



---

Gerencia de Sector Estudios y Proyectos

Área Trasmisión

---

## **CAPÍTULO 2**

### **CABLE SUBTERRANEO 150 kV**



<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CABLE A SUMINISTRAR.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 <i>Características Generales del Cable.....</i>	4
2.1.2 <i>Normas .....</i>	4
2.1.3 <i>Características nominales .....</i>	5
<b>2.2 AMPACIDAD NOMINAL .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 SOBRECARGAS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 DISEÑO AL CORTOCIRCUITO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 GRADIENTE DE DISEÑO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6 PUESTA A TIERRA DE LA VAINA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.7 MÉTODO DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2.8 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL CABLE.....</b>	<b>10</b>
2.8.1 <i>Generalidades .....</i>	10
2.8.2 <i>Conformación del cable .....</i>	11
<b>2.9 ACCESORIOS .....</b>	<b>13</b>
2.9.1 <i>Generalidades .....</i>	13
2.9.2 <i>Terminales .....</i>	14
2.9.3 <i>Equipamiento para el aterramiento de vaina .....</i>	17
2.9.4 <i>Limitadores de tensión de vaina .....</i>	17
2.9.5 <i>Diseño termomecánico .....</i>	17
2.9.6 <i>Estructuras de apoyo para el sistema de fijación de los cables .....</i>	18
<b>2.10 SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA DEL CABLE .....</b>	<b>19</b>
<b>2.11 OTRAS MAGNITUDES A MONITOREAR .....</b>	<b>20</b>
<b>2.12 ENSAYOS.....</b>	<b>20</b>
2.12.1 <i>Ensayos de tipo .....</i>	20
2.12.2 <i>Ensayos de rutina.....</i>	21
2.12.3 <i>Generalidades .....</i>	21
2.12.4 <i>Ensayos de rutina en el Cable .....</i>	21
2.12.5 <i>Ensayos de rutina de Accesorios .....</i>	21
2.12.6 <i>Ensayos de muestreo .....</i>	21
2.12.7 <i>Generalidades .....</i>	21
2.12.8 <i>Ensayos de muestreo en el Cable .....</i>	22
2.12.9 <i>Ensayos de muestreo en Accesorios.....</i>	22
2.12.10 <i>Ensayos de la instalación .....</i>	22
<b>2.13 BOBINAS Y LONGITUDES DE ENTREGA .....</b>	<b>23</b>



## **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CABLE A SUMINISTRAR**

Las siguientes especificaciones aplican al suministro de cable y accesorios para la conformación de las ternas NOR-MVP y MVA-NOR.

### **2.1.1 Características Generales del Cable**

El cable subterráneo será unipolar, de aislación en polietileno reticulado (XLPE), previsto para trabajar en una red de 150 kV de tensión nominal entre fases.

Será del tipo estanco al agua radial y longitudinalmente.

### **2.1.2 Normas**

La siguiente especificación está basada en las Normas IEC en vigencia, en base a las cuáles se diseñará, fabricará y ensayará el cable.

En particular, se toma como básica la Norma IEC 60840 y sus normas relacionadas.

### 2.1.3 Características nominales

Tensión nominal $U_0/U$ (kV r.m.s)	87/150
Tensión máxima del sistema $U_m$ (kV r.m.s)	170
Frecuencia nominal (Hz)	50
Nivel de aislación a impulso $U_p$ (kVcr.)	750
Ampacidad nominal (A)	770
<b>Corriente de cortocircuito de diseño (kA r.m.s)</b>	
Para el cable, monofásica y trifásica	50
Para la vaina, monofásica	
- Cross bonding continuo	40
- Otras formas de aterramiento	31.5
Duración del cortocircuito (s)	1
<b>Temperaturas de diseño en el conductor (°C)</b>	
-Para la ampacidad nominal	90
-Para el cortocircuito	250

## 2.2 AMPACIDAD NOMINAL

El conductor del cable será de aluminio, y sus características estarán de acuerdo con las Normas IEC en vigencia, en particular la Norma IEC 60228.

La sección del conductor, será elegida por el oferente no pudiendo ser esta menor a 1200 mm<sup>2</sup>. El cable deberá transportar su ampacidad nominal en régimen continuo sin sobrepasar la temperatura de diseño indicada más arriba.

El cálculo correspondiente, realizado de acuerdo con la Norma IEC 60287, debe presentarse con la oferta.

El cálculo se realizará bajo las siguientes hipótesis:

- Tensión de operación nominal.
- Condiciones del terreno: resistividad térmica 120°C-cm/W, temperatura 25°C.
- Instalación: directamente enterrado, en trébol o en línea (a elección del oferente).
- Profundidad de enterrado promedio: 1.20 m al eje de la terna
- Aterramiento de la vaina: en sus dos extremos o en “cross bonding” (a elección del oferente).

La ampacidad nominal debe ser obtenida en las peores condiciones estimadas, teniendo en cuenta aspectos tales como la instalación de los cables en ductos plásticos y macizos de hormigón en los cruces de las calles importantes.

Cuando la Norma especifique un valor determinado para alguna propiedad física del cable (constantes dieléctricas, resistividades térmicas, etc.), ese valor debe ser obligatoriamente usado en el cálculo.

## 2.3 SOBRECARGAS

El Contratista deberá elaborar una guía de carga del cable propuesto, incluyendo:

- Cálculo de las corrientes y tiempos asociados que el cable puede transportar sin sobrepasar la temperatura de diseño nominal, suponiendo que el cable transporta previamente en régimen una corriente inferior a la nominal.
- Cálculo de las corrientes y tiempos asociados que el cable puede transportar sin sobrepasar la temperatura de sobrecarga aceptable, suponiendo que el cable transporta previamente en régimen una corriente igual a la nominal. La temperatura de sobrecarga propuesta deberá ser respaldada técnicamente por el Contratista mediante normas, ensayos, literatura técnica, etc. Se indicará asimismo cuántas horas en total durante el año y/o durante la vida del cable se podrá aceptar este régimen de sobrecargas.

## 2.4 DISEÑO AL CORTOCIRCUITO

El Contratista deberá presentar una nota de cálculo que justifique la selección del material y dimensiones de la vaina metálica encargada de drenar las corrientes de cortocircuito, en base a los criterios y métodos de cálculo de la Publicación IEC 60949.

Se supondrá que antes del Cortocircuito el cable está transportando su ampacidad nominal. El oferente deberá respaldar técnicamente (normas, literatura, etc.) el valor de temperatura máxima aceptable en la vaina.

Se aclara que el valor de corriente de cortocircuito indicado para diseño de la vaina debe poder ser llevado por cada una de las tres vainas de la terna.

Se verificará también el desempeño de los restantes componentes de la instalación ante las corrientes de cortocircuito de diseño especificadas.

En particular, el Contratista deberá elaborar un estudio sobre los efectos electrodinámicos del cortocircuito sobre los cables para el dimensionado del sistema de apoyos y fijación, tanto en los empalmes simples, empalmes cross bonding, como para las estructuras soporte de los terminales exteriores y salas de cables en estaciones GIS.

El diseño de los elementos de sujeción y su instalación deberá tener en cuenta lo indicado en la norma IEC 61914.

## 2.5 GRADIENTE DE DISEÑO

El oferente deberá presentar una memoria de cálculo que justifique la elección del espesor del material aislante en relación a la limitación de los gradientes de tensión a 50 Hz a los siguientes valores:

- En la capa semiconductora sobre el conductor (interna): 7 kV/mm máximo
- En la capa semiconductora sobre el aislante (externa): 4 kV/mm máximo

Se supondrá a tales efectos que el cable opera en forma continua a 155 kV entre fases.

## 2.6 PUESTA A TIERRA DE LA VAINA

El contratista deberá proponer para las nuevas ternas de cable un sistema de aterramiento de Cross-Bonded u otro alternativo de manera que permita garantizar el valor de ampacidad.

Si se elige una disposición plana (“flat”) de los tres cables en la zanja, la puesta a tierra de la vaina deberá ser del tipo “cross bonding” continuo (trasposición de vainas en cada unión). Para la disposición en trébol, el oferente podrá elegir entre poner a tierra la vaina en los dos extremos o realizar “cross bonding” continuo (con puesta a tierra en los dos extremos del tramo) o seccionalizado (con puesta a tierra en los dos extremos del ciclo de trasposición).

Para el sistema de puesta a tierra seleccionado deberá tenerse en cuenta que la tensión de vaina en régimen de operación nominal no puede superar los 100 V en ningún punto. Lo anterior deberá tenerse en cuenta para establecer la longitud de los tramos de cable ya sea para definir los ciclos de trasposición (cross- bonding) o secciones mayores y menores (cross – bonding seccionalizado).

Si se opta por el “cross bonding” seccionalizado, cada uno de los tres tramos en que se divide cada ciclo de trasposición no deberá ser mayor a la distancia que asegure que la tensión en la vaina en régimen no supere los 100 V en ningún punto.

Si se opta por la puesta a tierra en ambos extremos, deberán existir las puestas a tierra intermedias necesarias que aseguren que la tensión de la vaina en régimen no supere los 100 V en ningún punto.

Si se opta por el “cross bonding”, los cables deberán trasponerse en cada unión de seccionalización de vainas.

En caso de seleccionarse “cross bonding” el Contratista deberá entregar notas de cálculo que justifiquen la selección de los aisladores de segregación de vaina y de los varistores de óxido de zinc propuestos.

En caso que los estudios sea necesario realizar simulaciones (particularmente para evaluar la repartición de corrientes de cortocircuito fase-tierra entre los diversos elementos del circuito) el Contratista también le hará llegar a UTE copia de los correspondientes archivos de entrada de datos y una breve descripción de cómo se interpretan.

El sistema de puesta a tierra debe permitir realizar fácilmente las operaciones de mantenimiento de la vaina exterior y, en particular, su ensayo dieléctrico.

El Contratista deberá entregar un estudio que valide la propuesta del sistema de aterramiento considerando el impacto en las diversas aislaciones involucradas en las conexiones de vaina (aisladores de segregación, cables de conexión entre las vainas y las cajas de “cross bonding”, etc.) y de los correspondientes varistores o descargadores de óxido de zinc existentes.

Para dicho estudio se recomienda tener en cuenta las siguientes publicaciones:

- IEEE STD 575 - 2014 *“Guide for Bonding Shields and sheaths of single-conductor power cables rated 5 kV through 500kV”*.
- Electra N°128-2 - *“Guide to the Protection of specially Bonded Cable Systems against sheath Overvoltages”*.
- Electra N° 28 (part I) - *“The design of specially bonded cables systems”*.
- Electra N° 28 (part II) - *“The design of specially bonded cables circuits”*.

- TB 797 – “*Sheath bonding systems of AC transmission cables - Design, testing, and maintenance*”.

Independientemente del sistema de aterramiento propuesto el mismo deberá cumplir con las siguientes funciones:

- Proveer un aterramiento para el sistema cable.
- Proveer un camino de retorno continuo para las corrientes de falta a través de la vaina.
- Limitar en régimen estacionario las tensiones de vaina a valores aceptables desde el punto de vista de la seguridad.
- Eliminar o reducir considerablemente las pérdidas de vaina.
- Limitar las sobretensiones transitorias a niveles aceptables mediante la utilización de descargadores (SLV).

Será responsabilidad del contratista conectar la vaina del cable y estructuras metálicas del terminal a la malla de puesta a tierra de la estación.

## 2.7 MÉTODO DE FABRICACIÓN

El contratista deberá incluir durante el contrato una descripción del tipo de fabricación del cable.

Se deberá incluir durante el contrato la presentación del plan de calidad del proceso de fabricación e inspección del cable.

Sólo se aceptarán fabricantes que utilicen métodos de reticulación secos y sistema de colocación del aislante y sus dos capas semiconductoras adyacentes en una sola operación.

## 2.8 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL CABLE

### 2.8.1 Generalidades

El oferente deberá realizar la propuesta de suministro para un cable de sección no menor a 1200mm<sup>2</sup> de Aluminio. Se deberá presentar la oferta de un cable con fibra óptica para el monitoreo y como alternativa se deberá presentar

un cable sin fibra óptica. Esta última alternativa no formará parte del comparativo de precios y UTE podrá optar por una u otra alternativa.

### **2.8.2 Conformación del cable**

**Conductor:** será de aluminio, y sus características estarán de acuerdo con las Normas IEC en vigencia, en particular la Norma IEC 60228. La conformación del conductor podrá ser a elección del oferente mientras se asegure el valor de ampacidad nominal especificada.

**Aislante:** Polietileno reticulado (XLPE), fabricado por métodos de reticulación totalmente secos.

**Pantallas semiconductoras:** Las pantallas semiconductoras sobre el conductor y sobre el aislante se extruirán junto con éste en una sola operación. Deben estar exentas de asperezas e irregularidades y adherirse perfectamente al aislante. No contendrán sustancias capaces de deteriorar los elementos del cable adyacentes y, en particular, ningún producto nocivo capaz de difundirse en el aislante a las temperaturas de operación. Su resistividad estará de acuerdo con lo indicado en IEC 60840.

**Vaina metálica:** La vaina podrá ser de cobre o aluminio, pudiendo adoptar la forma lisa u ondulada. No se aceptará la utilización de plomo u aleaciones de plomo como material. La vaina podrá estar formada por una hoja de aluminio adherida a la cubierta externa de manera de asegurar la estanqueidad radial, combinada con una pantalla de hilos de cobre para transportar la corriente de cortocircuito. Cualquier opción deberá asegurar la estanqueidad radial, así como también el drenaje de las corrientes de falta.

El diseño de la vaina metálica deberá respetar las recomendaciones indicadas en el reporte técnico TR 61901 de la IEC, en cuanto a su resistencia a la corrosión.

Cualquiera sea la solución propuesta, deberá haber sido ampliamente experimentada en cables similares al cotizado, no aceptándose como antecedentes válidos el uso del tipo de vaina propuesto con cables con otro tipo de aislación.

**Estanqueidad longitudinal:** La oferta deberá describir detalladamente los elementos utilizados en el cable para asegurar su estanqueidad longitudinal. Se deberá respaldar la propuesta con protocolos de ensayos de tipo o literatura técnica aplicable.

La estanqueidad longitudinal debe asegurarse al menos entre la pantalla semiconductora exterior sobre el aislante y la barrera de estanqueidad radial.

Los oferentes que propongan vainas de tipo corrugado deberán, en especial, justificar los métodos propuestos para evitar el drenaje de agua por entre las ondulaciones.

**Estanqueidad radial:** Se deberá incluir información relativa a la tecnología implementada en el diseño de la barrera contra penetración radial, así como también información de las pruebas realizadas por el fabricante para garantizar dicha característica.

**Cubierta exterior:** Deberá ser de polietileno de media o alta densidad, de dureza no inferior a Shore 55 D y espesor no inferior a 3 mm. Se deberá incorporar una capa semiconductora externa para facilitar los ensayos dieléctricos de la cubierta en sitio.

El oferente deberá justificar el espesor de vaina elegido en relación a su soportabilidad a las tensiones a que queda sometida en caso de cortocircuito.

**Marcas e indicaciones:** Los cables llevarán sobre la vaina exterior una inscripción en relieve, a lo largo de dos generatrices diametralmente opuestas, con la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Naturaleza del aislante
- Identificación de la fase (R, S o T)
- Identificación del lote
- Número de bobina (en el caso de la bobina de reserva, se llamará U)

El intervalo entre el fin de una inscripción y el comienzo de la siguiente no será superior a un metro, y los caracteres deben tener un tamaño de al menos seis a ocho milímetros.

**Fibra óptica para el monitoreo:** Se requiere que la construcción del cable incluya dos pares de cables de fibra óptica ubicados de manera diametralmente opuesta en la pantalla metálica para el sensado de la temperatura.

Cada par de fibra óptica deberá estar alojada en un tubo de acero inoxidable.

## **2.9 ACCESORIOS**

### **2.9.1 Generalidades**

La cotización debe incluir todos los accesorios necesarios para el funcionamiento correcto del sistema cable, así como herramientas especiales necesarias en caso de reparación.

En particular el Contratista deberá proveer de todas las herramientas y elementos necesarios para la ejecución de todos los terminales, empalmes de cualquier tipo, etc.

Se deben describir en detalle las uniones, terminales y dispositivos de puesta a tierra propuestos.

Para cada accesorio propuesto se deberá presentar la siguiente información:

- 1) Nombre del fabricante.
- 2) Tipo de accesorio.
- 3) Designación del modelo de acuerdo al fabricante.
- 4) Número de serie.
- 5) Fecha de manufactura.
- 6) Nivel de aislación.
- 7) Máxima tensión de diseño fase tierra.
- 8) Diámetro máximo y mínimo del conductor.
- 9) Diámetro máximo y mínimo de la aislación.
- 10) Materiales utilizados.

11) Plano de detalle.

## **2.9.2 Terminales**

### **2.9.2.1 Generalidades**

Los terminales tanto exteriores como interiores a utilizarse en cada proyecto, conformarán el extremo del sistema cable y constituirán el final del trayecto del sistema cable debiendo permitir la adecuada conexión y acometida a cada sección.

Todos los terminales estarán a cargo de la empresa fabricante y deberán ejecutarse por personal capacitado, especializado y certificado de acuerdo con las reglas de arte. Los mismos deberán ejecutarse de manera de poder realizar un vínculo efectivo con la sección correspondiente.

### **2.9.2.2 Terminales exteriores**

La solución propuesta para los extremos correspondientes que necesiten un vínculo con conexión aérea a la sección, consistirán en la instalación en sitio de terminales exteriores.

Los terminales serán del tipo cono deflector de campo debiéndose detallar la información sobre las características del material empleado.

Se deberá presentar información relativa al comportamiento dieléctrico del deflector de campo en las zonas críticas como lo son el inicio de dicho deflector y la interface del conductor del cable. Debido a que la instalación de los terminales se realiza manualmente se deberán describir los procedimientos y técnicas para llevar a cabo la instalación.

Se deberá tener en cuenta la expansión térmica que tiene la aislación del cable para prevenir daños en el cono deflector durante el servicio.

Todas las partes metálicas expuestas deben ser de material resistente a la corrosión, o estar efectivamente protegidas contra la corrosión.

Los terminales tendrán aislación exterior en porcelana, y línea de fuga no inferior a 3400 mm.

Las uniones serán del tipo premoldeado en fábrica.

### 2.9.2.3 Terminales GIS

Los terminales a ser suministrados que conectarán el sistema cable de la terna NOR-MVP a la estación MVP, deberán ser de tecnología en seco y del tipo enchufables (plug in/plug out).

La tecnología para la conformación del terminal GIS no deberá requerir la utilización de elementos consumibles, ni ninguna tarea que implique la reconstrucción del terminal, durante las posteriores operaciones de conexión y desconexión del cable.

Los mismos deberán cumplir con los requerimientos indicados en la última edición de la norma IEC 62271-209.

El contratista deberá suministrar todos los accesorios para la conexión del terminal a la GIS siendo su responsabilidad el gestionar con el fabricante de la GIS dichos suministros.

La información del fabricante de la GIS se suministrara durante el contrato.

El control del stress de campo eléctrico se deberá lograr mediante la utilización de conos deflectores de goma de alta resistividad que puedan entrar de forma ajustada dentro del aislador.

El requerimiento primordial que deberá cumplir el diseño del terminal para las bahías aisladas en SF6 será el de impedir que el ambiente presurizado de la propia bahía tenga contacto con el cable aislado en seco. La conformación del terminal deberá contar con una barrera que permita aislar herméticamente y evitar el contacto del gas aislante con cualquier parte componente del extremo seco ya que este último no se encuentra diseñado para soportar las presiones involucradas en el sistema GIS.

La tecnología de fabricación del terminal de cable y sus partes componentes para las bahías aisladas en SF6, deberán ser capaces de soportar los esfuerzos experimentados cuando el cable se encuentra sometido a condiciones de operación transitorias.

#### 2.9.2.3.1 Coordinación de aislación y blindaje frente a fenómenos de alta frecuencia

De acuerdo con el sistema de aterramiento que se seleccione, se deberá tener especial atención los casos en que la vaina (pantalla) del cable de potencia no está aterrado a través de la envolvente de la GIS y por lo tanto se tenga que recurrir a la instalación de coronas de descargadores entre la vaina del cable y la envolvente de la GIS, en todos los casos que esta situación se presente.

El contratista deberá suministrar todos los accesorios para la conexión del terminal a la GIS siendo su responsabilidad el gestionar con el fabricante de la GIS dichos suministros. En particular deberá tener en cuenta cualquier elemento adicional que el fabricante de los equipos GIS considere necesario para cumplir con los requerimientos del blindaje frente a fenómenos de alta frecuencia.

#### **2.9.2.4 Sistema de fijación y apoyos**

Se deberá incluir dentro del suministro de accesorios los sistemas de sujeción y apoyos de todos los tipos de empalmes existentes y los correspondientes al recorrido dentro de la sala de cable de la estación GIS.

El diseño de los elementos de sujeción y su separación deberá tener en cuenta lo indicado en la norma IEC 61914. Se tendrán en cuenta los esfuerzos electrodinámicos debido a eventuales fallas de cortocircuito utilizados para el diseño de las estructuras soporte.

Se deberán entregar planos de planta y corte, indicando el tipo y tecnología utilizada para el sistema de fijación y apoyos.

En el caso de la sala de cables se detallará el recorrido dentro de la misma. Deberá tenerse en cuenta las interferencias entre los distintos sistemas de cable, así como como las instalaciones de ventilación, paneles, tableros y todo elemento a ubicarse en el interior de la sala de cables.

#### **2.9.2.5 Conductores para el aterramiento y vinculación de las vainas**

Para la vinculación y aterramiento de las vainas de los cables a la malla de puesta a tierra deberá implementarse mediante un cable aislado con una aislación de al menos 1,1 kV. El cable deberá tener al menos la misma sección

que posee la vaina del cable de alta tensión a instalar.

En el caso de que se requiera realizar una transposición de vainas, los cables coaxiales que se utilicen deben tener impedancia característica no superior a  $20 \Omega$  y longitud no superior a 15 m. La conformación del cable implicará que tanto el conductor como la vaina tengan la misma sección.

Los cables estarán sujetos a la aprobación de UTE debiéndose presentar las planillas de datos técnicos garantizados.

### **2.9.2.6 Empalmes XLPE**

Los empalmes podrán ser del tipo premoldeados o podrán moldearse completamente en sitio debiéndose detallar para ambas opciones las características de los materiales utilizados, procedimientos y herramientas para la instalación.

Un plano de detalle del empalme deberá ser entregado indicando las dimensiones y materiales utilizados.

Las uniones deberán asegurar una estanqueidad radial de calidad no inferior a la del cable. Es necesario que se indique como se realizará la aislación del empalme respecto a tierra. En el caso de que se utilice un encapsulado se deberá suministrar información del mismo, así como también si se utiliza algún material de relleno termostático.

Se deberá presentar información detallada sobre cómo se realizará la restitución de la aislación y cada capa del cable, así como también la tecnología utilizada para la vinculación galvánica del conductor de dicho cable.

Se deberán indicar también, las temperaturas admisibles del empalme tanto para funcionamiento en régimen nominal como para el cortocircuito.

La resistencia a la tracción de la unión de conductores debe ser no inferior a la tensión al 2 % de elongación de cada uno de los conductores.

El sistema de puesta a tierra debe permitir realizar fácilmente las operaciones de mantenimiento de la vaina exterior y, en particular, su ensayo dieléctrico.

### **2.9.3 Equipamiento para el aterramiento de vaina**

En referencia a los accesorios a utilizarse para la vinculación y aterramiento de las vainas, el contratista deberá presentar información relativa al cálculo y selección de las cajas de aterramiento (*link boxes*) y limitadores de tensión de vaina (SVL).

### **2.9.4 Limitadores de tensión de vaina**

Los varistores que se usen en las uniones para el “cross bonding” o aterramiento en un extremo, deben ser de óxido de zinc.

Los limitadores de tensión de vaina deberán ser seleccionados de acuerdo a una memoria de cálculo que incluya el estudio de las tensiones inducidas en las situaciones de cortocircuito monofásico a tierra y trifásico. Dicha memoria estará sujeta a revisión y aprobación por parte de UTE.

### **2.9.5 Diseño termomecánico**

Se deberá tener en cuenta a la hora del diseño de los sistemas de fijación en la estación GIS, los esfuerzos a los que se encuentran sometidos los cables debidos a los ciclos de carga en régimen nominal y situaciones transitorias como el cortocircuito.

Se deberá presentar una memoria de cálculo que avale el diseño de las estructuras a ser utilizadas como así también planos dimensionales de las mismas.

### **2.9.6 Estructuras de apoyo para el sistema de fijación de los cables**

#### **2.9.6.1 Estructuras soporte para la acometida de terminales exteriores**

La hipótesis de carga a considerar para el diseño de las estructuras soporte para los terminales exteriores y sus fundaciones, serán las indicadas en el ítem 6.6 del Capítulo 06 Obras Civiles, del presente Volumen. En caso de optar por soportes metálicos su diseño se realizará según el ítem 6.5 del Capítulo 6 del presente Volumen. El diseño de las bases se realizará según lo indicado en el ítem 6.4 del Capítulo 6 del presente Volumen.

### **2.9.6.2 Estructuras de apoyo para el recorrido de los cables dentro de la Sala de cables y para acometida de terminales GIS**

Será responsabilidad del contratista la instalación y montaje del cable dentro de la sala de cables del edificio GIS.

Previo al ingreso a las bahías GIS, el cable será dispuesto dentro de la sala de cables del edificio. En el interior de esta sala, el cable deberá ser apoyado sobre estructuras y en los tramos en los que comience a tomar elevación, para la conexión con la bahía GIS correspondiente, deberá sujetarse mediante estructuras soporte.

El contratista del cable deberá realizar una memoria de cálculo que considere los esfuerzos electrodinámicos debidos al cortocircuito, definiendo la separación entre apoyos. La memoria tendrá como objetivo poder realizar el diseño de las estructuras soporte y de las fundaciones para los apoyos.

Se deberán entregar planos de planta y corte donde se indique el recorrido de los cables dentro de la sala de cables del edificio GIS, así como la distribución y ubicación de apoyos.

Será responsabilidad del contratista la instalación y montaje del cable dentro de la sala de cables del edificio GIS.

Las estructuras serán metálicas y su diseño se realizará según el ítem “Estructuras Metálicas” del Capítulo 6, Obras Civiles, del presente Volumen.

Asimismo se colocarán cajas de aterramiento junto a los terminales dentro de la estación GIS. Los cuales se conectarán al sistema de aterramiento de la estación.

### **2.9.6.3 Memoria de cálculo para el diseño de estructuras de apoyo y fundaciones para el recorrido del cable dentro del edificio GIS**

En la etapa de contrato se deberá realizar un estudio de los esfuerzos electrodinámicos debido a eventuales fallas de cortocircuito que pudiesen afectar al sistema cable, con el objeto de determinar los sistemas de sujeción y apoyos dentro de la sala de cables del edificio GIS.

Para los esfuerzos por cortocircuito se deberán seguir las recomendaciones de la última edición de la norma IEC 60865-1.

## **2.10 SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA DEL CABLE**

Se cotizará un sistema de monitoreo continuo de la temperatura del cable en sus tres fases. El sistema de monitoreo continuo se cotizará desglosando el costo de los componentes.

Se deberá presentar información del sistema propuesto así como antecedentes del fabricante en instalaciones similares, indicándose las prestaciones y características del mismo (precisión, confiabilidad, fuentes de alimentación, consumos, entre otros).

El cálculo de la ampacidad del cable deberá ser una función incluida en el módulo o sistema de adquisición de datos a partir de la temperatura medida en la vaina.

Adicionalmente se deberá cotizar en forma detallada los elementos necesarios para que el sistema de monitoreo pueda ser capaz de realizar un análisis del tipo RTTR (real time thermal rating) para poder determinar el valor en tiempo real de la ampacidad del cable.

La cotización del sistema de monitoreo deberá incluir todos los suministros, obras, instalación y puesta en servicio.

También deberá cotizarse un curso de capacitación en el uso del sistema de monitoreo.

El sistema de adquisición de datos deberá poder vincularse al sistema SCADA de UTE.

El sistema de monitoreo de la temperatura del cable y el curso de capacitación en su uso, son de cotización obligatoria, forma parte del comparativo de precios y su adjudicación será opcional. Los restantes ítems mencionados en este numeral son de cotización obligatoria, no forman parte del comparativo de precios y su adjudicación será opcional.

## **2.11 OTRAS MAGNITUDES A MONITOREAR**

Se deberá cotizar un sistema de medida y monitoreo de descargas

parciales, corriente de la vaina, cajas de aterramiento, etc., sin que sea considerado en el comparativo de ofertas.

También se deberá cotizar un software que permita gestionar un Centro de Salud de Activos.

En la tabla de precios se deberá detallar cada uno de los sistemas ofrecidos.

En la oferta deberá detallarse el alcance de los suministros y servicios ofertados.

Se deberá presentar información del sistema propuesto así como antecedentes del fabricante en instalaciones similares, indicándose las prestaciones y características del mismo (precisión, confiabilidad, fuentes de alimentación, consumos, entre otros).

Los ítems mencionados en este numeral son de cotización obligatoria, no forman parte del comparativo de precios y su adjudicación será opcional.

## **2.12 ENSAYOS**

### **2.12.1 Ensayos de tipo**

El oferente cotizará junto a su oferta la realización de los ensayos de tipo, especificados en las Normas IEC sobre el cable de potencia, empalmes y terminales a ser suministrados. A efectos de evaluar la necesidad de la realización de los ensayos de tipo, el oferente, en caso de contar con los certificados de ensayos de tipo del mismo rango de validez (150-161 kV) que cable y accesorios ofertados, deberá también presentar los mismos en la oferta.

El cable a suministrar, terminales y empalmes deberán contar con ensayos de tipo especificados por la norma IEC 60840 e IEC TR 61901.

La cotización de estos ensayos es obligatoria, forman parte del comparativo de precios y su adjudicación será opcional.

### **2.12.2 Ensayos de rutina**

### **2.12.3 Generalidades**

UTE podrá optar por enviar un inspector para presenciar los ensayos de rutina, por lo que el Contratista deberá notificar con 30 días de anticipación el comienzo de las pruebas, adjuntando el plan completo de ensayos con descripción de los principales equipos y circuitos de ensayo y procedimientos a aplicar.

### **2.12.4 Ensayos de rutina en el Cable**

Los ensayos de rutina a ser realizados en fábrica deberán estar de acuerdo a lo especificado en la norma IEC 60840, IEC TR 61901 y sus normas relacionadas. Los mismos serán realizados sobre la totalidad del lote.

Se deberá realizar el ensayo eléctrico aplicado a la cubierta exterior tal y como se define en el ítem 9.4 de la norma IEC 60840.

### **2.12.5 Ensayos de rutina de Accesorios**

Sobre los empalmes y accesorios se realizarán los ensayos de rutina, especificados en la Norma IEC 60840 y concordantes, incluyendo el ensayo eléctrico sobre la cubierta de protección exterior no metálica de las uniones, especificado en IEC 60229, 4.1.2.2.

Sobre el cono deflector de los terminales y cuerpo de los empalmes se realizarán al menos los siguientes ensayos de rutina:

- Descargas parciales, similar al ensayo de tipo.
- Tensión alterna:  $2.5U_0$ , 30 minutos.

### **2.12.6 Ensayos de muestreo**

### **2.12.7 Generalidades**

UTE podrá optar por enviar un inspector para presenciar los ensayos de muestreo, por lo que el Contratista deberá notificar con 30 días de anticipación el comienzo de las pruebas, adjuntando el plan completo de ensayos con descripción de los principales equipos, circuitos de ensayo y procedimientos a

aplicar. Las pruebas serán realizadas sobre una muestra de la totalidad del lote.

### **2.12.8 Ensayos de muestreo en el Cable**

Sobre el cable se realizarán los ensayos de muestreo especificados en el ítem 10 de la Norma IEC 60840, IEC TR 61901 y concordantes.

### **2.12.9 Ensayos de muestreo en Accesorios**

Sobre los empalmes y accesorios se realizarán los ensayos de muestreo especificados en el ítem 11 de la Norma IEC 60840 y concordantes.

### **2.12.10 Ensayos de la instalación**

Se realizarán los ensayos luego de la instalación, previo a la puesta en servicio del sistema de acuerdo con el ítem 16 de la Norma IEC 60840 y concordantes, incluyendo el ensayo de la cubierta exterior del cable y de la cubierta protectora externa no metálica de los empalmes, especificado en la Norma IEC 60229.

Para probar el correcto desempeño de la cubierta exterior se deberá realizar el ensayo sobre la misma según se define en el ítem 16.2 de la norma IEC 60840.

En referencia al ensayo para la prueba de la aislación del cable se deberá tener en cuenta lo indicado en el ítem 16.3 de la norma IEC 60840.

Para corroborar la correcta ejecución de empalmes y terminales se deberá realizar en forma simultánea al ensayo de la aislación del cable la medición de descargas parciales en los accesorios mencionados anteriormente. Se deberá realizar una descripción del equipamiento utilizado para la medida solicitada, debiéndose entregar un informe detallando los resultados obtenidos.

Se deberá proponer un método de ensayo que permita verificar el correcto funcionamiento del sistema de aterramiento para lo que el contratista deberá disponer del equipamiento adecuado para realizar el mismo. Una vez realizado el ensayo se deberá entregar un informe donde se detallen los resultados obtenidos para las corrientes y tensiones de vaina inducidas.

Respecto a la fibra óptica interior al cable se deberán hacer los ensayos que se indican en el capítulo 04 -Instalación de la Fibra Óptica.

### **2.13 BOBINAS Y LONGITUDES DE ENTREGA**

Las bobinas serán metálicas o confeccionadas en madera resistente.

La bobina de repuesto solo podrá ser metálica.

El diámetro mínimo de enrollado será garantizado por el fabricante, y debe ser no inferior al valor para el cuál el cable fue ensayado.

Las bobinas tendrán doble caja de duelas de cierre, y la exterior no se clavará sobre el borde exterior de los discos.

La distancia entre la última capa de cable y la parte interior de las duelas internas será de al menos 10 cm.

Las dimensiones de los bujes serán elegidas adecuadamente, de acuerdo con el peso de las bobinas. El diámetro será de al menos 120 mm. Serán de fundición, y no placas de acero perforadas.