sistema de puesta a tierra, conductores, equipos y aparatos destinados a las subestaciones.

### 5.11.2 Normas aplicables

Los materiales y accesorios de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de la última edición de las siguientes normas:

- INTINTEC 370.042 : Conductores de cobre recocido para el uso Eléctrico.
- ANSI C 135.14 : Staples with rolled of slash points

### 5.11.3 Red de tierra

#### a. Red de tierra superficial

Se utilizará doble conductor de cobre desnudo recocido de 120 mm<sup>2</sup> y unirá las partes metálicas de los equipos e instalaciones con la red de tierra profunda.

#### b. Red de tierra profunda

Se va a realizar la instalación de la malla de tierra profunda de la subestación con doble conductor de cobre de 120 mm<sup>2</sup>. Se ha estimado para la malla de puesta a tierra grillas de 5x5 m de conductor doble dispuestos en paralelo.

La malla deberá ir enterrada a una profundidad de 0,8 m. Se deberá tener especial cuidado de que la continuidad de la malla no se vea interrumpida o dañada por la posterior instalación de los equipos y/o materiales tales como las bases, fundaciones, cables de potencia, etc.

Todos los empalmes con equipos, varillas y entre conductores serán de soldadura exotérmica. Bajo ninguna circunstancia se deben usar conectores, toda vez que estos se deterioran con los cambios bruscos de temperatura.

La malla de tierra será complementada por un número determinado de electrodos de puesta a tierra.

Los pararrayos estarán conectados a la red de tierra por conductores protegidos y conectados a una varilla de puesta a tierra.

El neutro del transformador de potencia estará conectado a la red de tierra profunda y reforzado con electrodos de puesta a tierra

Los detalles de los materiales y constructivos serán definidos por el concesionario

## 5.12 CABLES DE CONTROL Y FUERZA

### 5.12.1 Objetivo

Las presentes especificaciones determinan desde el punto de vista técnico el suministro de los cables de control que serán usados para el control y operación de los equipos.

Los cables a ser suministrados bajo este punto servirán para el control y protección de la subestación, así como para los servicios de alumbrado y fuerza.

Los cables podrán ir instalados en ductos, canaletas o directamente enterrados según sea el caso.

### 5.12.2 Características principales

Los cables de control serán del tipo unipolar o multiconductor del tipo forrado, con blindaje electrostático y con aislamiento y cubierta exterior de cloruro de polivinilo, para servicio de 600 V, fabricados bajo las normas ASTM e ICE.

El conductor deberá ser de cobre electrolítico cableado, con una conductividad del 100% IACS, y de temple blando, según norma ASTM B3 y B8.

El aislamiento de los conductores serán de cloruro de polivinilo (PVC) de excelente flexibilidad, antiinflamables y autoextinguibles y con una temperatura de trabajo mínima de 60°C.

La protección de los cables será a base de cloruro de polivinilo especial (PVC especial), de gran resistencia al ambiente y a la humedad, no deberá ser afectada por agentes químicos, soportarán hasta una temperatura de trabajo máxima de 60°C. Asimismo, deberá tener buena resistencia a la abrasión y gran resistencia mecánica.

Las características finales de los cables de control y fuerza serán definidas por el concesionario.

## 5.13 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 5.13.1 Alcances

Las presentes especificaciones determinan desde el punto de vista técnico, el suministro listo para el funcionamiento del equipo para la protección contra incendios.

Estos equipos se instalarán en cada subestación y estará compuesto de lo siguiente extintores portátiles y extintores sobre carriles.

### 5.13.2 Características Generales

El suministro comprenderá agente extintor de incendios y dispositivos de extinción (extintores)

Como agente extintor se utilizará polvo de extinción; se prohibirá el empleo de agua a fin de evitar accidentes eléctricos durante las intervenciones contra incendios.

Este polvo será colocado en todos los extintores portátiles (dispositivo de extinción). Para incendios: motores, transformadores, tableros de mando y de distribución, el agente extintor será el polvo B.

La elección del polvo como agente extintor dependerá principalmente de su poder sofocante y grado de toxicidad durante el uso (evitar el peligro de toxicidad para el personal).

#### a. Extintores portátiles

Los extintores portátiles serán colocados a la vista, en principio, en cada local de los edificios y serán constantemente accesibles, suspendidos de forma que sea fácilmente descolgados del soporte sin perder tiempo. El lugar previsto para su emplazamiento será indicado mediante una marca o señal indispensable.

#### b. Dispositivos de extinción sobre carriles

El extintor listo para el uso, colocado sobre carril permitiendo un desplazamiento rápido. Al igual que los portátiles; utilizarán el POLVO B, proyectándolo mediante presión acumulada. Tendrán un manómetro que indique la presión, facilitando así su control.

Después del empleo, todos los extintores deberán ser revisados (reposición y control), puestos nuevamente en estado de funcionamiento de forma simple y segura. El peso total de cada dispositivo no sobrepasará los 150 kilos.

Todos los extintores llevarán las instrucciones para el uso en idioma español.

La ubicación del extintor sobre carril será normalmente en un extremo del patio de llaves debidamente protegido. La ubicación final de los extintores será definido por el concesionario.

### 5.13.3 Controles y pruebas

El concesionario verificará el desarrollo de pruebas a los extintores de cada tipo.

### 5.13.4 Protección de equipos principales

El sistema de protección contra incendios indicado es referencial, el Concesionario deberá definir además la necesidad de equipar sistemas contra incendios para los transformadores de potencia, reactores, instalación de muros cortafuegos, etc.

## 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS : EQUIPOS PRINCIPALES DE LL.TT

### 6.1 ESTRUCTURAS DE ACERO (TORRES Y POSTES)

#### 6.1.1 Objeto

Determinar las especificaciones técnicas necesarias para el suministro de torres y postes acero, requeridos para las líneas de enlace en 220kV entre las subestaciones Suriray-Nueva Quencoro, Nueva Quencoro – Tintaya. y en el tramo en 138kV entre las subestaciones Nueva Quencoro – Quencoro existente.

#### 6.1.2 Normas Aplicables

El material cubierto por estas especificaciones cumplirá con las prescripciones de la última versión de las siguientes normas:

Para las torres:

- ASTM A 36: Standard specification for general requirements for rolled steel plates, shapes, sheet piling, and bars for structural use
- ASTM A 572: High strength low alloy structural steel – Grado 50
- ASTM A 394: Galvanized steel transmission tower bolts and nuts
- ASTM A 153: Zinc Coating (hot dip) on iron and steel hardware
- ASTM B 201: Testing chromate coatings on zinc and cadmium surfaces
- ASCE N° 52: Guide for design transmission tower
- IEC P-652: Loading test on overhead line tower

Para los postes de acero:

- ASTM American Society for Testing Material. Race Street Philadelphia 3, Pennsylvania, USA.
  - Secciones troncocónicas embonables (round tapered tubes): A595, A572, A588

- ccesorios (arm attachment plates, bracket plate and base plate, bolts and nuts): A595, A36, A572, A588, A325, A449
  - Galvanizado: A123, A153, A143
- AWS American Welding Society; Miami; Florida, USA
- AWS D1.1-72 Secciones 1 al 8
- SSPC Steel Structures Painting Council; Pittsburgh, Pennsylvania, USA

### 6.1.3 Alcances

Las estructuras a emplearse en las líneas de transmisión en 220kV, serán torres autosoportantes del tipo celosía en perfiles angulares de acero galvanizado, ensambladas por pernos y tuercas.

Se ha previsto emplear los tipos de torres descritas en la tabla de prestaciones que se muestra más abajo. Sin embargo, el concesionario definirá las características finales de las estructuras a ser empleadas.

La extensión del suministro comprende estructuras de acero, dispositivo de escalamiento, placas de advertencia y stubs de anclaje al concreto.

En la línea de 138kV, se utilizarán postes de acero galvanizado autosoportados, cuyo suministro incluirá perforaciones y tuercas soldadas para las conexiones de puesta a tierra, orejas en las estructuras de amarre para la fijación del herraje del conductor.

### 6.1.4 Prestaciones

Las prestaciones previstas para las estructuras metálicas de acero galvanizado en celosía, se muestra en el siguiente resumen:

**Prestaciones para Estructuras LT 220 kV**

Tipo de Estructura	Angulo (°)	Vano Viento (m)	Vano Peso (m)	Vano Máximo Lateral (m)
Suspensión "S"	0°	500	1 000	650
Suspensión "S"	3°	400	1 000	500
Ángulo-Anclaje "A"	0°	800	1 600	1 200
Ángulo-Anclaje "A"	30°	300	1 000	400
Ángulo-Terminal "T"	0-90°	400	1 500	500
Anclaje - Especial "T"	3°	1 500	3 000	2 000

Las prestaciones previstas para los postes metálicos autosoportados, se muestran en el siguiente resumen:

**Prestaciones para Estructuras LT 138 kV**

Tipo de Estructura	SP	AP
Angulo de la línea	0°-40°	90° Terminal
Vano viento	100 m	100 m
Vano lateral	100 m	100 m
Vano peso	200 m	200 m

En el volumen de planos se muestra la configuración y dimensiones principales de los tipos de estructuras especificados.

### 6.1.5 Criterios de diseño y cálculo

#### a. Cálculo Mecánico de Estructuras

Para los cálculos mecánicos de las estructuras el concesionario debe tomar en cuenta las recomendaciones del Código Nacional de Suministro Eléctrico 2001; sin embargo dado que el código en referencia no define de manera precisa las hipótesis de cálculo se definen referencialmente las siguientes :

Para las estructuras de **Suspensión (Tipo "S")**

- Hipótesis Normal
  - Cargas de viento horizontal sobre conductores, cable de guarda, aisladores y torre
  - Tracción de los conductores y cables de guarda para el ángulo de 3°
  - Cargas verticales (vano peso y 100 kG de carga de operación)
  - Las cargas corresponderán a la situación mas crítica de los CMC
- Hipótesis excepcional
  - Se calculará el árbol de cargas para las hipótesis de rotura de conductores de cada fase y cada uno de los cables de guarda por separado en las condiciones EDS es decir sin viento y como

cargas verticales el vano peso y carga operativa de 100 kg (en total se determinarán 5 hipótesis: 3 para roturas de cada conductor y dos para rotura de cada cable de guarda

Para estructuras de **Anclaje (Tipo "A"- Anclaje)**

- Hipótesis normal
  - Cargas de viento horizontal sobre conductores, cable de guarda, aisladores y torre
  - Tracción de los conductores y cables de guarda para un ángulo de 3°
  - Cargas verticales (vano peso y 100 kG de carga de operación)
  - Las cargas corresponderán a la situación mas crítica de los CMC
- Hipótesis excepcional
  - Desbalance de las tracciones unilaterales de los conductores y cable de guarda al 33% en las condiciones EDS es decir sin viento
  - Cargas verticales (vano peso y carga operativa de 100 kg)

Para estructuras de **Anclaje (Tipo "A"- Anclaje/Angular)**

- Hipótesis normal
  - Cargas de viento horizontal sobre conductores, cable de guarda, aisladores y torre
  - Tracción de los conductores y cables de guarda para un ángulo de 30°
  - Cargas verticales (vano peso y 100 kG de carga de operación)
  - Las cargas corresponderán a la situación mas crítica de los CMC
- Hipótesis excepcional
  - Desbalance de las tracciones unilaterales de los conductores y cable de guarda al 100% en las condiciones EDS, es decir sin viento
  - Cargas verticales (vano peso y carga operativa de 100 kg)

Para las estructuras Terminales (Tipo "T")

- Hipótesis normal
  - Cargas de viento horizontal sobre conductores, cable de guarda, aisladores y torre
  - Tracción de los conductores y cables de guarda para un ángulo de 90°
  - Cargas verticales (vano peso y 100 kG de carga de operación)
- Hipótesis Terminal
  - Tracciones unilaterales de los tres conductores y los dos cables de guarda en la hipótesis más crítica de esfuerzos y vientos
  - Cargas verticales (vano peso y 100 kG de carga de operación)
- Hipótesis Especial
  - Cargas de viento horizontal sobre conductores, cable de guarda, aisladores y torre (Vano:1500)
  - Tracción de los conductores y cables de guarda para un ángulo de 3°
  - Cargas verticales (vano peso de 3000m y 100 kG de carga de operación)

De acuerdo al CNE-Suministro 2001 se deben considerar un factor de resistencia para el acero de 1.0 y los siguientes factores de sobrecarga para las estructuras:

Cargas transversales normales

- Viento : 2.5
- Tracción de conductores : 1.65

Cargas longitudinales normales

- En general : 1.1
- En los anclajes : 1.6

Cargas verticales : 1.25

Cargas excepcionales

- Transversales : 1.15
- Longitudinales : 1.15
- Verticales : 1.15

**b. Esfuerzos límites**

El esfuerzo límite de cada elemento de la torre será:

Para los esfuerzos de tracción: el límite elástico del acero.

Para los esfuerzos de comprensión: el esfuerzo límite de pandeo. El método de cálculo a seguir será la última edición de la Guía de Diseño de Torres de Transmisión de la ASCE (American Society of Civil Engineers).

**c. Máxima relaciones de esbeltez admisibles**

La relación de esbeltez de elementos a compresión no excederá los límites siguientes:

- L 150 para montante y crucetas

r min 200 para riostras diagonales y otros elementos.

250 para elementos redundantes

La relación de esbeltez de elementos a tracción no excederá los límites siguientes:

L 240 para miembros principales

r min 300 para miembros secundarios

**d. Memoria de Cálculo**

El concesionario contará con la memoria de cálculo completa y detallada de cada tipo de torre, indicando el valor de las cargas para cada condición mecánica; así como para cada elemento de la torre, las características mecánicas de los perfiles, el esfuerzo máximo, el factor de seguridad y el largo de pandeo, y los esfuerzos de corte y tracción de los pernos.

**e. Criterios particulares de diseño**

En el diseño de las torres se procurará reducir al mínimo el número de elementos así como su variedad.

Las conexiones entre perfiles serán diseñadas de manera tal que sus ejes se encuentren en el mismo punto, reduciendo al mínimo las excentricidades.

Las uniones entre los elementos de las estructuras se realizarán por pernos, tuercas y arandelas necesarias, así como placas de unión. No se aceptará soldaduras entre perfiles.

En el diseño de las estructuras se tomarán en consideración las exigencias de fabricación y de construcción

Los terminales de las crucetas de las torres de anclaje deberán permitir también el montaje de cadenas de suspensión.

**6.1.6 Prescripciones constructivas**

**a. Torres**

Para las estructuras de las torres se utilizarán perfiles angulares de lados iguales y placas de acero normal o de alta resistencia, conforme a la norma DIN 17100 de preferencia y/o ASTM A36, A572 y/o SAE 1020, o equivalentes con las características mínimas siguientes:

	Acero normal (St-37)	Acero alta resistencia (St-52)
Esfuerzo ruptura (N/mm <sup>2</sup> )	363-441	519-608
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	235	353
Alargam. a ruptura (Lo=5do)	25%	22%

El espesor mínimo permitido para perfiles y placas es de 6 mm para los elementos de montantes y crucetas, y de 4 mm para los demás elementos. No se utilizarán perfiles inferiores a 60 x 60 x 6 mm para elementos de montantes y crucetas, y de 35 x 35 x 4 mm para todos los demás elementos. El diámetro mínimo de los pernos será de 16 mm para los montantes y crucetas, y de 12 mm para los demás elementos.

Durante la fabricación, los perfiles, las placas de refuerzos y los cubre juntas, etc. serán cortadas con guía y podrán ser cizallados o aserrados y toda rebaba del metal será cuidadosamente eliminada. Todos los perfiles, refuerzos y cubre juntas, etc. serán perfectamente rectos.

Perfiles y placas de refuerzo que necesiten ser doblados, éste se realizará en caliente. Donde por razones particulares los elementos son doblados en frío, el material será posteriormente recocido o aliviado de tensiones.

Los elementos de las estructuras tendrán todas sus perforaciones hechas en el taller, de manera que no sea necesario hacer ninguna perforación en el sitio para añadir cualquier elemento de extensión a las torres.

La distancia desde el centro de las perforaciones para pernos a la orilla de cada sección de acero no será menor que 1,5 veces el diámetro del perno.

Asimismo la distancia mínima entre los centros de las perforaciones para pernos adyacentes no será inferior a 2,5 veces al diámetro del perno correspondiente.

Las perforaciones pueden ser punzonadas a un diámetro tres milímetros más pequeño que el diámetro final o taladrar a un diámetro un milímetro más pequeño que el diámetro final, a elección del fabricante, y posteriormente terminados a su diámetro definitivo si la calidad del acero y la experiencia del fabricante para punzonar, decapar y galvanizar son tales que no se verifique ningún peligro de rotura.

El aspecto final de las perforaciones deberá ser circular, sin rebabas o grietas. Los elementos con perforaciones no conformes a esta prescripción será rechazada.

La máxima tolerancia admisible en el corte de las piezas será de uno por mil.

La diferencia máxima admisible entre el diámetro de la perforación y el diámetro del perno no excederá de 1 mm.

La máxima tolerancia admisible en la posición mutua de los agujeros será las siguientes:

- En el mismo extremo del perfil  $\pm 0,5$  mm
- Entre extremos del perfil  $\pm 1,0$  mm

No se admitirá ninguna tolerancia en la posición de los ejes de las perforaciones con respecto a los ejes del perfil.

Las juntas de los montantes serán de preferencia del tipo de tope, sin embargo, el concesionario podrá optar por juntas de recubrimiento.

Las esquinas de los perfiles serán oportunamente chaflanadas a fin de asegurar un contacto directo y continuo entre las paredes de los perfiles a usar. El largo mínimo de las juntas será a lo menos de 300 mm con 6 pernos como mínimo.

No está permitido el uso de soldadura en ningún elemento de las torres.

Todos los elementos de las estructuras para los diferentes tipos de torres serán marcados con la misma identificación de los planos de fabricación y de montaje.

Las piezas destinadas a ser empotradas en el concreto de las fundaciones tendrán dispositivos adecuados para aumentar la adherencia entre el acero y el concreto.

Todos los elementos de las estructuras de las torres y las destinadas a ser empotrados en el concreto, serán galvanizados en conformidad con la norma ASTM.

En el caso que se encuentren partes galvanizadas con formación de "moho blanco" durante el envío, o en el almacenamiento en el sitio, el concesionario tendrá la facultad de:

- Aprobar un sistema de limpieza y pintura protectora para aplicarse en terreno, si en su opinión este es conveniente.
- Ordenar inmediatamente la prohibición del empleo de las partes afectadas, y que todos los futuros embarques reciban, antes de despacharlos de los talleres, un tratamiento especial mediante pulverización o baño de los elementos individuales.

➤ Pernos y tuercas para torres:

Se utilizarán pernos de cabeza hexagonal forjados de una barra sólida, perfectamente concéntrica y a escuadra son el vástago, el cual será perfectamente recto. El punto donde el vástago del perno se une a la cabeza, tendrá un empalme de radio suficiente para eliminar excesivas concentraciones de esfuerzos.

Las arandelas plana de seguridad a presión, serán provistas bajo todas las tuercas. Las arandelas serán de acero, y por lo menos de tres milímetros de espesor. Las arandelas estructurales biseladas serán provistas cuando sea necesario.

Todos los pernos (incluyendo la parte roscada), tuercas (excepto las roscas) y arandelas serán galvanizados cromatizadas en conformidad con la norma ASTM.

Todos los pernos se suministrarán con sus tuercas atornilladas en talleres a fin de asegurar su ajuste correcto. Las tuercas deberán atornillarse manualmente a los pernos. Las roscas de todos los pernos y tuercas serán aceitadas antes de la expedición.

**b. Postes**

Todos los postes y partes serán de acero galvanizado y cumplirán con los requerimientos de las normas ASTM aplicables.

Todas las piezas de ensamblaje (incluyendo pernos, tuercas, elementos de enlace en postes de dos piezas, pletinas, y ganchos para fijación de herrajes, etc.) deberán ser de acero galvanizado en caliente según norma ASTM A123 y A153.

Las propiedades de impacto en la dirección longitudinal del material serán determinadas de acuerdo al método descrito en las normas ASTM A370 y A673.

Todo el trabajo en acero no será inferior en calidad al especificado en las normas ASTM A7. Todas las piezas se corlarán a patrón y todos los huecos se punzonarán y perforarán del mismo modo. Los huecos no se excoriarán. El diámetro de los huecos no excederá en más de 1,5 mm el diámetro del perno correspondiente.

Las soldaduras de las piezas secundarias serán hechas por un especialista de reconocida experiencia antes de la galvanización.

Todas las superficies solapadas deben cubrirse con macilla epóxica flexible para evitar depósito de agua y polución, y no pueda iniciarse en proceso de oxidación.

### 6.1.7 Accesorios

Cada torre será completada con los accesorios siguientes:

- Pernos de escalamiento
- Dispositivos antiescalamiento
- Placas indicadoras
- Señalización de secuencia de fases
- Estribos
- Extensiones
- Pernos de anclaje

El suministro de los postes de acero incluirá:

- Perforaciones y tuercas soldadas para las conexiones de puesta a tierra.
- Orejas en las estructuras de amarre, para la fijación del herraje del conductor.
- Marcas en los postes.

### 6.1.8 Puesta a tierra

La puesta a tierra de las torres será efectuada tomando como referencia lo recomendado en los planos del proyecto (ver Plano N° L-09).

Cada Stub y parrillas estarán provistas de agujeros de dimensiones adecuados para conectar el sistema de puesta a tierra. Las perforaciones estarán ubicadas a 60 cm debajo del nivel del suelo.

### 6.1.9 Pruebas

El concesionario verificará el desarrollo de las pruebas que garanticen las características técnicas de torres, postes y accesorios.

#### a. Pruebas de Prototipo

- Torres de muestras

A fin de controlar el diseño y cálculo de los diversos tipos de torres especificados, una prueba de carga será llevada a cabo sobre todas las torres prototipos sin galvanizar, armadas en su máxima extensión de patas. Las pruebas serán destructivas.

- Preparación de la prueba

Las pruebas serán llevadas a cabo antes de comenzar la fabricación de las torres, en los talleres del fabricante, o en una estación de pruebas definida por el concesionario.

La torre de muestra será montada sobre una fundación rígida. Si para montar las torres en el sitio se propone ensamblarlas sobre el suelo y posteriormente levantarlas a la posición vertical, este mismo método será empleado para montar la torre de muestra.

- Carga de prueba

A la estructura completa con crucetas y estribos se le aplicarán simultáneamente las cargas especificadas para la condición de carga normal, seguidas por las cargas correspondientes a la condición excepcional. Las cargas serán aplicadas mediante cabrestantes de regulación fina y dinamómetros a la lectura correspondiente detallada, que haya sido previamente calibrados en una reconocida estación de prueba oficial. Cada condición de carga se mantendrá aplicada durante un mínimo de 5 minutos.

Las deflexiones en la cúspide de la torre, extremos de crucetas y en cualquier otro punto de la estructura serán medidas mediante un procedimiento aprobado por el propietario. Al final de esta prueba, ningún elemento de la estructura deberá presentar deformación permanente.

- Prueba destructiva

Se llevarán a cabo para una torre de suspensión y una torre de anclaje, las cuales estarán armadas con su máxima extensión, hasta el colapso de la estructura.

- Modificación de diseño

Si, como resultado de esta prueba fuera necesario efectuar cualquier modificación al diseño de la torre, a fin de que la resistencia de la torre esté conforme con las prescripciones de las especificaciones técnicas.

- Reutilización de las torres

Las torres sometidas a pruebas destructivas pueden ser usadas en la línea de transmisión, por aprobación del concesionario después de reemplazar los elementos deformados o destruidos.

#### b. Montaje en Blanco

A fin de controlar la calidad de la elaboración, un prototipo de cada tipo de torre será ensamblado en el taller del fabricante, antes de empezar la fabricación y completo con todos los elementos, pernos y tuercas para formar una torre completa.

Todas las partes deberán ajustar exactamente con las otras correspondientes sin necesitar ninguna otra empaquetadora a que las arandelas previstas. Ningún ajuste de perforación o deformación de cualquier parte será permitido durante esta prueba.

**c. Pruebas de Rutina**

Las pruebas a efectuarse a cada lote de material serán las siguientes:

- Prueba de tracción.
- Prueba de doblado.
- Prueba de resiliencia.
- Prueba de galvanización (Norma ASTM)
- Prueba de rotura (Norma ASTM A -143)
- Pruebas de pernos y tuercas

Las pruebas a llevarse a cabo, los métodos de selección de muestras serán definidas por el concesionario.

## **6.2 CONDUCTORES DE ALUMINIO REFORZADO CON ACERO Y ACCESORIOS**

### **6.2.1 Objetivo**

Estas especificaciones técnicas cubren el suministro del conductor de aluminio reforzado con acero galvanizado – ACSR (Parakeet), con relación de sección aluminio/acero galvanizado 3,43. y sus accesorios.

### **6.2.2 Normas aplicables**

Las normas a ser usadas para el suministro del conductor de aluminio reforzado con acero (ACSR), accesorios, fabricación de alambres, cableado de los conductores, pruebas e inspección serán las siguientes, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria o licitación, en el orden y precedencia indicado.

- ASTM A153: Specification for Zinc Coating (hot dip) on iron and steel hardware
- ASTM B230: Aluminium Wire 1350-H90 for Electrical Purposes
- ASTM B231: Aluminium Conductors, Concentric-Lay-Stranded
- ASTM B232: Aluminium Conductors, Concentric-Lay-Stranded steel-reinforced (ASCR)
- ASTM B233: Aluminium Rolled Rods for Electrical Purposes.
- ASTM B262: Aluminium Wire, 1350-H16 or -H26 for Electrical Purposes
- ASTM B323: Aluminium Wire, 1350-H14 or -H24 for Electrical Purposes
- ASTM B341: Aluminium-coated (aluminized) steel-core wire for aluminium conductors, steel reinforced (ACSR)
- ASTM B398: Aluminium-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes
- ASTM B399: Concentric-Lay-Stranded 6201-T81 Aluminium Alloy Conductors
- ASTM B498: Zinc-coated (galvanized) steel-core wire for aluminium conductors, steel-reinforced (ASCR)
- ASTM B524: Concentric-Lay-Stranded Aluminium Conductors, Aluminium Alloy Reinforced
- IEC209: Aluminium Alloy Stranded Conductors
- UNE 21-159: Elementos de Fijación y Empalme para Conductores y Cables de Tierra de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- ASTM B201: Testing Chromate Coatings on Zinc and Cadmium Surfaces

### **6.2.3 Alcance**

Para la implementación de las líneas en 220kV. y 138kV. se utilizará conductor de aluminio reforzado con acero galvanizado – ACSR (Parakeet) de 319mm<sup>2</sup> (Parakket), cuyos principales datos técnicos son:

- Tipo de conductor: ACSR-Parakeet
- Material: Aleación de Aluminio c/reforzamiento de acero galvanizado
- Sección Nominal: 319 mm<sup>2</sup>
- Diámetro exterior: 23,22 mm
- Carga de Rotura: 8 999 kg

Los accesorios deberán tener las dimensiones adecuadas para la sección de conductor solicitado y son los siguientes:

- Varillas de armar
- Manguitos de empalme
- Manguitos de reparación
- Amortiguadores de vibración tipo Stockbrigde

- Separadores rígidos y flexibles
- Pasta para aplicación de empalmes
- Herramientas y equipos de operación

#### 6.2.4 Características constructivas

El conductor de aluminio reforzado en acero galvanizado (ASCR) será concéntrico, desnudo y cableado, para la sección nominal que se indica en las tablas de datos técnicos.

La fabricación del conductor se realizará de acuerdo a las normas establecidas en estas especificaciones y se efectuará en una parte de la fábrica especialmente acondicionada para tal propósito. Durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar toda posibilidad de contaminación que puedan causar efectos adversos sobre el conductor de aleación de aluminio por cobre u otros materiales.

En caso de que alguna maquinaria haya sido utilizada en la fabricación de conductores distintos a los especificados, esta será cuidadosamente limpiada antes de ser usada en la fabricación.

En todo momento del proceso de fabricación del conductor, se preverá que las longitudes en fabricación sean tales que en una bobina alcance el conductor de una sola longitud, sin empalmes de ninguna naturaleza.

En la fabricación de los conductores se cuidará de alcanzar la mínima rotación natural y la máxima adherencia entre los alambres de cada capa y entre las capas, a fin de evitar daños aún cuando se desarrollen bajo tensión mecánica.

Los accesorios serán fabricados en las dimensiones adecuadas para el uso con el conductor especificado y del material apropiado y compatible con el conductor de acuerdo a la tabla de datos técnicos.

Las superficies de accesorios en contacto con el conductor tendrán acabado con superficies lisas, libres de todo defecto y aquellos que ejercen presión sobre el conductor no deberán dañarlo.

#### 6.2.5 Inspecciones y pruebas

El concesionario verificará el desarrollo de las pruebas que garanticen las características técnicas del conductor y sus accesorios.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control estatal o institución particular autorizada.

##### a. Conductor

Los conductores serán sometidos a las siguientes pruebas:

- Pruebas de rutina sobre los alambres componentes
  - Composición del material
  - Medida del diámetro y control de la superficie de los alambres
  - Prueba de tensión mecánica
  - Prueba de ductibilidad
  - Prueba de resistividad
  - Prueba de enlongación
  - Prueba de envoltura
- Pruebas del Conductor Cableado
  - Control de la superficie
  - Prueba de tensión mecánica
  - Prueba de torsión

##### b. Accesorios

Los accesorios del conductor serán sometidos a las siguientes pruebas:

- Pruebas de rutina sobre cada accesorio
  - Control de las dimensiones y del ensamblaje.
  - Prueba de tracción.
  - Prueba de galvanización según normas especificadas.
  - Pruebas de resistencia eléctrica
- Pruebas de los ensambles
  - Prueba mecánica
  - Prueba de calentamiento

## 6.2.6 Tabla de datos técnicos

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
CONDUCTOR ACSR (PARAKEET)				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
1	Tipo		ACSR	
2	Material		Alum. y Acero Gdo	
3	Denominación		319 mm <sup>2</sup> ACSR	
4	Fabricante			
5	País de fabricación			
6	Normas de fabricación		ASTM 230-232-498 IEC 209	
<b>B</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>			
1	Número de hilos x diámetro			
	- Aluminio (1350 EC)	Nº x mm	24 x 3,87	
	- Acero Galvanizado	Nº x mm	7 x 2,58	
2	Diámetro exterior del conductor	mm	23,22	
3	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	319	
4	Sección total	mm <sup>2</sup>		
<b>C</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>			
1	Peso del conductor	kg/m	1,067	
2	Carga de ruptura mínima a la tracción	kg	8999	
3	Modulo de elasticidad inicial	kg/mm <sup>2</sup>	8000	
4	Modulo de elasticidad final	kg/mm <sup>2</sup>		
5	Coefficiente de dilatación térmica lineal	1/°C	0,0000189	
<b>D</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
1	Resistencia eléctrica a 20°C	Ohms/km	0,1010	
2	Coefficiente de resistividad a 20°C	1/°C	0,00403	
3	Capacidad de corriente	Amp		
<b>E</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN</b>			
1	Máxima longitud del cable sobre el carrete	m		
2	Peso máximo de expedición de un carrete	kN		
3	Tolerancia máxima admisible sobre el peso del conductor acabado	%		
<b>F</b>	<b>ALAMBRES DE ALUMINIO</b>			
1	Sección del Alambre	mm <sup>2</sup>	11,75	
2	Resistencia a la Tracción Mínima	kg/mm <sup>2</sup>		
3	Alargamiento a la rotura mínima (muestras 250mm)	%		
4	Resistividad eléctrica	Ohm/m		
5	Conductividad eléctrica	% IACS	61	
<b>G</b>	<b>ALAMBRES DE ACERO</b>			
1	Sección del Alambre	mm <sup>2</sup>	5,28	
2	Resistencia a la Tracción Mínima	kg/mm <sup>2</sup>		
3	Alargamiento a la rotura mínima (muestras 250mm)	%		
4	Peso de zinc depositado por galvanización según norma ASTM B-498 grado A	G/m <sup>2</sup>		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
ACCESORIOS PARA CONDUCTOR ACSR (PARAKEET)				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A</b>	<b>MANGUITOS DE EMPALME</b>			

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
ACCESORIOS PARA CONDUCTOR ACSR (PARAKEET)				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación			
4	Material		Aluminio	
5	Diámetro de conductor para empalme	mm	23,22	
6	Longitud	mm		
7	Número de Compresiones			
8	Carga mínima de deslizamiento del conductor	kg		
9	Resistencia eléctrica a 20°C entre entrada y salida del conductor	Ohms		
11	Peso total	kg		
<b>B</b>	<b>MANGUITOS DE REPARACIÓN</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación			
4	Material		Aluminio	
5	Tipo		Compresión	
6	Diámetro del conductor a reparar	mm	23,22	
7	Longitud	m	0,20	
8	Número de Compresiones			
9	Peso total	kg		
<b>C</b>	<b>VARILLAS DE ARMADO PARA CONDUCTOR</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación			
4	Sección del conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	319	
5	Número y diámetro de los alambres	Nro x mm		
6	Largo total de la varilla	mm		
7	Paso de la hélice	mm		
8	Diámetro interno de la hélice	mm		
9	Peso de la varilla completa	kg		
<b>D</b>	<b>AMORTIGUADORES PARA CONDUCTOR</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación		DIN-0212	
4	Sección del conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	319	
5	Material de la grapa fijación al conductor		Aluminio	
6	Cable conector			
7	Masas vibrantes			
8	Largo total del amortiguador	mm		
9	Momento de inercia	cm <sup>4</sup>		
10	Módulo elástico del cable conector	kg/mm <sup>2</sup>		
11	Peso total	kg		
12	Peso de cada masa vibrante	kg		
<b>D</b>	<b>SEPARADOR AMORTIGUADOR</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación			

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
ACCESORIOS PARA CONDUCTOR ACSR (PARAKEET)				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
4	Tipo		Amortiguador	
5	Número de Conductores		2	
6	Sección del conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	319	
7	Material del cuerpo		Acero estampado galvanizado	
8	Material de la grapa fijación al conductor		Aleación de Aluminio	
9	Peso total	kg		
<b>D</b>	<b>SEPARADOR RIGIDO</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación			
4	Tipo		Rígido	
5	Número de Conductores		2	
6	Sección del conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	319	
7	Material del cuerpo		Acero estampado galvanizado	
8	Material de la grapa fijación al conductor		Aleación de Aluminio	
9	Peso total	kg		

### 6.3 AISLADORES Y ACCESORIOS

#### 6.3.1 Objetivos

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los aisladores que se utilizarán en líneas de transmisión y sus accesorios.

#### 6.3.2 Normas aplicables

Los aisladores cerámicos materia de la presente especificación y sus accesorios, cumplirán con las prescripciones de la última versión de las siguientes normas:

- ANSI C29.1: American National Standard Test Methods For Electrical Power Insulators
- ANSI C29.2: American National Standard For Insulators Wet-Process Procelain And Toughened Glass-Suspension Type
- ASTM A 153: Zinc Coating (Hot Dip) On Iron And Steel Hardware
- UNE 21-158-90: Coating (Hot Dip) on Iron And Steel Hardware
- UNE 21-159: Elementos de Fijación y Empalme para Conductores y Cables de Tierra de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- ASTM B 6: Specification for slab zinc
- ASTM B 201: Testing chromate coatings on zinc and cadmium surfaces
- ANSI C29.11: American National Standard for Composite Suspension Insulators for Overhead Transmission Line Tests
- IEC 1109: Composite Insulators for A. C. Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater than 1000V- Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria
- IEC 815: Guide for Selection of Insulators in Respect of Polluted Conditions

#### 6.3.3 Condiciones ambientales

Los aisladores se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4500 m
- Humedad relativa : entre 65 y 80%
- Temperatura ambiente : -5 °C y 26 °C
- Contaminación ambiental : de escasa a moderada

#### 6.3.4 Condiciones de operación

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores de suspensión, tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red : 220 kV : 138 kV

➤ Tensión máxima de servicio	245 kV	145 kV
➤ Frecuencia de la red	60 Hz	60 Hz
➤ Naturaleza del neutro	Efectiv. puesto a tierra	Efectiv. puesto a tierra.

### 6.3.5 Alcances

Se utilizarán cadena de aisladores de porcelana clase ANSI 52-3 para las líneas en 220kV y en los postes de acero tipo angular-anclaje en 138kV. En los postes de acero tipo suspensión se utilizarán aisladores poliméricos line post. Las características de los aisladores se muestran en la tabla de datos técnicos. Los accesorios a ser utilizados serán compatibles con el suministro de aisladores

Los elementos que constituyen los distintos tipos de ensambles con aisladores de porcelana a ser implementados son los siguientes:

- Grillete Recto
- Yugo Triangular
- Rótula-Orquilla
- Grapa de Suspensión para Conductor
- Anillo Corona
- Varillas Preformadas
- Enganche para Contrapeso
- Contrapesos
- Grapa de compresión tipo pistola
- Alargador horquilla-Ojo
- Yugo rectangular
- Tensor Rasca o alargador horquilla- horquilla
- Horquilla-Bola

Los componentes requeridos con aisladores de tipo line post a ser implementados se muestran en el volumen de planos (Ver Plano N° L-05)

### 6.3.6 Prescripciones generales

Las grapas de suspensión y anclaje no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor activo.

Ningún accesorio o pieza atravesada por corriente eléctrica, deberá alcanzar una temperatura superior al conductor respectivo en las mismas condiciones.

La resistencia eléctrica de los empalmes y de las grapas de anclaje no será superior al 80% del largo correspondiente al del conductor. Para evitar efluvios eléctricos, la forma y el diseño de todas las piezas bajo tensión será tal que evite esquinas agudas o resaltes que produzcan un excesivo gradiente de campo eléctrico.

Los diversos dispositivos de los accesorios estarán completos con todas las piezas y elementos de conexión para obtener un montaje fácil y sin posibilidades de errores que produzcan una disminución en las características electromecánicas.

A fin de evitar el aflojamiento de los pernos de los conjuntos, todas las tuercas serán fijadas por medio de un dispositivo de seguridad.

El diseño de las partes mecánicas continuas y de sus superficies será tal que permitan mantener un buen contacto eléctrico, bajo las más desfavorables condiciones de servicio.

El diseño de todos los accesorios serán tales como para impedir la entrada y el depósito de humedad en el conductor y en las piezas, así como la corrosión de las partes metálicas. En el diseño de los diversos tipos de accesorios se normalizarán lo más posible los diversos tipos de piezas utilizadas en particular pernos, tuercas, arandelas y chavetas, a fin de reducir la variedad de repuestos.

### 6.3.7 Características constructivas

#### a. Aisladores

Los aisladores de suspensión y anclaje serán de porcelana de superficie exterior vidriada; el material de las partes metálicas será de acero forjado o hierro maleable galvanizado; estarán provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión, tal como bronce fosforoso o acero inoxidable. Las características y dimensiones de los aisladores de suspensión se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

En los aisladores line post tendrán núcleo de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador. El núcleo deberá estar libre de burbujas de aire, sustancias extrañas o defectos de fabricación y tendrá un revestimiento hidrófugo de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un

espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. La resistencia de la interfase entre el recubrimiento de goma de silicón y el cilindro de fibra de vidrio será mayor que la resistencia al desgarramiento (tearing strength) de la Goma de silicón.

Las aletas aislantes serán, también hidrófugas de goma de silicón, y estarán firmemente unidas a la cubierta del cilindro de fibra de vidrio por moldeo como parte de la cubierta; presentarán diámetros iguales o diferentes y tendrán, preferentemente, un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815. La longitud de la línea de fuga requerida deberá lograrse con el necesario número de aletas. El recubrimiento y las aletas serán de color gris o blanco.

#### b. Accesorios

Las piezas sujetas a esfuerzos mecánicos serán preferiblemente en acero forjado o hierro maleable, adecuadamente tratado para aumentar su resistencia a choques y a rozamientos.

Accesorios y piezas normalmente bajo tensión serán fabricados de material antimagnético.

Las grapas de suspensión y de anclaje de los conductores serán de aleación de aluminio.

Las partes no ferrosas resistirán las condiciones atmosféricas sin ninguna protección.

Los accesorios serán fabricados con materiales compatibles que no den origen a reacciones electrolíticas, bajo cualquier condición de servicio.

Las superficies en contacto con el conductor serán perfectamente lisas y libres de cualquier imperfección o irregularidad de tal forma, que no puedan causar abrasiones, deformaciones o daños.

Las superficies exteriores de todas las piezas serán sin esquinas agudas o resaltes, eliminando las irregularidades que puedan causar concentraciones del campo eléctrico superficial.

Las roscas de los pernos serán cubiertas con una grasa inmediatamente antes del ajuste en el montaje. Las chavetas para asegurar la fijación de los accesorios a la cadena de aisladores serán de acero inoxidable y serán apoyados por arandelas de tamaño y calibre adecuado.

Antes de la galvanización, las piezas serán marcadas mediante punzón con el nombre del fabricante o marca de fábrica y con el código de la pieza. Las marcas serán claramente legibles después del galvanizado.

Una vez terminado el maquinado y marcado, todas las partes del fierro y acero de los accesorios serán galvanizado mediante inmersión en caliente según norma ASTM A 153. El galvanizado tendrá textura lisa, uniforme, limpia y de un espesor standard en toda la superficie. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo del galvanizado no afectarán las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas.

El espesor del recubrimiento de zinc no será inferior a 600 g/m<sup>2</sup> para los accesorios de la línea en 220 kV.

Los herrajes extremos para los aisladores de suspensión tipo Line Post estarán destinados a transmitir la carga mecánica al núcleo de fibra de vidrio. La conexión entre los herrajes y el núcleo de fibra de vidrio se efectuará por medio de compresión radial, de tal manera que asegure una distribución uniforme de la carga alrededor de este último.

Los herrajes para los aisladores tipo suspensión tipo Line Post deberán ser de acero forjado o hierro maleable; el galvanizado corresponderá a la clase "B" según la norma ASTM A153.

La base-soporte del aislador Line Post será de acero galvanizado o hierro maleable, galvanizado, de las dimensiones y forma apropiadas para fijarse a poste de acero en forma horizontal; y soportar las cargas mecánicas. El extremo terminal del lado del conductor será para grapas tipo muñón "trunnion". El suministro incluirá las grapas de suspensión y suspensión angular tipo muñón "trunnion".

Como protección anticorrosiva estos herrajes deberán cubrirse con una capa de pintura del tipo epoxi o poliuretano. La preparación química y mecánica de la pintura será de acuerdo a la norma ISO 12944.

#### 6.3.8 Pruebas

El concesionario verificará el desarrollo de las pruebas que garanticen las características técnicas de los aisladores y sus accesorios de acuerdo a las normas especificadas. Estas pruebas comprenderán:

##### a. Aisladores de porcelana

###### ➤ Pruebas de diseño:

- Prueba de tensión de flameo en seco a baja frecuencia.
- Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo y negativo.
- Prueba de tensión de radiointerferencia.
- Prueba de carga-tiempo

- Prueba de cambio brusco de temperatura.
- Prueba de resistencia de carga mecánica residual.
- Prueba de impacto Prueba del pasador de seguridad
- Las pruebas de calidad:
  - Inspección visual y verificación de las dimensiones.
  - Pruebas de porosidad.
  - Pruebas del galvanizado.
  - Pruebas de carga electromecánica combinada.
  - Pruebas de perforación.
  - Prueba de cambio brusco de temperatura.
- Las pruebas de rutina:
  - Prueba de carga mecánica de rutina
  - Prueba de tensión de flameo de rutina.

**b. Aisladores tipo Line Post**

Se realizarán las pruebas de acuerdo con la norma IEC 1109.

- Pruebas de diseño:
  - Pruebas de las interfases y conexiones de los herrajes metálicos terminales
  - Prueba de carga – tiempo del núcleo ensamblado
  - Pruebas del recubrimiento: Prueba de caminos conductores (tracking) y erosión
  - Pruebas del material del núcleo
  - Se incluirán con la propuesta copia de los reportes de las pruebas de diseño realizadas.
- Pruebas de Tipo
  - Prueba de tensión crítica al impulso tipo rayo
  - Prueba de tensión a la frecuencia industrial bajo lluvia
  - Prueba mecánica de carga – tiempo
  - Prueba de tensión de interferencia de radio
  - Prueba de resistencia del núcleo a la carga por corrosión
- Pruebas de Muestreo
  - Verificación de las dimensiones
  - Prueba del sistema de bloqueo
  - Verificación de la carga mecánica especificada (SML).
  - Verificación de la carga al voladizo (cantilever)
  - Prueba de galvanizado
- Pruebas de Rutina
  - Identificación de los aisladores poliméricos
  - Verificación visual
  - Prueba mecánica individual

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

El concesionario deberá contar con los certificados y reportes de prueba.

**6.3.9 Tabla de Datos Técnicos**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
AISLADOR DE PORCELANA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Número o código de catálogo			
3.0	Modelo o código del aislador (Según Catálogo)			
4.0	Clase ANSI		52-3	
5.0	Material aislante		Porcelana	
6.0	Material metálico		Hierro maleable o	

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
AISLADOR DE PORCELANA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
			acero forjado	
7.0	Material del pasador		Bronce o acero inoxidable	
8.0	Norma de fabricación		ANSI 29.2	
9.0	<b>Dimensiones:</b>			
9.1	Diámetro máximo	mm	273	
9.2	Espaciamento (altura)	mm	146	
9.3	Longitud de línea de fuga	mm	292	
9.4	Tipo de acoplamiento		ANSI TIPO B	
10.0	<b>Características mecánicas:</b>			
10.1	Resistencia electromecánica combinada	kN	80	
10.2	Resistencia mecánica al impacto	N - m	6,0	
10.3	Resistencia a una carga continua	kN	44	
11.0	<b>Características eléctricas</b>			
11.1	Tensión de flameo a baja frecuencia :			
	- En seco	kV	80	
	- Bajo lluvia	kV	50	
11.2	Tensión crítica de flameo al impulso :			
	Positiva	kVp	125	
	Negativa	kVp	130	
11.3	Tensión de perforación	kV	110	
12.0	<b>Características de radio interferencia:</b>			
12.1	Tensión eficaz de prueba a tierra en baja frecuencia	kV	10	
12.2	Tensión máxima de radio interferencia	uv	50	
13.0	<b>Conexión</b>			
14.0	Masa por unidad	Kg	Casquillo - Bola	
15.0	Color		Marrón	

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES DE PORCELANA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	<b>GRILLETE RECTO</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	Número de catalogo del Fabricante			
1.3	Material		Acero forjado galvanizado en caliente	
1.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
1.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
1.6	Carga de Rotura Mínima	kN	80	
1.7	Norma de Fabricación			
1.8	Masa por Unidad	kg		
2.0	<b>YUGO TRIANGULAR Y RECTANGULAR</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Número de catalogo del Fabricante			
2.3	Material		Acero galvanizado en caliente	
2.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES DE PORCELANA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
2.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
2.6	Carga de Rotura Mínima	kN		
2.7	Norma de Fabricación			
2.8	Masa por Unidad	kg		
3.0	<b>RÓTULA-HORQUILLA</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Número de catalogo del Fabricante			
3.3	Material		Acero forjado galvanizado en caliente	
3.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
3.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
3.6	Carga de Rotura Mínima	kN	80	
3.7	Norma de Fabricación			
3.8	Masa por Unidad	kg		
4.0	<b>GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA CONDUCTOR</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	Número de catálogo del Fabricante			
4.3	Material		Aleac. de Aluminio	
4.4	Diámetro de conductor sin incluir varillas de armar	mm	23,22	
4.5	Angulo de salida de la grapa	Grados		
4.6	Carga de rotura especificada	% CRC (*)		
4.7	Carga de deslizamiento especificada	% CRC (*)	20	
4.8	Norma de fabricación			
4.9	Masa por unidad	kg		
5.0	<b>ANILLO CORONA</b>			
5.1	Fabricante			
5.2	Número de catalogo del Fabricante			
5.3	Material		Acero galvanizado en caliente	
5.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
5.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
5.6	Norma de Fabricación			
5.7	Masa por Unidad	kg		
6.0	<b>ENGANCHE PARA CONTRAPESO</b>			
6.1	Fabricante			
6.2	Número de catalogo del Fabricante			
6.3	Material		Acero galvanizado en caliente	
6.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
6.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
6.6	Norma de Fabricación			
6.7	Masa por Unidad	kg		
7.0	<b>CONTRAPESOS</b>			
7.1	Fabricante			
7.2	Número de catalogo del Fabricante			
7.3	Material		Acero galvanizado en caliente	

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES DE PORCELANA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
7.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
7.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
7.6	Norma de Fabricación			
7.7	Masa por Unidad	kg	30	
8.0	<b>GRAPA DE COMPRESIÓN TIPO PISTOLA</b>			
8.1	Fabricante			
8.2	Número de catálogo del Fabricante			
8.3	Material		Aleac. de Aluminio	
8.4	Diámetro de conductor	mm	23,22	
8.5	Carga de rotura especificada	% CRC (*)		
8.6	Carga de deslizamiento especificada	% CRC		
8.7	Norma de fabricación			
8.8	Masa por unidad	kg		
9.0	<b>ALARGADOR HORQUILLA-OJO</b>			
9.1	Fabricante			
9.2	Número de catalogo del Fabricante			
9.3	Material		Acero forjado galvanizado en caliente	
9.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
9.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
9.6	Carga de Rotura Mínima	kN	80	
9.7	Norma de Fabricación			
9.8	Masa por Unidad	kg		
10.0	<b>TENSOR RASCA O ALARGADOR HORQUILLA-HORQUILLA</b>			
10.1	Fabricante			
10.2	Número de catalogo del Fabricante			
10.3	Material		Acero forjado galvanizado en caliente	
10.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
10.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
10.6	Carga de Rotura Mínima	kN	80	
10.7	Norma de Fabricación			
10.8	Masa por Unidad	kg		
11.0	<b>HORQUILLA-BOLA</b>			
11.1	Fabricante			
11.2	Número de catalogo del Fabricante			
11.3	Material		Acero forjado galvanizado en caliente	
11.4	Clase de Galvanización según ASTM		C	
11.5	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm		
11.6	Carga de Rotura Mínima	kN	80	
11.7	Acoplamiento		IEC 16	
11.8	Norma de Fabricación			
11.9	Masa por Unidad	kg		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
CADENA DE AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Modelo o número de catálogo			
3.0	País de fabricación			
4.0	Normas aplicables		IEC-1109 /ANSI - 29.11	
5.0	Tensión máxima de diseño	kV	145	
6.0	Material del núcleo		fibra de vidrio	
7.0	Material del recubrimiento del núcleo		goma de silicón hidrofugo	
8.0	Material de las campanas		goma de silicón hidrofugo	
	<b>Herrajes</b>			
9.0	Material de los herrajes		acero forjado	
10.0	Norma de galvanización		ASTM 153 "B"	
11.0	Herraje extremo de estructura		horquilla (clevis y)	
12.0	Herraje del extremo de línea		clevis	
13.0	Acoplamiento		IEC 16	
	<b>Dimensiones y masa</b>			
14.0	Longitud de línea de fuga	mm	4500	
15.0	Distancia de arco en seco	mm	1220	
16.0	Longitud total	mm		
17.0	Diámetro mínimo del núcleo	mm		
18.0	Número de campanas	mm		
19.0	Diámetro de cada campana	mm		
20.0	Espaciamiento entre campanas	mm		
21.0	Masa total	mm		
	<b>Valores de resistencia mecánica</b>			
22.0	Carga mecánica garantizada (SML)	kN	100	
23.0	Carga mecánica de rutina (RTL)	kN	50	
	<b>Tensiones eléctricas de prueba</b>			
24.0	Tensión crítica de flameo al impulso			
	- positiva	kV	700	
	- negativa	kV		
25.0	Tensión de flameo a baja frecuencia			
265.0	- en seco	kV		
	- bajo lluvia	kV	275	

## 6.4 CABLE DE GUARDA Y ACCESORIOS

### 6.4.1 Objetivo

Establecer las características técnicas mínimas aceptables y las condiciones necesarias para el suministro del cable de guarda y accesorios.

### 6.4.2 Normas Aplicables

Las normas a ser usadas en el suministro de los cables de guarda, fabricación de alambres, cableado, pruebas e inspección son las siguientes:

- IEC 209
- IEC 1089
- ASTM A363: Standard specification for zinc coated (galvanizado) steel overhead ground wire strand
- ASTM B6: Specification for slab zinc
- ASTM A 475: Standard Specification for Zinc-Coated Steel Wire Strand

- ASTM A 90: Standard Test Method for Weight of Coating on Zing - Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles.
- IEEE 1138-1994: Standard Construction of Composite Fiber Optic Overhead Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines.
- NBR 14074-2004: (Norma Brasileira) Cabos pára-raios com fibras ópticas (OPGW) para linhas aéreas de transmissão.
- ITU-T G.652 -1993): Características de un cable de fibra óptica monomodo.
- ITU-T G.650 (1993): Definición y métodos de prueba para los parámetros relevantes de fibras mono-modo.
- IEC 1089: Round wire concentric lay overhead electrical standard cables.
- IEC 1232: Aluminum-clad steel wire for electrical purposes.
- ASTM B483
- ASTM B416
- ASTM B415
- ASTM B398
- UNE 21-159: Elementos de Fijación y Empalme para Conductores y Cables de Tierra de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- ASTM A 153: Zinc coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM B 201: Testing Chromate Coatings on Zinc and cadmium Surfaces
- ASTM B230: Hard drawn aluminium ECH19 for electrical purposes

#### 6.4.3 Alcances

En las líneas en 220 kV, se tiene previsto utilizar dos cables de guarda uno de acero galvanizado, grado extra alta resistencia (EHS) de 60 mm<sup>2</sup> de sección y otro de fibra óptica OPGW monomodo de 106mm<sup>2</sup>.

En la línea en 138kV, se utilizará un cable de guarda de fibra óptica OPGW monomodo de 106mm<sup>2</sup>.

Las características del cable están especificadas en la tabla de datos técnicos.

Los accesorios a requeridos para los cables de acero son los siguientes:

- Grapas de suspensión
- Grapas de anclaje
- Manguitos de empalme
- Material de conexión a la torre.

El suministro de accesorios para el cable de fibra óptica está comprendido por:

- El conjunto de anclaje: una varilla de armado y un terminal de tipo preformado.
- El conjunto de suspensión: grampas de suspensión de tipo "armogrid".
- Cajas de empalmes resistentes a la intemperie, con accesorios para terminar, proteger y fijar la fibra empalmada.

#### 6.4.4 Prescripciones constructivas

##### a. Cable de acero galvanizado

Los hilos componentes del cable serán de acero galvanizado grado EHS, de acuerdo a norma IEC-209 o equivalente (IEC-1089). Todos los hilos componentes deberán ser uniformes, lisos y libres de imperfecciones, herrumbre, rajaduras y otros defectos.

Estará conformado por hilos, cableados, según la norma IEC-209 o equivalente (IEC-1089), con los hilos de la capa exterior cableados en sentido izquierdo.

No se permitirá ninguna unión en los alambres galvanizados diferentes de aquellas efectuadas en las barras o alambres antes de trefilado.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90.

Los accesorios que se usarán para el cable de guarda de acero tendrán las características se muestran en los cuadros técnicos correspondientes.

##### b. Cable OPGW

El cable OPGW está compuesto por fibras ópticas para telecomunicaciones, contenidas en una unidad óptica dieléctricas.

La unidad óptica deberá ser totalmente dieléctrica y su configuración debe ser tipo "loose".

El cable debe poseer características eléctricas y mecánicas adecuadas al diseño de una línea de transmisión de 220 Kv, y debe garantizar que la fibra no sufra esfuerzos durante la vida útil del cable.

El cable debe ser longitudinalmente sellado contra agua.

Todos los accesorios utilizados junto al cable de fibra óptica deben ser concebidos de manera que ninguna degradación de la transmisión óptica en las fibras del cable ocurra en cualquier condición de utilización. Las fibras ópticas deben poder desplazarse libremente en el cable sometido a una carga de servicio.

El conjunto de anclaje debe constar de una varilla de armado y de un terminal de tipo preformado colocado sobre la varilla de armado. Esta debe estar instalada en la dirección opuesta a la capa exterior del cable OPGW y el terminal de tipo preformado debe estar instalado en la dirección opuesta a la varilla de armado.

La varilla de armado será de longitud suficiente y deberá proteger al cable OPGW contra fuerzas radiales concentradas en la zona de contacto entre el terminal de tipo preformado y el cable OPGW. Todas las barras helicoidales deben ser de aluminio o de acero revestido de aluminio. El conjunto de anclaje debe soportar por lo menos 95% de la resistencia nominal del cable OPGW.

En los puntos de suspensión, se deben utilizar grampas de suspensión de tipo "armogrid" exclusivamente. El cuerpo de la grampa debe ser de aluminio aleado, de preferencia forjado.

El alambre debe ser de aluminio aleado estirado.

Se deben proporcionar cajas de empalmes resistentes a la intemperie, las cuales deberán incluir todos los accesorios necesarios para terminar, proteger y fijar la fibra empalmada. Las cajas deben estar ubicadas a 6 -10 m encima de nivel del suelo. La preparación y la limpieza del tubo y de las extremidades de la fibra se deben realizar con herramientas y según los métodos recomendados por el proveedor del cable OPGW. El empalme por fusión debe ser hecho por empleados entrenados para este tipo de operación. Las pérdidas ópticas deben tener un promedio máximo de 0,1 dB por empalme. Un empalme terminado debe estar apoyado en la caja de empalme con fijaciones adecuadas. Deberá ser posible quitar y reemplazar el empalme en el dispositivo de soporte sin riesgo de dañar el empalme o la fibra.

Las cajas de empalmes suministradas deben tener dos a cuatro entradas para recibir las derivaciones necesarias. Estas entradas deben ser cerradas con plástico termo maleable. El material exterior de las cajas debe ser resistente al aceite y metálico, preferiblemente de aluminio.

#### 6.4.5 Pruebas e inspecciones

El concesionario verificará el desarrollo de las pruebas que garanticen las características técnicas de los aisladores y sus accesorios de acuerdo a las normas especificadas. Estas pruebas comprenderán:

##### a. Cable de acero galvanizado

- Pruebas de rutina sobre los alambres componentes
  - Composición del material
  - Medida del diámetro y control de la superficie de los alambres.
  - Pruebas de tensión de acuerdo a Norma IEC-209 o su equivalente IEC-1089
  - Prueba de ductibilidad, según IEC-209 o su equivalente IEC-1089
  - Prueba de carga al 1% de alargamiento
  - Prueba del galvanizado
  - Prueba de envoltura
- Pruebas del cable
  - Control de superficie
  - Prueba de tensión mecánica.
  - Prueba de torsión

##### b. Cable OPGW

- Pruebas Mecánicas
  - Ciclos de temperatura en el cable
  - Penetración de humedad
  - Estabilidad térmica (OIT del compuesto de relleno después del ensayo de corto circuito)
  - Ciclos de temperatura en la fibra óptica teñida.
  - Ataque químico en la fibra óptica teñida
  - Estabilidad hidrolítica
- Pruebas Ópticas
  - Atenuación óptica de las fibras
  - Discontinuidad óptica

- Dispersión del modo de polarización(PMD)
  - Dispersión cromática
  - Longitud de onda de corte
  - Diámetro de la fibra
  - Diámetro del campo modal
  - No circularidad del revestimiento
  - Error de concentricidad campo modal/casca
  - Fuerza de extracción del revestimiento de la fibra óptica
- Pruebas Eléctricas
- Descarga Eléctrica
  - Cortocircuito
  - Resistencia Eléctrica del Cable
- Pruebas Dimensionales
- Sección Transversal
  - Diámetro de los hilos de armadura
  - Diámetro exterior del cable
  - Passo de armadura
  - Peso del cable

c. **Accesorios**

- Pruebas de rutina sobre cada accesorio
- Control de las dimensiones y del ensamblaje.
  - Prueba de tracción.
  - Prueba de galvanización, según VDE 0210 y IEC-383 cláusula 27.
  - Pruebas de resistencia eléctrica
- Pruebas de los ensambles
- Prueba mecánica
  - Prueba de calentamiento

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control estatal o institución particular autorizada.

6.4.6 **Tabla de Datos Técnicos**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
CABLE DE GUARDA DE ACERO				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
1	Tipo		Acero Galvaniz.	
2	Denominación del cable		Grado EHS	
3	Fabricante			
4	País de fabricación			
5	Norma de fabricación		IEC 209 o equivalente IEC- 1089	
<b>B</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>			
1	Número de alambres	Nro	7	
2	Sección total	mm <sup>2</sup>	60	
3	Diámetro exterior del cable	mm	11.11	
<b>C</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>			
1	Peso del conductor	kg/m	0,595	
2	Carga de ruptura mínima a la tracción	kg	9 454	
3	Modulo de elasticidad inicial	kg/mm <sup>2</sup>		
4	Modulo de elasticidad final	kg/mm <sup>2</sup>	19000	
5	Coefficiente de dilatación térmica lineal	1/°C	0,0000115	

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
CABLE DE GUARDA DE ACERO				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
D	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
1	Resistencia eléctrica a 20°C	Ohms/km		
2	Coefficiente de resistividad	1/°C		
E	<b>CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN</b>			
1	Máxima longitud del cable sobre el carrete	m		
2	Peso máximo de expedición de un carrete	kg		
3	Tolerancia máxima admisible sobre el peso del cable acabado	%		
4	Galvanización	g/m <sup>2</sup>	519	
F	<b>ALAMBRES COMPONENTES</b>			
1	Carga de ruptura mínima a tracción	kg/mm <sup>2</sup>		
2	Alargamiento a rotura	%		
3	Resistividad eléctrica	ohm-mm <sup>2</sup> /m		
4	Composición			

TABLA DE DATOS TÉCNICOS- ACCESORIOS DE CABLE DE GUARDA DE ACERO				
DISPOSITIVOS DE SUSPENSIÓN Y ANCLAJE				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
A	<b>MATERIALES</b>			
	Piezas sujetas a esfuerzos mecánico			
1	Material constituido		Acero Galvaniz.	
2	Carga máxima de ruptura de la pieza	kg		
3	Esfuerzo mínimo de ruptura	kg/mm <sup>2</sup>		
4	Límite elástico equivalente	kg/mm <sup>2</sup>		
5	Alargamiento a ruptura	%		
6	Resiliencia	kg/mm <sup>2</sup>		
	Piezas no sujetas a esfuerzo mecánico			
7	Material constitutivo			
	Piezas en contacto con el cable de guarda			
8	Material constitutivo			
B	<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b>			
1	N° de dibujo			
2	Largo máximo de la grapa	mm		
3	Radio de curvatura mínimo de la grapa	mm		
4	Radio de curvatura máximo	mm		
5	Momento de inercia respecto al eje vertical en el plano del cable de guarda	cm <sup>4</sup>		
C	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>			
1	Peso total del dispositivo	kg		
2	Carga mínima de ruptura del dispositivo	kN		
3	Carga mínima de deslizamiento del cable de guarda	kN		
4	Presión de apretamiento del cable de guarda	kg/cm <sup>2</sup>		
D	<b>GALVANIZACIÓN</b>			
1	Taller de galvanización			
2	Clase de Galvanización ASTM		B	
3	Cantidad de zinc depositado	g/m <sup>2</sup>	519	
E	<b>CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES</b>			

TABLA DE DATOS TÉCNICOS- ACCESORIOS DE CABLE DE GUARDA DE ACERO				
DISPOSITIVOS DE SUSPENSIÓN Y ANCLAJE				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
1	Número de alambres	Nro	7	
2	Sección total	mm <sup>2</sup>		
3	Diámetro exterior del cable	mm	11.11	
4	Normas de Fabricación			

TABLA DE DATOS TÉCNICOS- ACCESORIOS DE CABLE DE GUARDA DE ACERO				
MANGUITOS DE EMPALME Y AMORTIGUADORES				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A</b>	<b>MANGUITOS DE EMPALME</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Material del cable de guarda		Acero Galvaniz.	
4	Diámetro de cable de guarda para empalme	mm	9,52	
5	Longitud	m	0,20	
6	Carga mínima de deslizamiento del cable de guarda	kg		
7	Peso total	kg		
<b>B</b>	<b>AMORTIGUADORES PARA CABLE DE GUARDA</b>			
1	Fabricante			
2	País de procedencia			
3	Normas de fabricación			
4	Grapa			
5	Cable conector			
6	Masas vibrantes			
7	Largo total del amortiguador	mm		
8	Momento de inercia	cm <sup>4</sup>		
9	Diámetro del cable de guarda	mm	9,52	
10	Peso total	N		
11	Peso de cada masa vibrante	N		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
ACCESORIOS DE CABLE DE GUARDA DE FIBRA ÓPTICA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A</b>	<b>CABLE COMPLETO</b>			
<b>A.1</b>	<b>Características Generales</b>			
1	Tipo		OPGW	
2	Fabricante			
3	Regulaciones de Fabricación		ITU-T G.652	
<b>A.2</b>	<b>Características de Dimensión</b>			
1	Diámetro nominal del cable	mm.	14,70 mm	
2	Aproximación total de la sección	mm <sup>2</sup>	106 mm <sup>2</sup>	

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
ACCESORIOS DE CABLE DE GUARDA DE FIBRA ÓPTICA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A.3</b>	<b>Características Mecánicas</b>			
1	Peso aproximado del cable	kg/km	457	
2	Carga de rotura mínima a la tracción	Kgf	≥ 6 370	
3	Módulo de elasticidad (E)	Kg/mm <sup>2</sup>	11 500 – 12 700	
4	Coefficiente de expansión térmica lineal	1/°C	14x10 <sup>^-6^-</sup> - 16x10 <sup>^-6^-</sup>	
5	Radio de curvatura mínimo	Mn	≤12	
<b>A.4</b>	<b>Características Térmicas y Eléctricas</b>			
1	Resistencia eléctrica 20°C	Ohm/km	0,37	
2	Capacidad de corriente de cortocircuito	kA*s	≥ 60	
3	Temperatura máxima del cable	°C	210	
<b>B</b>	<b>TUBO DE PROTECCIÓN</b>			
1	Material		Aluminio	
2	Construcción		Extruido	
<b>C</b>	<b>NÚCLEO ÓPTICO</b>			
1	Número de unidades ópticas		1	
2	Número de fibras por unidad óptica		24	
3	Construcción		Holgado	
4	Llenado de tubo		Gel antihumedad	
5	Material del tubo		Acero inoxidable	
6	Barrera térmica		Incorporada	
7	Protección mecánica		Incorporada	
8	Máxima temperatura soportable por la fibra y sus recubrimientos	°C	140	
<b>D</b>	<b>FIBRA ÓPTICA</b>			
<b>D.1</b>	<b>Características Geométricas y Ópticas</b>			
1	Diámetro del campo monomodo	µm	9 a 10 ± 10%	
2	Diámetro del revestimiento	µm	125 ± 2,4%	
3	Error de concentricidad del campo monomodal	µm	≤ 1	
4	No circularidad del revestimiento		< 2%	
5	Longitud de onda de corte	nm	1 100 – 1 280	
6	Proof test		≥ 1%	
7	Código de colores		Estándar	
<b>D.2</b>	<b>Características de Transmisión</b>			
1	Atenuación para λ = 1 310 nm	dB/km	≤ 0,28	
2	Atenuación para λ = 1 550 nm	dB/km	≤ 0,40	
3	Dispersión total para λ = 1 310 nm	ps/km.nm	≤ 3,50	
4	Dispersión total para λ = 1 550 nm	ps/km.nm	≤ 18,0	
<b>D.3</b>	<b>Condiciones Ambientales</b>			
1	Humedad relativa mínima	°C	75% a 40	
2	Humedad relativa máxima	°C	99% a 40	
3	Rango de temperatura de funcionando	°C	5 – 50	
4	Instalación		Intemperie	

## 6.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 6.5.1 Alcances

Establecer las características técnicas mínimas aceptables y las condiciones necesarias para el suministro de material de puesta a tierra.

Se presentan las características de los materiales a ser utilizados los cuales serán evaluados por el Concesionario quien definirá finalmente los requeridos para el proyecto.

**6.5.2 Normas aplicables**

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- ITINTEC 370.042: Conductores de Cobre Recocido para el uso Eléctrico
- ANSI C135.14: Staples with Rolled of Slash Points for Overhead Line Construction

**6.5.3 Prescripciones constructivas****a. Conductor Bimetálico 35mm<sup>2</sup>**

Será un alambre "copperweld" de 30% de conductibilidad, recocido (LC Grade); el alambre estará compuesto de un núcleo de acero cubierto completamente de cobre de modo que la unión entre los dos metales sea un enlace del tipo molecular.

**b. Varilla de Puesta Tierra 16mm Ø - 2,4 m**

Será una varilla bimetálica "copperweld" compuesta de un núcleo de acero de alta resistencia cubierta de cobre; la unión cobre-acero será del tipo molecular. Terminará en punta apta para penetrar todo tipo de suelos, hasta los más duros, salvo roca viva.

**c. Conectores Soldables**

Serán del tipo soldadura exotérmica (proceso Cadweld, o similar) para uso pesado (heavy duty); comprenderá:

Moldes, De grafito, de los siguientes modelos : 35 mm<sup>2</sup> a placa de acero, 35 mm<sup>2</sup> a Varilla 16mm, 35 mm<sup>2</sup> - 35 mm<sup>2</sup>, Cartuchos, Tenazas de sujeción, Kit de herramientas.

**6.5.4 Tabla de Datos Técnicos**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
<b>A</b>	<b>ALAMBRE BIMETÁLICO</b>			
1	Tipo		Copperweld	
2	Denominación del alambre		35 mm <sup>2</sup> (2 AWG)	
3	Fabricante			
4	País de fabricación			
5	Normas de fabricación		ASTM	
6	Diámetro	mm	6,54	
7	Sección	mm <sup>2</sup>	33,59	
8	Carga de ruptura	kg	2570	
9	Peso	kg/km	274,6	
10	Espesor de cobre	mm		
11	Resistencia a 20°C	ohm/km	1,748	
12	Máxima longitud del conductor sobre el carrete	m		
13	Peso máximo de expedición de un carrete	N		
<b>B</b>	<b>VARILLA BIMETÁLICA</b>			
1	Tipo		Copperweld	
2	Denominación de la varilla			
3	Fabricante			
4	País de fabricación			
5	Normas de fabricación			
6	Diámetro	mm	15,8	
7	Longitud	m	2,40	
8	Sección	mm <sup>2</sup>	196	
9	Carga de ruptura	N		
10	Peso	N		
11	Espesor de cobre	mm		
12	Resistencia a 20°C	ohm/m		
13	Peso máximo de expedición de una caja de varillas	N		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS				
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Garantizado
C	CONEXIONES SOLDABLES			
1	Tipo		Exotérmica	
2	Fabricante			
3	País de fabricación			
4	Normas de fabricación			
5	Número máximo de usos de cada molde			