



Ministerio de Electricidad  
y Energía Renovable

José Tamayo E10-25 y Lizardo García  
Telf.: + (593 2) 3976000  
www.energia.gob.ec

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN

PARARRAYOS DE SUBESTACIONES

REVISIÓN: 01

FECHA: 2015-12-25

ESPECIFICACIONES GENERALES

| ITEM  | DESCRIPCIÓN                                                                           | ESPECIFICACIÓN                                                                                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | CARACTERÍSTICAS GENERALES                                                             |                                                                                                           |
| 1.1   | Marca                                                                                 | Indicar                                                                                                   |
| 1.2   | Modelo                                                                                | Indicar                                                                                                   |
| 1.3   | Procedencia                                                                           | Indicar                                                                                                   |
| 1.4   | Año de fabricación                                                                    | No menor al año en curso                                                                                  |
| 2     | CONDICIONES DEL SERVICIO                                                              |                                                                                                           |
| 2.1   | Características ambientales del entorno                                               |                                                                                                           |
| 2.1.1 | Altura sobre nivel de mar [msnm]                                                      | 3000 m                                                                                                    |
| 2.1.2 | Temperatura ambiente promedio [°C]                                                    | 40                                                                                                        |
| 2.1.3 | Instalación                                                                           | Intemperie                                                                                                |
| 2.1.4 | Humedad relativa del medio ambiente                                                   | > 70%                                                                                                     |
| 2.2   | Características eléctricas                                                            |                                                                                                           |
| 2.2.1 | Voltaje del sistema                                                                   | 46/69/138 kV                                                                                              |
| 2.2.2 | Conexión del sistema                                                                  | Estrella                                                                                                  |
| 2.2.3 | Voltaje nominal (Ur)                                                                  | Ver Tabla 1                                                                                               |
| 2.2.4 | Frecuencia                                                                            | 60 Hz                                                                                                     |
| 2.2.5 | Clase                                                                                 | 3 tipo Estación                                                                                           |
| 2.2.6 | Tipo de trabajo según ANSI C.62                                                       | Trabajo Pesado                                                                                            |
| 2.2.7 | Capacidad de disipación de energía a la tensión MCOV                                  | $\geq 7,2$ kJ/kV                                                                                          |
| 2.2.8 | Alta corriente de corta duración (onda de $4/10 \mu s$ , valor de cresta)             | 100 kA                                                                                                    |
| 3     | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS                                                              |                                                                                                           |
| 3.1   | Norma de diseño y construcción                                                        | ANSI C 62.11/IEC 60099-4                                                                                  |
| 3.2   | Dimensiones                                                                           | Indicar                                                                                                   |
| 3.3   | Peso sin incluir herrajes de montaje                                                  | Indicar                                                                                                   |
| 3.4   | Material de varistor                                                                  | Óxido metálico                                                                                            |
| 3.5   | Material de la envolvente                                                             | Polímero o caucho de silicona, altamente hidrófobo y resistente a la radiación ultravioleta UV/ Porcelana |
| 3.6   | MCOV                                                                                  | Ver Tabla 1                                                                                               |
| 3.7   | Nivel de aislamiento (BIL)                                                            | Ver Tabla 1                                                                                               |
| 3.8   | Voltaje residual de descarga                                                          | Ver Tabla 1                                                                                               |
| 3.9   | Corriente nominal de descarga a impulso de onda de $8/20 \mu s$ (valor eficaz mínimo) | 10 kA                                                                                                     |
| 3.10  | Distancia mínima de fuga                                                              | Ver Tabla 1                                                                                               |
| 4     | TERMINALES                                                                            |                                                                                                           |



**Ministerio de Electricidad  
y Energía Renovable**

José Tamayo E10-25 y Lizardo García  
Telf.: + (593 2) 3976000  
www.energia.gob.ec

**SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN**

**PARARRAYOS DE SUBESTACIONES**

**REVISIÓN: 01**

**FECHA: 2015-12-25**

**ESPECIFICACIONES GENERALES**

| ITEM   | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ESPECIFICACIÓN                                                                                                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1    | Terminal de línea                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Perno roscado de conexión de acero inoxidable, de M-12, tuerca de silicón bronce o grapa de acero inoxidable para sujetar conductores de aluminio o cobre desde 4 mm hasta 25 mm de diámetro. |
| 4.2    | Terminal de tierra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Perno roscado de conexión de acero inoxidable, de M-12, o grapa de acero inoxidable para sujetar conductores de aluminio o cobre desde 4 mm hasta 14 mm de diámetro.                          |
| 4.3    | Conector                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4/0 a 750 MCM                                                                                                                                                                                 |
| 5      | ACCESORIOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                               |
| 5.1    | Método de fijación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Estructura de soporte aislante de gran resistencia, moldeado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, para montaje en cruceta.                                                             |
| 6      | EMBALAJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | NOTA 1                                                                                                                                                                                        |
| 7      | CERTIFICADOS Y PROTOCOLOS DE PRUEBAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |
| 7.1    | Documentación y certificados de cumplimiento obligatorio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | NOTA 2                                                                                                                                                                                        |
| 7.2    | Protocolo de pruebas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | SI                                                                                                                                                                                            |
| 7.3    | Garantía técnica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 años                                                                                                                                                                                        |
| 8      | REQUERIMIENTOS ADICIONALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                               |
| 8.1    | Tornillería                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Acero inoxidable                                                                                                                                                                              |
| 8.2    | Material de recubrimiento de las partes férricas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Zinc                                                                                                                                                                                          |
| 9      | PLAZO DE ENTREGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 90 Días                                                                                                                                                                                       |
| 10     | ADJUNTAR MUESTRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | No                                                                                                                                                                                            |
| 11     | ADJUNTAR CATÁLOGO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | SI                                                                                                                                                                                            |
| NOTAS: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                               |
| 1      | Se deberá preparar todos los bienes a ser embalados, de manera que no sufran deterioro durante el manipuleo, transporte y almacenaje. El transporte de los materiales se hará por cuenta y riesgo del proveedor.                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                               |
| 2      | Los certificados de conformidad de producto o de cumplimiento de normas exigidos en el presente documento, deben ser emitidos por organismos de certificación acreditados.<br>Para el caso de los reportes de ensayo, estos deben ser emitidos por los laboratorios acreditados. Estos certificados y reportes, serán un requisito que los oferentes presenten para los procesos de adquisición. |                                                                                                                                                                                               |

TABLA No.1

|              |                      |                               |                      |                       |      |                       |                               | BIL del Pararrayos           |                     |
|--------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|
|              |                      |                               |                      |                       |      |                       |                               | Para 3000 m.s.n.m            |                     |
| Nomenclatura | Voltaje Nominal (kV) | Voltaje máximo de diseño (kV) | Voltaje nominal (Ur) | Voltaje residual (kV) | MCOV | Corriente nominal (A) | Distancia mínima de fuga (mm) | A Frecuencia Industrial (kV) | Impulso al rayo(kV) |
| Pararrayo    | 13,8                 | 15                            | 10                   |                       | 8,4  | $\geq 600$            | $\geq 584$                    | $\geq 50$                    | $\geq 145$          |
|              | 23                   | 25                            | 18                   | 56                    | 15,3 | $\geq 800$            | $\geq 787$                    | $\geq 50$                    | $\geq 145$          |
|              | 46                   | 48,3                          | 39                   | 113                   | 31,5 | $\geq 1200$           | $\geq 1981$                   | $\geq 185$                   | $\geq 450$          |
|              | 69                   | 72,5                          | 60                   | 141                   | 48   | $\geq 1200$           | $\geq 1981$                   | $\geq 185$                   | $\geq 450$          |
|              | 138                  | 145                           | 120                  | 281                   | 98   | $\geq 1200$           | $\geq 3962$                   | 275                          | 650                 |

## ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PARARRAYO

### CONTENIDO

1. ALCANCE
2. NORMAS
3. REQUERIMIENTOS GENERALES
4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
  - 4.1 General
  - 4.2 Herrajes y accesorios
  - 4.3 Analizador portátil de corriente de fuga
5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
6. PRUEBAS
  - 6.1 General
  - 6.2 Pruebas Prototipo (type tests)
  - 6.3 Pruebas de rutina
  - 6.4 Pruebas de aceptación
  - 6.5 Pruebas en sitio
7. DISEÑO E INFORMACIÓN A SUMINISTRAR
  - 7.1 Información a ser incluida en la oferta
  - 7.2 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato

## 1. ALCANCE

Estas Especificaciones Técnicas establecen los requerimientos para el diseño, fabricación y pruebas de descargadores de óxido de zinc (ZnO). Se excluyen expresamente de estas especificaciones los pararrayos que forman parte de sistemas encapsulados integrales en SF6 (Gas Insulated Substation -GIS).

## 2. NORMAS

Los descargadores deben satisfacer los requerimientos de las normas IEC (International Electrotechnical Commission) IEC 60099-4, IEEE C62-11; excepto donde, dentro de las presentes especificaciones, se haga referencia en forma explícita a otra norma. En todos los casos regirá para cada norma (incluyendo sus anexos, addenda o revisiones) la versión vigente a la fecha de la convocatoria para el Concurso.

El Contratista podrá proponer otra norma alternativa, cuyo empleo estará sujeto a la aprobación previa por parte de ED.

En un plazo máximo de 30 días, posteriores a la suscripción del contrato, el Contratista entregará un ejemplar de la versión oficial de las normas a utilizar en español o inglés

## 3. REQUERIMIENTOS GENERALES

Los descargadores deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

- a) Ser adecuados para operar en sistema trifásico a 60 Hz, con neutro efectivamente puesto a tierra, excepto donde expresamente se indique lo contrario
- b) Las características de protección especificadas no deben verse afectadas por contaminaciones ambientales externas.
- c) Las características de protección deben mantenerse, cualquiera sea la posición en que se monte el pararrayos.

## 4. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

### 4.1 Generales

- a) El diseño y fabricación de los descargadores deben ser de acuerdo a las más avanzadas técnicas y siguiendo procedimientos de buena ingeniería
- b) Los descargadores tendrán un dispositivo de alivio de sobre presiones internas probado y eficiente.
- c) La porcelana de la cubierta será fabricada mediante proceso húmedo y estará construida con material homogéneo sin laminaciones, cavidades, rajaduras u otras imperfecciones que puedan afectar su resistencia mecánica o sus características dieléctricas. El esmaltado será de color uniforme y libre de

imperfecciones. El método de sujeción debe asegurar una distribución uniforme de esfuerzos sobre la porcelana

Alternativamente la cubierta de los pararrayos puede ser de material polimérico, siempre que las características mecánicas de resistencia a los esfuerzos que produzca el paso de la corriente de descarga, las características dieléctricas sean equivalentes a las de la porcelana, las características de disipación de calor sean las adecuadas y se demuestre que el fabricante tiene suficiente experiencia en la utilización de ese material para la fabricación de pararrayos.

- d) Los terminales de línea deben ser de cobre con recubrimiento de plata o estañados con perforaciones según norma NEMA. Para cada terminal se suministrará un conector adecuado para conductor o tubo de las características que determinará la ED oportunamente
- e) Cada descargador estará provisto en su base, de un terminal de puesta a tierra adecuado para el conductor de cobre cableado de  $62 \text{ mm}^2$  a  $125 \text{ mm}^2$  (2/0 AWG a 250 kcmil)
- f) Cada descargador llevará una placa metálica de identificación en idioma castellano, a prueba de intemperie, que contenga por lo menos las informaciones señaladas en las normas correspondientes.
- g) Cada descargador estará provisto de herrajes que permitan levantarlo completamente ensamblado

#### 4.2 Herrajes y Accesorios

Para cada descargador deberán suministrarse al menos los siguientes herrajes y accesorios, cuyos costos se incluirán en los precios de los descargadores:

- a) Pedestal de acero galvanizado (si se requiere); para montaje en fundaciones de hormigón incluido pernos de anclaje. La altura mínima desde el suelo será 2,6 m.
- b) Base aislante
- c) Anillo ecualizador de potencial (en caso de requerirse)
- d) Para voltajes iguales o superiores a 46 kV, se suministrará un contador de descargas que deberá ser de fácil montaje y de correcta operación en cualquier posición.

Cada contador de descargas dispondrá de un transformador de acoplamiento, cuyo secundario será llevado al exterior y permitirá el acoplamiento de un analizador de la componente resistiva de la corriente de fuga del descargador.

#### 4.3 Analizador Portátil de Corriente de Fuga

Deben suministrarse analizadores portátiles de corriente de fuga.

Este instrumento servirá para el monitoreo y análisis de los descargadores de óxido de zinc; y estará diseñado para conectarse al secundario del transformador de corriente incorporado en los contadores de descargas.

El instrumento contará con un medidor de la corriente de fuga que permita tomar lecturas del valor medio, valor pico y el contenido de armónicas de la corriente de fuga.

El analizador dispondrá de una toma para la conexión de un osciloscopio (no incluido en el suministro); así como de los accesorios, cables y dispositivos necesarios. El cargador de baterías del instrumento debe ser adecuado para 208/120 Vca.

## 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los descargadores serán de óxido de zinc, sin espinterómetros (gaps) en serie. Las características técnicas de cada tipo de descargador son las indicadas en las especificaciones generales.

Los descargadores serán para trabajo pesado (heavy duty). La capacidad térmica será suficiente para garantizar el funcionamiento satisfactorio de los descargadores frente a sobrevoltajes múltiples, guardando un margen térmico adecuado para evitar el riesgo de elevación descontrolada de temperatura (Thermal runaway); de modo que después de cesadas los sobrevoltajes, la temperatura y la corriente de fuga de las resistencias no lineales del descargador, retornen a estado estable y normal con el voltaje máximo de operación del sistema.

## 6. PRUEBAS

### 6.1 General

Rigen todas las estipulaciones de carácter general que se indican en las "Especificaciones Técnicas Generales para Equipo Eléctrico". Se utilizará la norma IEC 60099-4 o la IEEE. C 62-11.

### 6.2 Pruebas Prototipo (type tests)

El Contratista presentará para la revisión y conformidad de la ED, un juego completo de reportes certificados de las pruebas prototipo que se hayan realizado en unidades de cada tipo y valor nominal similares a las solicitadas en el contrato.

Las pruebas prototipo requeridas son:

#### a) Pruebas Sísmicas:

Se requieren pruebas sísmicas para pararrayos en sistemas mayor igual a 46 kV.

Las pruebas sísmicas, serán realizadas en una unidad de cada tipo y valor nominal en un laboratorio calificado por su experiencia en este tipo de pruebas. La prueba consistirá en la aplicación de vibraciones forzadas por medio de un movimiento horizontal ejercido paralelamente en los ejes horizontales principales del equipo. Se asumirá una aceleración del suelo de 0,33 g.

#### b) Pruebas de rigidez dieléctrica del aislamiento.

- c) Prueba de voltaje residual.
- d) Pruebas de rigidez a corriente de impulso de larga duración.
- e) Prueba de ciclo operación.
- f) Pruebas de alivio de presión.
- g) Prueba de contaminación artificial.
- h) Pruebas de descargas parciales.
- i) Prueba de estanqueidad de los sellos.
- j) Prueba de distribución de corriente para pararrayos de varias columnas.

### **6.3 Pruebas de rutina**

Las pruebas de rutina deben ser ejecutadas en fábrica en cada descargador completo o en cada unidad de descargador, si el mismo está constituido de varias unidades.

Las pruebas de rutina que deben ejecutarse son:

- a) Mediciones de voltaje de referencia.
- b) Pruebas de voltaje residual.
- c) Verificación de ausencia de descargas parciales y ruidos.
- d) Pruebas de distribución de corriente (si los descargadores son de columnas múltiples en paralelo).

### **6.4 Pruebas de Aceptación**

Estas pruebas se realizarán en el descargador completo y son:

- a) Medición del voltaje a frecuencia industrial a la corriente de referencia medida en la base del descargador.
- b) Voltaje residual a onda de impulso de descarga atmosférica a corriente nominal de descarga.
- c) Prueba de descargas parciales.
- d) Prueba de estabilidad térmica.

### **6.5 Pruebas en sitio**

Las pruebas e inspecciones a realizarse en todos y cada uno de los equipos son los siguientes:

- a) Medición de la resistencia del aislamiento.
- b) Medición del factor de potencia.

## **7. DISEÑOS E INFORMACION A SUMINISTRAR**

### **7.1 Información a ser incluida en la oferta**

Para cada tipo de descargador, el oferente incluirá en su propuesta la siguiente información y documentación:

- a) Copias certificadas de los reportes de pruebas prototipo realizadas en equipos idénticos a los ofertados. Se entregarán reportes para todas las pruebas indicadas en el punto Pruebas Prototipo (type tests) de estas especificaciones.
- b) En la oferta se incluirá también información en forma de literatura descriptiva, dibujos, gráficos, reportes, datos tabulados, etcétera:
  - Esquemas que muestren las principales dimensiones de los descargadores y la localización de sus componentes
  - Boletines descriptivos y catálogos de los descargadores, mecanismos de operación y otros elementos importantes.
  - Catálogos descriptivos de los contadores de descarga.
  - Vistas en corte que muestren los componentes de los descargadores
  - Referencias de suministros similares a los ofertados en la propuesta realizados durante los últimos cinco años.
- c) Lista de repuestos incluyendo su cotización si fuera necesario.

### **7.2 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato**

Después de la suscripción del contrato, el Contratista remitirá para la aprobación de ED, los planos, catálogos, reportes y demás información que se señala a continuación, en la forma y dentro de los plazos establecidos en los documentos del concurso:

- a) Lista de diseños y datos para aprobación:

Dentro de los 30 días posteriores a la suscripción del contrato, el Contratista enviará a la ED para su aprobación la lista de diseños, una copia oficial de las normas en inglés o en castellano, datos técnicos e instrucciones que se propone enviar para aprobación o información. La lista se actualizará y complementará regularmente durante el período de ejecución del contrato, debiendo ser enviada a la ED para su aprobación en cada ocasión.

- b) Planos y demás información para aprobación

Antes de iniciar la fabricación, el Contratista enviará la ED para su aprobación, los diseños, los cálculos y los datos técnicos que demuestren que los equipos y materiales a ser suministrados cumplen plenamente los requerimientos de estas especificaciones.

La información mínima contendrá lo siguiente:

- Planos del equipo que muestren las disposiciones y secciones transversales de cada parte constitutiva, indicando sus dimensiones, acceso a sus componentes, pesos netos y las alturas libres para ensamblaje y desmantelamiento.
  - Características mecánicas y eléctricas completas de todos los componentes.
  - Detalle de los mecanismos de operación
  - Fotografías, catálogos y figuras que muestren el tipo y el estilo de cada componente y presenten una descripción general de la forma de construcción de cada uno de ellos, así como sus características de operación.
  - Manuales en español conteniendo instrucciones completas para el montaje, operación y mantenimiento de cada equipo, incluyendo diagramas de despiece detallados para todos sus componentes; con indicación precisa de números de catálogo que sirvan como referencia para la adquisición futura de las partes. La información debe ser suministrada adicionalmente en digital.
  - Referencia a las normas conforme a las cuales se ha diseñado el equipo.
  - Dimensiones y pesos de embalaje.
  - Reportes de las pruebas.
  - Lista de repuestos mínima para un período de 5 años de operación.
- c) Lista de las pruebas previstas en fábrica, con indicación de los procedimientos, normas a aplicarse y cronograma de ejecución.