

**ESPECIFICACIONES Y NORMAS CONSTRUCTIVAS**  
**PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE DE NUEVAS CELDAS DE MEDIO VOLTAJE**  
**DE LA SUBESTACIÓN EL CHOTA**

Las especificaciones técnicas del proyecto consideran todos los rubros a contratarse; diseños previos, completos, definitivos y actualizados. La descripción abarca el rubro, procedimiento de trabajo, materiales a emplearse, requisitos, disponibilidad del equipo mínimo para la ejecución del rubro, ensayos, tolerancias de aceptación, forma de medida y pago, en la medida de que sean necesarios.

**A. ALCANCE Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

El alcance del concurso incluye la construcción civil (bases de equipos y canaletas), el suministro de Celdas Metal Clad de 13.8 kV y accesorios, seguros, fabricación e importación de equipos especiales, transporte de los equipos al sitio de la obra, materiales y accesorios para la construcción, suministro de mano de obra especializada, montaje electromecánico completo, conexión general, adiestramiento al personal de EMELNORTE S.A., elaboración de planos As Built, limpieza, pruebas, puesta en marcha y entrega final de las Celdas Metal Clad de la subestación El Chota a EMELNORTE S.A.

El alcance se detalla a continuación:

**A.1. Descripción de la Obra Civil.**

La obra civil de la subestación, se encuentra conformada por:

- **Movimiento de Tierra:** Los trabajos incluyen el suministro de mano de obra, materiales y equipo para efectuar el movimiento de tierras requerido para la construcción de todas las obras civiles consideradas para la implementación del proyecto, de acuerdo a los planos de construcción.
- **Sistema de canaletas:** Serán de hormigón armado. Conducirán todos los cables entre equipos y a los postes de salida. Todas las canaletas deberán tener las pendientes necesarias que permitirán drenar agua lluvias por medio de sumideros que descargan a las cajas de inspección.
- **Fundaciones:** Se diseñaron tomando en cuenta la geometría de las celdas.
- **Hormigones y Acero de Refuerzo.**

**A.2. Suministro y montaje de equipos eléctricos. Conexión de fuerza y control. Sistemas auxiliares.**

Comprende el suministro de Celdas Metal Clad tipo exterior de 13.8 kV con disyuntores extraíbles. Estos equipos se suministrarán cumpliendo con las especificaciones técnicas que se indican en los formularios de datos técnicos garantizados DTG. Las Celdas Metal Clad tipo exterior de 13.8 kV serán suministradas e importadas directamente por el Contratista. Los seguros de transporte a contratarse tendrán a EMELNORTE S.A. como beneficiario.

Comprende también el suministro de todos los materiales eléctricos auxiliares o complementarios: Cables de fuerza aislados, puntas terminales, cables de baja tensión, cables de control, relés de protección, medidores de energía, bandejas portacables, conectores de ajuste mecánico para celdas y barras, cables desnudos para tierra y accesorios, etc., de tal manera que se cubran todos los materiales para completar el proyecto eléctrico.

Los trabajos cubiertos en esta sección incluyen el montaje, anclaje y puesta a tierra de las celdas Metal Clad tipo exterior de 13.8 kV, tendido de cables aislados de media tensión, tendido de conductor de baja tensión para medición y control, conexión general del sistema de fuerza y sistema de auxiliares AC y DC, destendido de conductor de fuerza y control existente no utilizado, integración de los nuevos equipos (IEDs de protección, medidores, HMI, etc.) mediante protocolo IEC 61850 al sistema SCADA OASYS Local de EMELNORTE, pruebas generales y puesta en marcha.

Adicionalmente los trabajos incluyen lo siguiente: Desconexión de señales de control y medición del transformador de potencia marca Qingdao Qingbo de procedencia China T2 y del interruptor de 13.8 kV existente, marca Xi'an que actualmente se encuentra conectado a este transformador, cableado de control y fuerza de señales de alarmas y disparo de protección de este transformador de potencia (87, 50, 51, 50N, 51N) y señales de TC's provenientes del interruptor tipo tanque muerto de 69 kV marca Xi'an (existente en la subestación) que serán conectadas al relé diferencial del nuevo tablero Metal Clad. También incluye la ejecución de todos los trabajos necesarios para transferir las señales de control, fuerza y protección tanto del transformador chino, así como del tablero de control y disyuntor de 13.8 kV existentes, los mismos que se encuentran adjuntos al transformador de potencia de procedencia china y que saldrán de funcionamiento una vez que se ponga en funcionamiento los nuevos tableros Metal Clad.

### **A.3. Diseño, Patentes y Derechos de Autor.**

El Contratista será responsable de los diseños de fabricación de los equipos. Deberá precautelarse que se cubran todos los factores de seguridad necesarios para el buen funcionamiento de los equipos en conjunto. El Contratista, en virtud del suministro, debe cubrir todos los costos y gastos provenientes de patentes, inventos, derechos de autor, etc., que se utilicen para la fabricación y suministro necesarios, incluso las licencias de software de aquellos equipos electrónicos que lo requieran.

Si algún equipo y material resultare defectuoso, será responsabilidad del Contratista su corrección o reposición mientras rija la Garantía Técnica.

### **A.4. Materiales. Pruebas.**

Todos los materiales, instalaciones, suministros y demás elementos que se utilicen en la ejecución del contrato, deberán cumplir sus normas de fabricación y lo indicado en las especificaciones técnicas, en la propuesta, y a su falta, en las instrucciones que imparta la fiscalización. Para ello el Contratista deberá presentar los certificados correspondientes y los protocolos de pruebas que cumplen los materiales y equipos, de conformidad con las normas aplicables o hacer las pruebas con la fiscalización, cuando existan razones, de parte del fiscalizador, debidamente sustentadas para realizar dichas verificaciones.

Los materiales a incorporarse definitivamente en la obra, suministrados por el Contratista serán nuevos, sin uso y de la mejor calidad. Serán transportados por él, a su costo y bajo su responsabilidad, hasta el sitio de trabajo y almacenados adecuadamente hasta su utilización.

La fiscalización podrá exigir, cuando así lo considere necesario, sólo para aquellos materiales que requieran de un tratamiento o manejo especial, que se coloquen sobre plataformas o superficies firmes o bajo cubierta, o que se almacenen en sitios o bodegas cubiertas, sin que ello implique un aumento en los precios. Los materiales almacenados, aun cuando se hayan aprobado antes de su uso, serán revisados al momento de su utilización, para verificar su conformidad con lo especificado.

Los materiales, equipos, accesorios o elementos que no hayan sido aceptados por la fiscalización por no cumplir con las condiciones requeridas deben ser retirados del sitio de la obra y reemplazados a costo del Contratista.

#### **A.4.1. Ensayos y Pruebas en Fábrica.**

EMELNORTE requiere que las Celdas Metal Clad de 13.8 kV tipo exterior sean sometidas a pruebas de rutina en fábrica, según sus normas de fabricación y que se entreguen todos los protocolos de pruebas antes de embarcarlos hacia Ecuador. EMELNORTE dará la aprobación a dichos protocolos en un plazo máximo de 15 días. Sin la aprobación no podrán embarcarse estos equipos.

Dentro del costo de las celdas, estarán considerados los gastos de estadía y viaje de dos (2) técnicos delegados de EMELNORTE para que atestigüen las pruebas en fábrica de las celdas Metal Clad de 13.8 kV tipo exterior incluidas en este proyecto. Con la finalidad de garantizar la ejecución de las pruebas FAT, uno de los dos técnicos deberá ser obligatoriamente delegado del área de Subestaciones de EMELNORTE.

El Contratista deberá permitir esta inspección y será responsable de notificar con la debida anticipación, la fecha y el lugar donde se realizarán estas pruebas de rutina, para la debida planificación de los traslados.

Las celdas deben contar con prueba sísmica de acuerdo con la norma IEC 60068-3-3 y deben contar con resistencia para 0.5g, de acuerdo con la zona sísmica más alta aplicable para Ecuador:

- En dirección horizontal: 0.75g
- En dirección vertical: 0.5g

#### **A.5. Vigilancia y Custodia**

El contratista tiene la obligación de cuidar las obras a él encomendadas hasta la recepción definitiva de las mismas, para lo cual deberá proporcionar el personal y las instalaciones adecuadas.

#### **A.6. Trabajos defectuosos o no autorizados**

Cuando la fiscalización determine que los trabajos realizados o en ejecución fueran defectuosos, por causas imputables al contratista, por el empleo de materiales de mala calidad o no aprobados, por no ceñirse a los planos, especificaciones correspondientes o a las instrucciones impartidas por la fiscalización, ésta ordenará las correcciones y/o modificaciones a que haya lugar. Podrá ordenar la demolición y reemplazo de tales obras, todo a cuenta y costo del contratista.

Es trabajo no autorizado el realizado por el contratista antes de recibir los planos para dichos trabajos, o el que se ejecuta contrariando las órdenes de la fiscalización; por tal razón, correrán por cuenta del contratista las rectificaciones o reposiciones a que haya lugar, los costos y el tiempo que ello conlleve.

El contratista tendrá derecho a recibir pagos por los trabajos ejecutados de conformidad con los planos y especificaciones que sean aceptados por la fiscalización. No tendrá derecho a pagos por materiales, equipos, mano de obra y demás gastos que correspondan a la ejecución de los trabajos defectuosos o no autorizados. Tampoco tendrá derecho al pago por la remoción de los elementos sobrantes.

Todos los trabajos que el contratista deba realizar por concepto de reparación de defectos, hasta la recepción definitiva de las obras, serán efectuados por su cuenta y costo, si la fiscalización comprueba que los defectos se deben al uso de materiales de mala calidad, no observancia de las especificaciones, o negligencia del contratista en el cumplimiento de cualquier obligación expresa o implícita en el contrato.

## **B. ESPECIFICACIONES Y NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE ELÉCTRICO**

Los equipos objeto de este concurso serán diseñados para operar a una altura de 3.000 m.s.n.m.

### **B.1. Suministro de celdas de Media Tensión Metal Clad para 13.8 kV, tipo exterior**

#### **B.1.1. Alcance**

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer los requisitos generales que deben cumplir el suministro, fabricación, inspección, pruebas y puestas en servicio de Celdas de Media Tensión tipo exterior de 13.8 kV que serán suministradas a EMELNORTE S.A., para ser instaladas en la Subestación El Chota.

El suministro debe incluir el equipamiento completo de las Celdas de Media Tensión, con todos los componentes y accesorios necesarios para su instalación, puesta en servicio y operación.

Para los propósitos de esta especificación, se entenderá como Celdas de Media Tensión, al conjunto de cubículos de celdas tipo Metal-Clad, en las cuales se ubican equipos de maniobra, medida, protección y control; montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa, y que cumple la función de recibir y distribuir la energía eléctrica.

Las Celdas de Media Tensión deberán ser fabricadas de acuerdo con lo establecido en la presente especificación y en sus documentos Anexos.

#### **B.1.2. Normas aplicables**

Las celdas de medio voltaje tipo exterior, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas o equivalentes (IEC, ANSI, IEEE, etc.), según la versión vigente a la fecha de convocatoria de la licitación:

- IEC 60044-1: Current Transformers.
- IEC 60044-2: Voltage Transformers.
- IEC 60044-7: Current Transformers.
- IEC 60044-8: Current transformers (electronic) Voltage transformers (VTs).
- IEC 60186: Voltage Transformers.
- IEC 62271-200: Design of metal-enclosed medium voltage switchgear.
- IEC 60694: Common specifications for high-voltage switchgear and control gear.
- IEC 61243-5: Live working-voltage detectors Circuit breakers.
- IEC 62271-206: Voltage presence indicator system.
- IEC 62271-1: High-voltage common requirements.
- IEC 62271-100: High-voltage circuit breakers.
- IEC 62271-102: Disconnectors and earthing switches General.
- IEC 62271-105: Alternating current switch-fuse combinations.

- IEC 62271-200: High-voltage switchgear.
- IEC 60721-3-3: Classification of environmental conditions - Part 3-3 Classification of groups of environmental parameters and their severities (Stationary use at weatherprotected locations).
- ANSI/IEEE C37.04: Rating structure for high-voltage circuit breakers.
- ANSI/IEEE C37.09: High-voltage circuit breaker testing.
- ANSI/IEEE C37.06: Preferred ratings for high-voltage circuit breakers.
- ANSI/IEEE C37.010.
- ANSI/IEEE C37.20.2 (Where applicable): Metal-clad switchgear.
- ANSI/IEEE C37.20.7-2007: Internal arcing tests.
- ANSI C37.54 (Where applicable.): Conformance tests Current transformers (CTs).
- ANSI C37.55 (Where applicable.): Conformance tests.
- ANSI/IEEE C57.13: Instrument Transformers.
- ANSI/IEEE C57.13: Instrument Transformers.
- ANSI/NFPA 70 (NEC).

En los aspectos no especificados en las normas antes referidas, el oferente podrá proponer otras normas alternativas, cuyo empleo estará sujeto a la aprobación previa de EMELNORTE.

### B.1.3. Condiciones de servicio

En general, las Celdas de Media Tensión deberán suministrarse para operar satisfactoriamente en ambiente exterior bajo las condiciones de servicio de la siguiente Tabla.

| CARACTERÍSTICA                    | S/E EL CHOTA – EMELNORTE S.A.              |
|-----------------------------------|--|
| Tipo                              | Metal-Clad para instalación en el exterior |
| Aislamiento                       | Aire                                       |
| Norma                             | IEC 62271-100                              |
| Altitud máxima (m)                | 3,000                                      |
| Temperatura ambiente Mín/Máx (°C) | -5 / +40                                   |
| Nivel de Humedad relativa         | Hasta el 95%                               |
| Nivel contaminación (IEC60815)    | Medio (II)                                 |
| Actividad sísmica                 | No   |

### B.1.4. Requerimientos generales

En la siguiente Tabla se indican las características generales del sistema eléctrico de media tensión y servicios auxiliares de EMELNORTE S.A.:

| CARACTERÍSTICA               | EMELNORTE S.A. |
|------------------------------|----------------|
| Tensión nominal sistema (kV) | 13.8           |
| Clase de Tensión (kV)        | 24             |
| BIL MT (kV)                  | 125            |

|   |                |
|---|----------------|
| Frecuencia nominal (Hz)                                   | 60             |
| Corriente nominal de operación (A)                        | 1200 A         |
| Nivel cortocircuito simétrico (kA)                        | 25             |
| N° Fases  | 3              |
| Voltaje auxiliar CA (Vca)                                 | 240 / 120      |
| Voltaje auxiliar CC (Vcc)                                 | 125            |
| Resistencia a la falla de arco interno de acuerdo a norma | IEC 62 271-200 |

El proyecto a implementarse considera el uso de celdas tipo Metal Clad para uso exterior con grado de protección IP54 mínimo (protección contra polvo y contra chorros de agua en cualquier dirección), con Interruptores Automáticos en Vacío, del tipo extraíbles, con sus correspondientes cuchillas de puesta a tierra de seguridad (para las celdas de salida) y relés de protección, que gobiernan las funciones de disparo de su correspondiente interruptor. El medio aislante de todo el equipamiento es el aire a presión atmosférica. La Celdas serán fabricadas para instalación a la intemperie y se montarán sobre concreto o piso doble.

En los compartimientos que posean orificios por los cuales se insertan herramientas, manillas, palancas, etc., se preverá que los mismos queden obstruidos en ausencia de dichas herramientas, manteniendo el grado de protección antes indicado.

Los equipos a adquirirse deben ser construidos y ensamblados en fábrica, de diseño apropiado para asegurar la máxima seguridad para el personal encargado de su operación y mantenimiento. Su construcción debe ser simple, sus partes deben estar dispuestas de una forma lógica y deben ser adecuadamente probados en fábrica. Las celdas deben tener componentes estandarizados, que puedan ser fácilmente intercambiables donde sea factible y deben cumplir con la certificación UL, CE o equivalente.

Los requerimientos generales que deben cumplirse, se destacan a continuación:

Serán del tipo "Draw Out", cuyos disyuntores trifásicos con medio de extinción del arco en vacío, serán para voltaje nominal de operación de 13.8 kV, voltaje nominal de diseño de 15 kV máximo, 60 Hz, 1200 amperios en barras colectoras, 25 kA de capacidad de cortocircuito, voltaje de control de 125 Vdc y nivel básico de aislamiento de 125 kV, apto para operar a 3000 m.s.n.m. Las celdas deberán ser diseñadas para su instalación a la intemperie.

El diseño corresponderá a la definición de equipos blindados "METAL-CLAD" y estará formada por un conjunto de módulos metálicos, ensamblados totalmente en su interior y completamente modulares, permitiendo ampliaciones futuras del conjunto, es decir, las celdas deben ser diseñadas para permitir extensiones subsecuentes sin tener que hacer una modificación mayor a las mismas. Debe ser igualmente posible reemplazar fácilmente una celda aún si ésta estuviera localizada en medio del conjunto. Debe ser posible instalar y transportar cada celda por separado.

Las celdas tendrán las siguientes componentes principales:

- Compartimiento para el interruptor de media tensión, maniobrable sobre carro móvil.
- Compartimiento de baja tensión con relés y equipo de monitoreo y medición.
- Compartimiento de barras de 13.8 kV.

- Cada celda contará con su propio carro, que será parte integral de la celda para inserción y extracción del interruptor.
- Un compartimiento de conexión adecuado para la instalación de transformadores de corriente, cuchillas de puesta a tierra y pararrayos.

Las celdas se construirán en ejecución tropicalizada, para instalación exterior, del tipo autosoportado. Deben ser diseñadas para uso exterior, en condiciones de servicio “normales” como se describe en la publicación IEC 60 694 – Capitulo 2 – cláusula 2.1.1

La puerta y cubierta de los compartimentos de media tensión deben ser resistentes contra la presión debida a una falla de arco interno.

Además, se construirán con perfiles estructurales de acero de acuerdo con los diseños estandarizados para este tipo de ejecuciones. Los cierres laterales, las separaciones entre compartimentos de media tensión y baja tensión, así como las puertas frontales serán construidas en lámina de 2 mm mínimo, de acuerdo con los diseños normalizados de estas celdas. La pintura será de acuerdo a normas, que impida oxidación y hongos, y será de color gris (RAL 7035). La pintura aplicada se basará en el sistema poliéster + pintura base anticorrosiva rico en Zinc de tal manera que se ofrezca alta resistencia química, mecánica, rayado superficial y alta dureza. Este recubrimiento estará diseñado para obtener excelente protección contra la corrosión, alta resistencia al exterior y excelente nivelación y resistencia a los rayos UV. El espesor de este recubrimiento esta aproximadamente entre 100  $\mu\text{m}$  - 140  $\mu\text{m}$ . La superficie del switchgear debe estar adecuadamente preparada y pintada (mínimo 3 capas).

La celda tendrá un nivel de operación 4, de acuerdo al estándar ISO2081.

El espesor del recubrimiento de zincado debe garantizar la resistencia a la corrosión, y esta resistencia se debe cumplir en toda la superficie. El espesor del recubrimiento para las piezas en acero que se utilicen en la celda PIX Out – Door debe ser de 25  $\mu\text{m}$ , el cual esta designado de la siguiente manera: Fe/Zn25/C. Resistencia al oxido blanco (oxido del recubrimiento). Deberá tener resistencia al oxido rojo (oxido del sustrato).

Las conexiones fijas y extraíbles hechas en cobre tienen una protección en plateado, donde su espesor esta entre los 2  $\mu\text{m}$  y 5  $\mu\text{m}$ . Si el recubrimiento tiene un espesor por debajo a 2  $\mu\text{m}$  existe el riesgo de generar oxidación y perder conducción eléctrica. El recubrimiento de plateado garantizará resistencia a la oxidación generada por el aire.

- **Galvanizado en Caliente**

Las celdas tipo exterior deberán estar ensambladas sobre una base, fabricada en perfil “U” de 4 pulgadas, esta base llevará una protección en GALVANIZADO EN CALIENTE para protegerla contra la corrosión.

Todos los elementos menores, tales como tornillos, tuercas y arandelas de acero serán bicromatizados, como protección contra la corrosión.

Las celdas se entregarán completamente alambradas. El cableado se hará en el calibre adecuado según la función que desempeñe el circuito: 12 AWG para señales de los transformadores de medida y 14 AWG para señales de Control.

Las celdas estarán dotadas con todos los enclavamientos mecánicos que la norma IEC exige, para evitar maniobras falsas y peligrosas. Además, cada compartimiento de alta tensión tendrá paneles que se abrirán en caso de un arco, para canalizar la presión interna y expulsar los gases calientes hacia atrás, protegiendo así al operador.

Cada celda dispondrá de una resistencia calefactora para evitar condensación, controlada por termostato, al igual que un circuito para iluminación interna, accionado por un switch de puerta.

Mediante conductor de cobre N° 2/0 AWG, el switchgear se conectará al sistema de puesta a tierra de la subestación, para lo cual deberá disponer en toda su longitud de una barra de cobre de 30x5 mm con los conectores apropiados.

Todas las partes vivas presentes en las barras, interruptores, transformadores de corriente, transformadores de potencial etc., deben estar completamente aisladas. Las barras y conectores serán de cobre electrolítico y soportarán 1200 amperios.

Todos los conductores de conexión interna de las celdas estarán marcados mediante marquillas anulares en los dos extremos, estas marquillas corresponderán a la identificación dada en los diagramas esquemáticos de control y cableado interno de las celdas.

Las regletas terminales (borneras) que alojan los cables de control, deben ser aptas para recibir conductores de entrada y salida, no pudiendo conectarse más de 2 conductores en un mismo terminal. En el caso de que éstas tengan partes vivas al descubierto, serán tapadas con cubiertas de material aislante transparente.

El acceso al switchgear del cable de control procedente del exterior será por la parte inferior de cada uno de los paneles, y dispondrá de espacio físico suficiente para la sujeción de los cables, como también del espacio libre en las regletas terminales para efectuar trabajos de conexionado.

Las regletas y conductores tendrán la nomenclatura respectiva, de manera que se identifique claramente cualquier punto de conexión.

El acceso de los cables de fuerza de 15 kV a la celda de entrada y alimentadores será por la parte inferior, a fin de permitir la instalación de los cables en forma vertical ascendente. Dispondrá de un juego completo de herramientas especiales para la operación de los interruptores.

Todos los elementos de control, alarmas, y demás dispositivos eléctricos, serán adecuados para operar con voltajes de 125 Vdc. Las resistencias calefactoras y otros elementos deberán diseñarse para voltaje de 120 / 240 Vac.

#### **B.1.5. Resumen del suministro**

|  |   |
|--|---|
| Celdas con breakers extraíbles y TP's, de entrada: | 1 |
| Celdas con breakers extraíbles, de salida:         | 3 |

#### **B.1.6. Características eléctricas**

Ver formulario de datos técnicos garantizados DTG.

#### **B.1.7. Arcos eléctricos por fallas**

El diseño y fabricación de las Celdas de Media Tensión, serán del tipo a prueba de arco interno es decir los equipos de maniobra y de protección en alta tensión deben fabricarse de tal forma que provean el más alto grado posible de protección al personal responsable de las labores de inspección, operación y mantenimiento de las celdas. Deben tomarse medidas para prevenir la ocurrencia de arcos eléctricos internos, en

cualquiera de las partes constitutivas de las celdas. Para este efecto, las celdas deben cumplir con el estándar IEC 62271-200, anexo A, "Method for testing the metal-enclosed switchgear and controlgear under fault conditions of arcing due to an internal fault".

El propósito de esta prueba de seguridad es demostrar que las personas que permanecen frente o junto a una celda durante la presencia de un arco interno, no estarán expuestos a los peligros por los efectos de dicho arco. Debe evitarse las terminaciones de las partes energizadas en forma de punta, de modo que no se tenga un arco eléctrico interno por acumulación de potencial en las mismas. Al respecto, el proveedor debe entregar un certificado de pruebas a EMELNORTE, para confirmar que el equipo satisface todos los criterios especificados en el estándar IEC antes descrito. El certificado de la prueba de arco interno deberá estar vigente y ser emitido por un organismo independiente del fabricante.

El endosamiento de dos cubículos de celdas ya sea por pared compartida o doble pared metálica, poseerá propiedades tales que aseguren la no propagación de un cubículo de celda a otro, daños originados por fallas producidas por arcos internos.

### **B.1.8. Características del Panel de Entrada**

- **Interruptor**

La celda de protección incluirá un interruptor trifásico de potencia, extraíble, de corte en vacío, con la capacidad de corriente nominal y corto circuito que se indican a continuación y en el diagrama unifilar. Debe incluir como mínimo los siguientes accesorios y características: contador de maniobras, motor de rearme, indicador de posición, bobina de cierre, bobina de apertura, relé anti bombeo, placa de características, contactos auxiliares 5NA+5NC, carro con ruedas para extracción del interruptor.

El voltaje de control será de 125 Vdc. Estos interruptores deberán dar la facilidad de recarga manual, en caso de darse dificultades en la recarga mediante el motor.

Características técnicas del interruptor

|  |                   |
|--|-------------------|
| • Medio de extinción del arco                | Vacío             |
| • Corriente simétrica de interrupción        | 25 KA             |
| • Corriente nominal                          | 1200 A            |
| • Ciclo de operación                         | O-0.3s-CO-3min-CO |
| • Rango de operación de la bobina de cierre  | 85 al 105%        |
| • Rango de operación de la bobina de disparo | 65 al 115 %       |

El interruptor tendrá dos posiciones fijas, posición de servicio y posición de prueba, siendo factible operar en cualquiera de las dos posiciones, sin que esto impida el cierre de la puerta del tablero

Esta celda, dispondrán de shuters que se abrirán y cerrarán automáticamente para la conexión o desconexión de los contactos fijos del tablero con los contactos del interruptor.

Existirá un ínter bloqueo mecánico que impida que el interruptor sea extraído de su posición de servicio o insertado estando cerrado. Igualmente habrá un ínter bloqueo mecánico que permita la operación del interruptor únicamente en sus posiciones de servicio o prueba.

El interruptor será operado con un mecanismo de resortes, los cuales se cargarán con un motor de corriente continua de 125 Vdc, con switches límites de carrera o manualmente. Se dispondrá de la indicación mecánica de resorte cargado/resorte descargado.

Los resortes se cargarán automáticamente después de efectuada la operación de cierre, siendo posible cargarlos inclusive con el interruptor cerrado, y no debe descargarse por efectos de la vibración al producirse la apertura del interruptor.

El interruptor podrá cerrarse únicamente cuando los resortes estén completamente cargados. La indicación de posición abierto/ cerrado se lo realizará mediante lámparas y mediante señalización mecánica.

El cierre / disparo del interruptor será posible realizarlo eléctricamente con un switch o pulsadores (push button), como también mediante el empleo de un switch mecánico para operación de emergencia en caso de ausencia de alimentación de corriente continua.

Debe disponer de un juego mínimo de 5 contactos auxiliares normalmente abiertos y otro tanto normalmente cerrados para señales de control y protección. Adicionalmente estará equipado con características de anti bombeo y contador de operaciones.

El interruptor tendrá ciclos de operación de libre mantenimiento para la cámara del interruptor de corte en vacío:

- 10 000 operaciones mecánicas
- 10 000 operaciones de apertura/cierre a corriente nominal
- 100 interrupciones a corriente nominal de corto circuito

- **Transformadores de corriente**

La celda de entrada contendrá, 3 transformadores de corriente de doble núcleo (medida y protección), cuyas características principales son:

|  |                    |
|--|--------------------|
| Frecuencia                                     | 60 Hz              |
| Voltaje nominal de operación                   | 13.8 kV            |
| Voltaje máximo de diseño                       | 17.5 kV            |
| Tensión min. Impulso/frecuencia industrial     | 125/50 kV          |
| Capacidad térmica (Ith)                        | 25 KA              |
| Relación (TC)                                  | 1200/5 MR          |
| Carga y clase de precisión primer núcleo (TP)  | 15 VA, 5P20        |
| Carga y clase de precisión segundo núcleo (TP) | 2.5 VA, clase 0.2S |

Los TC instalados deben permitir la realización de pruebas de inyección primaria, sin que haya necesidad de desarmar el panel.

Todos los terminales secundarios de los TC deben ser conectados a borneras cortocircuitables en el compartimiento de equipos de protección, control y medición, de tal manera que permita realizar el cambio de relación de transformación sin tener que utilizar cables externos.

- **Equipos de protección y control**

Para el sistema de protección y control se suministrarán unidades IEDS que tengan las funciones de control y protección en la misma unidad, las protecciones están definidas

en el diagrama unifilar y en el formulario de especificaciones técnicas garantizadas. Estas unidades serán del tipo microprocesador, programables de última tecnología y con las facilidades para integrarse al sistema de control de la subestación. Contarán con medida básica de voltaje y corriente, registro de eventos, registro de fallas, puerto y protocolos de comunicaciones, diagnóstico y auto monitoreo del interruptor y software de soporte requerido.

Los relés de protección deben ser de intervención rápida, cuya operación debe ser iniciada por efectos de fallas entre fases, fase tierra, sobrecargas permanentes en los equipos u otras anomalías en el sistema eléctrico.

Los relés de protección deberán ser electrónicos, digitales, con funcionamiento basado en microprocesadores, del tipo para empotrar o extraíbles, de conexión eléctrica posterior, a prueba de polvo, con cubierta removible y ventana transparente, para ser instalados en tableros metálicos.

El consumo en voltamperios deberá ser el más bajo posible y deberán estar provistos de enchufes de pruebas de tipo corredizo u otro, a fin de poder efectuar pruebas sin necesidad de mover el relé.

Los relés deberán ser diseñados de tal manera que sean extraídos sin que queden abiertos los circuitos secundarios de los transformadores de corriente, cables de control y medida. Cada relé deberá ser identificado mediante tarjetas y además deberá poseer un mecanismo que indique la operación y reposición del relé.

Deberán estar diseñados para trabajar con variaciones de tensión auxiliar de  $\pm 20\%$  del sistema de corriente continua de la subestación. Todas las unidades de protección y medición, deberán ser aptas para recibir como señal a monitorear, un voltaje trifásico de 115 Voltios, 60 Hz, en estrella, y corrientes de 5 amperios, que provendrán de los transformadores de potencial y de corriente del sistema. El voltaje de alimentación de las unidades de protección será 125 Vdc.

Todos los relés que requieran programación deberán venir con el software respectivo para programar e interrogar a los relés y con los cables que faciliten la carga del programa desde computador portátil al relé. Para varios relés iguales, un solo paquete de software será aceptado, pero deberá incluirse al menos 2 cables de comunicación.

Los relés de protección para la función principal deberán basarse en microprocesadores. La decisión de disparo "trip" deberá basarse en el microprocesador, por lo tanto, deberá ser de diseño numérico moderno.

Los relés de protección cumplirán la norma IEC 255 o equivalente ANSI. Tendrán por lo menos 2 niveles de usuario: Nivel de operación normal y nivel de ingeniería, el cual deberá ser accesible bajo un password.

El relé de disparo deberá ser de servicio pesado (heavy-duty) y posible para ser conectado directamente a la bobina de disparo del interruptor.

Los contactos del relé de disparo deberán resistir por lo menos lo siguiente:

|  |             |
|--|-------------|
| Voltaje nominal:                               | 250 Vac/dc. |
| Corriente permanente:                          | 5 A         |
| Capacidad de cierre y conducción por 0.5 seg.: | 30 A        |
| Capacidad de cierre y conducción por 3 seg.:   | 15 A.       |
| Capacidad de ruptura a 110 Vdc.:               | 3 A.        |

Los relés de protección además deberán ser equipados con relés para señalización. El relé deberá incluir protecciones internas contra daños o mala operación causados por transitorios o sobretensiones en los transformadores de tensión (TP), transformadores de corriente (TC), cables de control o fuentes DC.

Todos los contactos de entrada y salida deberán ser conectados a terminales tipo tornillos en la parte posterior del relé. Los terminales deberán ser de servicio pesado con capacidad de conectar cables de 6 mm<sup>2</sup> o dos de 2.5 mm<sup>2</sup>.

Los relés de protección deberán tener los siguientes puertos y soportar los siguientes protocolos de comunicación, como características mínimas:

- Un puerto para comunicación y configuración local del equipo, que permita la conexión directa del relé a través de un cable de comunicaciones que se conecte con un puerto USB o RJ45 de una computadora para la carga, ajuste o lectura de parámetros vía software. El software tiene que ser suministrado por el oferente.
- Dos puertos posteriores de Fibra óptica 100Base-Fx multimodo que cumplan con el protocolo HSR o PRP.

Los protocolos de comunicación de los relés de protección deberán ser abiertos IEC 61850 y DNP3 (Multiprotocolo).

Estos equipos de protección tendrán la posibilidad de leer y ajustar vía software todos los datos disponibles como por ejemplo ajustes, datos registrados, etc.

Además, deberán tener la capacidad de sincronización a través del protocolo NTP (Network Time Protocol) o el protocolo SNTP (Simple Network Time Protocol).

Se debe suministrar el software completo de los relés que forman parte del proyecto.

Los relés deberán tener auto supervisión extensiva y, por lo tanto, deberá ser de mantenimiento libre. La función de auto supervisión deberá en caso de falla del relé, notificar al operador por lo menos en las siguientes formas:

- Iluminación de un LED o similar en la parte frontal del relé.
- Cambiando la posición del contacto (relé) seco de salida en el relé fallado.
- Deberá enviar un mensaje al PC donde será procesado de la misma forma como una alarma de proceso con alta prioridad.

Los relés de protección deberán tener el diseño para el montaje a ras de puerta del tablero.

El diseño del hardware del relé deberá ser modular, en el sentido de que el hardware del relé podrá ser reemplazado desde su parte frontal, sin necesidad de re-cablear todo el relé.

El módulo de la fuente de alimentación del relé podrá ser extraíble. El lado primario de la fuente de alimentación deberá estar protegido con fusible.

La energización o desenergización de otro relé de protección conectado a la misma batería de alimentación y localizado cerca del relé ofrecido bajo esta especificación no deberá causar energización del transitorio de la bobina del relé de salida. No deberá tampoco causar algún cambio en el tiempo de operación o característica del relé.

Un LED en la parte frontal del relé deberá encenderse cuando la fuente de alimentación está en operación. Si la tensión de la fuente de alimentación se diferencia mucho de su

valor nominal, una alarma de auto supervisión deberá generarse. Se prefiere que el equipo no genere ningún ruido audible. Sin embargo, cualquier ruido deberá ser limitado a 5 dB sobre el ambiente.

El carro del dispositivo de maniobra es conectado al cubículo de baja tensión por un conector hembra-macho. Este conector de baja tensión es incorporado dentro del sistema de enclavamientos. Para asegurar un manejo simple, se provee un soporte de almacenaje para el conector y la coraza flexible con conductor sobre el frente del chasis.

Los manuales de instrucción deberán ser preparados con el objetivo de proveer información técnica suficientemente detallada para permitir al usuario final llevar a cabo las rutinas de pruebas eficazmente, proporcionar una guía en la investigación y rastreo de fallas. Al respecto, cada manual deberá de tener detalles completos del circuito de operación, incluyendo diagramas esquemáticos, esquemas de las tarjetas electrónicas e identificación de componentes. Todas las copias de las instrucciones deberán ser encuadernadas, con índice detallado que permita localizar los artículos específicos en forma rápida. El Contratista deberá proveer tres (3) juegos completos de diagramas detallados de los relés de protección.

La documentación de las pruebas de ensayo, previo despacho del fabricante, deberá ser proporcionada para cada relé. Esta documentación deberá ser suficiente para confirmar las características del equipo y su respuesta a las pruebas de ensayo.

- Unidad de protección del Transformador:

Para la protección del transformador de poder se ha previsto la unidad de protección de transformador multifunción (87 – 50/51, 50N/51N, 86 alarma y disparo por funciones 63, 49 y 26). El relé auxiliar de disparo y bloqueo 86T de reposición eléctrica será virtual. Las protecciones asignadas a este relé están definidas en el diagrama unifilar y en el formulario de datos técnicos garantizados DTG. Esta unidad será del tipo microprocesador, programables de última tecnología y con las facilidades para integrarse al sistema de control de la subestación. Contarán con medida básica de voltaje y corriente, registro de eventos, registro de fallas, puerto de comunicaciones, diagnóstico y auto monitoreo del Interruptor y software de soporte requerido.

Tanto las señales del relé de protección diferencial como las señales mecánicas del transformador de potencia existente, deberán activar el relé de bloqueo 86 virtual, que tendrá la función de ordenar el disparo simultáneo del interruptor automático existente a nivel de 69 kV y del interruptor instalado en la celda de entrada del transformador a nivel de 13.8 kV, en el ramal individual del transformador. Como se puede apreciar en el diagrama unifilar, se ha adoptado el modelo de protección diferencial extendida.

**El relé de protección diferencial 87T**, como mínimo deberá tener las siguientes características:

- Ser multifunción, de tal manera que posea adicional a la protección diferencial 87T como mínimo las protecciones 86 virtual, 50/51 y 50N/51N.
- Ser trifásico de última tecnología, apropiado para protección de transformadores de 2 devanados.
- Operar con señales de corriente de 5 Amperios y con voltaje de alimentación de 125 Vdc.
- Compensar mediante programación el efecto de la diferencia de conexión entre los bobinados primario y secundario del transformador de poder. Así mismo, el relé deberá incluir características de restricción para:

- ✓ La corriente de magnetización del transformador.
  - ✓ Sobreexcitación del transformador.
  - ✓ Saturación de los transformadores de corriente.
  - ✓ Bloqueo para restricción de 2da y 5ta armónicas.
  - ✓ Arranque de carga fría.
- Disponer de un puerto que permita su comunicación con un centro de control, de manera que los ajustes del relé puedan efectuarse en forma remota.
  - Debe ser posible interrogar al relé para obtener la corriente eficaz en ese momento, una relación de las fallas más recientes, incluyendo corrientes y tiempos de actuación; así como la fecha y hora en que se produjo la perturbación.
  - Proveerse para montaje frontal sobre la puerta del compartimiento de baja tensión de la celda de protección de la acometida del transformador.
  - Tener un teclado que permita su fácil ajuste y parametrización de manera local.
  - Ser multifunción donde la protección, el control, las mediciones, el monitoreo y la comunicación estarán incluidas en la misma unidad.
  - Tener auto supervisión interna (Watch dog), para minimizar la necesidad de mantenimiento periódico del sistema y ensayos y/o pruebas del relé.
  - Tener registro de eventos, como por ejemplo valores de fases de corriente en el momento del disparo, duración de la etapa de la protección, etc.
  - Funciones de oscilografía y localizador de falla, autodiagnóstico continuo de todos los circuitos.
  - Interfaz hombre-máquina mediante display, teclado y LEDs de indicación.
  - Puertos de comunicación: un puerto frontal seleccionable entre RJ45 o USB para gestión de protecciones, dos puertos posteriores de fibra óptica (multimodo) que cumplan con el protocolo HSR o PRP.
  - Los puertos posteriores serán utilizados para integración con el sistema, disponibilidad para parametrización y remota (Ethernet), sincronización de tiempo mediante la red del sistema a través del protocolo SNTP o NTP.
  - Tener comunicación con SCADA, con una transparencia total, es decir haciendo posible, en forma remota, la lectura y ajustes de todos los parámetros y datos registrados en los relés.
  - Tener como mínimo 2 grupos de ajustes de las funciones de protección, los cuales pueden ser cambiados en forma local (desde la parte frontal del relé) o en forma remota desde el SCADA o alternativamente vía entrada binaria externa del relé.
  - La función diferencial debe ser inmune a componentes de corriente continua y a saturación de TCs, con alta estabilidad para fallas externas, compensación de desfase angular del transformador y de secuencia cero.
  - El tiempo total para la eliminación de fallas internas por las protecciones diferenciales, no debe exceder a 100 milisegundos, incluido el tiempo de operación de los relés de protección, de los relés auxiliares y el tiempo de apertura de los interruptores.
  - La referencia de voltaje en la protección diferencial se deberá poder seleccionar en el bobinado de baja tensión.
  - Tener la posibilidad de controlar 3 objetos (como por ejemplo dos interruptores y un seccionador) y el conexionado deberá permitir el cierre y apertura del interruptor desde el teclado del propio relé.
  - Ser apto para el gobierno del interruptor de 69 kV, cuyo control y elementos de cierre y apertura serán de 125 Vdc.
  - Protección para sobretensiones (59) con elemento instantáneo y temporizado para detección de sobretensiones con banda de ajuste de 1.01 a 1.5 V nominal.
  - Protección para subtensiones (27) con elemento instantáneo y temporizado para detección de subtensiones con banda de ajuste de 0.99 a 0.2 V nominal.
  - Protección para falla de interruptor.

- Funciones de sobre y baja frecuencia.
- Protección de sobrecarga (V/Hz).
- Protección de sobrecarga (50/51) con o sin medición de temperatura.
- Interface para medición de temperaturas de las termo resistencias PT100.
- A través de la interfase del relé, se podrá realizar la función de monitoreo visualizando:
  - ✓ Diagrama mímico o unifilar que represente a los equipos de la bahía y su estado.
  - ✓ Resumen de variables adquiridas. (Medición de valores de voltaje, corriente, frecuencia energía activa y reactiva).
  - ✓ Resumen de alarmas, fallas y eventos con datos de contexto.
  - ✓ Configuración del IED.
  - ✓ Registro histórico de fallas.

Las señales de corriente a nivel de 69 kV serán suministradas por los transformadores de corriente incorporados en los bushings del interruptor de 69 kV marca XI'AN existente en la subestación, mientras que a nivel de 13.8 kV las señales de corriente serán proporcionadas por los transformadores de corriente que se instalarán en la celda de protección de la barra, aguas abajo del interruptor automático en vacío, como se muestra en el diagrama unifilar general.

La protección (86) deberá venir incluida en el relé de protección de barra y/o en el relé diferencial, el contratista deberá realizar el sistema de control necesario y/o la configuración del dispositivo de protección para su correcto y efectivo funcionamiento.

La celda deberá fabricarse orientando las salidas y entradas de cables AC y DC hacia la parte inferior del tablero, donde existirá un agujero para el paso de cables. La celda deberá contar con un calefactor de 150 W, 220 Vca y está esquematizado en planos, debiendo contener lo siguiente:

**Supervisión del circuito de disparo:** Las bobinas de disparo del interruptor deben ser supervisadas mediante una función 74 incorporada en los IEDs o con relés auxiliares específicos.

**Sistema de medición de temperatura en transformadores:** Se requiere monitorear la temperatura de los devanados primario y secundario; y del aceite. Para efectuar la medición de temperatura se requiere elementos de interface para entradas PT100, para cada devanado y para el aceite.

En el caso de los devanados, se requiere que el sistema de medición de temperatura considere la corriente que circula por ellos (imagen térmica), en caso de no tener PT100. La temperatura de los devanados y el aceite deben mostrarse en un display local (tablero del transformador o en forma analógica en los medidores locales).

Estas mediciones además deberán ser integradas, preferentemente en protocolo Modbus RTU, modbus TCP/IP, DNP 3.0, ASCCI, o en valores de 4-20 mA, al sistema de control SAS, el cual mostrará en un despliegue del IHM los valores de cada una de las temperaturas registradas en tiempo real.

**Función falla de breaker:** Esta función estará incluida en todos los esquemas de protección, en los que estará activa y ordenará disparo de los dos interruptores de 69 kV vía comunicación y señales digitales, hasta que en el futuro se integre un esquema de protección de barras, con las ampliaciones que se den. En las celdas, por ser

esquema de barra principal única y conexión al sistema, igualmente debe ordenar la salida de todos los alimentadores indicados, vía comunicación y señales digitales.

**Protección del lado de bajo voltaje del transformador (13.8 kV):** La protección para el alimentador (cable subterráneo) desde el transformador hasta las celdas, será realizada por el mismo relé diferencial, por lo que este relé dispone de las funciones de protección de sobrecorriente instantánea y temporizada de fase, neutro y tierra (50/51, 50/51N) para protección de respaldo para fallas externas en el lado de 13.8 kV, compuestas por elementos de protección. La protección 51N utilizará la corriente residual de los TCs de fase.

### **Funciones de medida**

Un medidor multifuncional, el cual tendrá la capacidad de medir los valores r.m.s. instantáneos de voltaje por fase, voltaje de línea, corriente por fase, factor de potencia del circuito, potencia aparente total, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, probado y certificado de acuerdo con lo establecido en las normas correspondientes, de clase 0.2 o menor y que tenga la capacidad de medición y almacenamiento solicitados por el CENACE en la regulación respectiva. Este equipo incluye también la medida de valores de energía activa y reactiva, clase 0.2 o menor y las demandas de energía trifásica.

Los valores acumulados se mantendrán en condiciones de pérdida de la tensión de alimentación. Se requiere que se almacene datos de perfil de carga activa y reactiva, en intervalos programables de entre 1 y 60 minutos, con capacidad suficiente para almacenar al menos los últimos 30 días de trabajo. El medidor tendrá además 8 salidas de relés para alarmas y control de carga. Estas salidas serán programables.

En lo que se refiere a comunicación, se contemplará un puerto serial RS485, el protocolo de comunicación debe ser abierto, preferiblemente MODBUS ó DNP 3.0, para interrogación de los mismos. Los medidores serán aptos para instalación en tableros, con pantalla hacia adelante que permita lectura y registro sin abrir la puerta del tablero. Incluirán sus bases socket continentales, si es del caso, y deberán tener orientados los cables hacia la parte posterior e inferior.

La fiscalización aprobará u observará los diseños de ubicación de estos equipos. En el diseño se especificará medidas, ubicación de equipos, ubicación de borneras y elementos auxiliares, calefacción, entrada y salida de cables, cortes, vista conjunta de los tableros, diagrama mímico, catálogo de relés y monitores para medición, etc. El suministro incluirá Software de Programación, dispositivo y elementos de enlace para computadora, manuales de instalación, operación y mantenimiento, etc.

### **Barraje de Media Tensión 13.8 kV**

El barraje será diseñado para la corriente nominal de 1200 amperios, 25 kA de cortocircuito, el cual será de cobre de alta conductividad, con el aislamiento adecuado y con empalmes que aseguren conductividad y larga duración. Las barras se colocarán en compartimiento no accesible y con las debidas seguridades contra accidentes. Debe existir una división entre los compartimientos de barras de las celdas que impida la propagación de un arco interno en este compartimiento.

### **Indicador capacitivo de tensión**

Esta celda deberá tener un indicador capacitivo trifásico de tensión para mostrar si el cable esta energizado o no. Este dispositivo debe contener 3 capacitores con salidas en

baja tensión y conectados a lámparas de neon localizadas sobre el frente del mecanismo de operación. La indicación visual de presencia de tensión para las fases debe ser suministrada.

### **B.1.9. Características del Panel Alimentador (Celda de Salida)**

Cada una de las 3 (tres) celdas de salida contendrá lo siguiente:

- Un interruptor principal de 13.8 kV de vacío, de características idénticas al del panel de entrada, cuya corriente nominal será de 630 A.
- En el panel de protección control y medida, deberá tener una unidad IED que posea las funciones de control y protección incluidas en la misma unidad, con las protecciones que se encuentran definidas en el diagrama unifilar y en el formulario de datos técnicos garantizados DTG, de la tecnología y capacidad descrita para el panel de entrada:
  - ✓ Protección de sobrecorriente no direccional instantánea y temporizada. Para fases.
  - ✓ Protección de sobrecorriente no direccional instantánea y temporizada. Para fase-tierra.
  - ✓ Protección de sobrecorriente direccional para detección de fallas a tierra de alta impedancia (67N).
  - ✓ Protección de sobrecorriente direccional instantánea y temporizada para las tres fases (67).
  - ✓ Función de protección para energización sobre falla (SOTF).
  - ✓ Función de bloqueo por falla fusible.
  - ✓ Función de recierre con mando tripolar.
  - ✓ Se deben definir libremente y a voluntad del usuario el número de recierres que se desee efectuar.
  - ✓ Debe realizar el bloqueo del interruptor si una falla está presente después del último recierre programado. El recierre debe ser trifásico y programable para todos los tipos de falla.
  - ✓ Debe traer múltiples autorrecierres, uno rápido y otros con retardos de tiempo programables.
  - ✓ El inicio de la operación de autorrecierre deberá poderse ajustar de acuerdo al comando de disparo, de la función de protección que se seleccione para este efecto (50, 51).
  - ✓ Debe ser factible bloquear la función de autorrecierre a través de una instrucción programable.
  - ✓ Debe ser factible ordenar el inicio de la secuencia de autorrecierre de manera externa.
  - ✓ Protección para sobretensiones (59) con elemento instantáneo y temporizado para detección de sobretensiones con banda de ajuste de 1.01 a 1.5 V nominal.
  - ✓ Protección para subtensiones (27) con elemento instantáneo y temporizado para detección de subtensiones con banda de ajuste de 0.99 a 0.2 V nominal.
  - ✓ Protección de sobre y baja frecuencia.
  - ✓ Protección de secuencia negativa.
  - ✓ Chequeo de sincronismo.
  - ✓ Protección para falla de interruptor.
  - ✓ El relé debe permitir protección para sobre o baja frecuencia, tomando en consideración que la frecuencia nominal de operación del sistema eléctrico es de 60 Hz.
  - ✓ Debe tener un rango de ajuste entre 55 y 65 Hz o mayor, en pasos de 0.01 Hz.
  - ✓ Debe tener por lo menos 2 pasos de protección de baja frecuencia.

- Funciones de oscilografía y localizador de falla, autodiagnóstico continuo de todos los circuitos.
- Interfaz hombre-máquina mediante display, teclado y LEDs de indicación, puertos de comunicación: un puerto frontal seleccionable entre RJ45 o USB para gestión de protecciones, dos puertos posteriores de fibra óptica (multimodo) que cumplan con el protocolo HSR o PRP.
- Los puertos posteriores serán utilizados para integración con el sistema, disponibilidad para parametrización y remota (Ethernet), sincronización de tiempo mediante la red del sistema a través del protocolo SNTP o NTP.
- Conexión a distintos secundarios de transformadores de corriente (TC) y transformadores de potencial (TP) y poseer circuitos de disparo independientes y redundantes.
- Supervisión de los circuitos de corriente continua de los IEDs de protección y control, recierre automático y sincronismo, de forma tal que indiquen cualquier anomalía que pueda implicar una pérdida de confiabilidad operacional del sistema de protección.
- La protección de sobre intensidad puede ser usada para medir no solamente la magnitud de la intensidad sino también su sentido; es decir, el sentido del flujo de la potencia entregada, para lo cual se toma como referencia la tensión del sistema, conformando una protección de sobre intensidad direccional.
- La unidad de medida deberá tener las características y especificaciones técnicas idénticas al incluido en el panel de entrada.
- Dos lámparas indicadoras tipo LED de cierre y disparo del interruptor de 13.8 kV (rojo y verde).
- Dos mini circuit breaker (uno para alimentar el motor de c.c. de carga de resortes y otro para los circuitos de control de cierre, disparo y alarmas).
- Un mini circuit breaker que alimente la calefacción e iluminación del panel.
- Un lote de cables de control y regletas terminales de acuerdo al diseño del fabricante
- Un juego de barras de 13.8 kV convenientemente aisladas.
- Tres transformadores de corriente de características idénticas al del panel de entrada, cuya relación de transformación será 300/5 A, MR.
- Un seccionador con cuchillas de puesta a tierra de operación manual, el que deberá tener los enclavamientos de seguridad con el interruptor con la finalidad de evitar el cierre del interruptor cuando esté conectado, o el cierre del seccionador cuando el disyuntor este cerrado.

Los relés de protección deberán tener los siguientes puertos y soportar los siguientes protocolos de comunicación, como características mínimas:

- Un puerto para comunicación y configuración local del equipo, que permita la conexión directa del relé a través de un cable de comunicaciones que se conecte con un puerto USB o RJ45 de una computadora para la carga, ajuste o lectura de parámetros vía software. El software tiene que ser suministrado por el oferente.
- Dos puertos posteriores de Fibra óptica 100Base-Fx multimodo que cumplan con el protocolo HSR o PRP.

Los protocolos de comunicación de los relés de protección deberán ser abiertos IEC 61850 y DNP3 (Multiprotocolo).

Estos equipos de protección tendrán la posibilidad de leer y ajustar vía software todos los datos disponibles como por ejemplo ajustes, datos registrados, etc.

Además, deberán tener la capacidad de sincronización a través del protocolo NTP (Network Time Protocol) o el protocolo SNTP (Simple Network Time Protocol).

Se debe suministrar el software completo de los relés que forman parte del proyecto.

Todas las especificaciones descritas para el relé de transformador forman parte de los relés para alimentadores.

### **Pararrayos**

Se requiere de 3 unidades, conectadas a las barras colectoras. Estos serán instalados en la celda donde estén los transformadores de potencial, y serán del tipo polimérico. Normas de referencia IEC 60099-4 e IEC 60815.

### **Indicador capacitivo de tensión**

En cada celda se instalará un indicador capacitivo trifásico de tensión para mostrar si el cable esta energizado o no. Este dispositivo debe contener 3 capacitores con salidas en baja tensión y conectados a lámparas de neon localizadas sobre el frente del mecanismo de operación. La indicación visual de presencia de tensión para las fases debe ser suministrada.

## **B.1.10. Elementos auxiliares (Celdas de Entrada y Salida)**

### **Pulsadores y Lámparas**

Se incluirán lámparas de señalización tipo LED y pulsadores color rojo y verde para indicar la posición y gobernar los interruptores. Será parte del suministro incluir un lote de repuesto de pulsadores y lámparas. Será necesario que cada celda disponga de pulsadores para apertura/cierre del respectivo interruptor.

### **Bornes y Borneras**

Los bornes a utilizar serán de fabricación estándar con posibilidad de inyectar tensión y corriente para pruebas de equipos, construidos en material termoplástico, que puede soportar en forma permanente una temperatura hasta de 120 °C.

Los bornes cumplirán con las normas internacionales IEC 112, DIN-VDE 0303 y aceptado por el UL 746 B conformando unidades de empalme o paso de cables. La resistencia específica cumplirá con la norma DIN. El conjunto de bornes se acomodará en un riel estándar omega de 35 mm, de fácil acceso y con al menos 20% de bornes extras para reservas. El Oferente deberá considerar borneras cortocircuitables para los TC's. de protección y medición

### **Cableado**

El cableado se ejecutará con cables trenzados flexibles de cobre con aislamiento termoplástico no inflamable, resistente a la humedad y hasta temperatura de 75°C, aislamiento 600 V, color gris ó negro, marquillado en su totalidad. La sección mínima del conductor utilizado será 16AWG, para el alambrado general y 10 o 12AWG para los circuitos de secundarios de transformadores de corriente y tensión. Así mismo, el cableado interno de los tableros será realizado a través de canales plásticas.

### **Marquillas de los conductores**

Todos los conductores de conexión interna de las celdas estarán marcados mediante marquillas anulares en los dos extremos, estas marquillas corresponderán a la

identificación dada en los diagramas esquemáticos de control y cableado interno de las celdas.

### **Iluminación y Calefacción**

Las celdas se suministrarán con un circuito de calefacción controlado por termostato y su correspondiente circuito de iluminación AC/DC comandado por microswitch en puerta.

### **Mímicos**

Cada una de las celdas suministradas contará con un mímico que represente el diagrama en general de media tensión y la posición de los elementos de interrupción.

#### **B.1.11. Repuestos**

El suministro debe incluir los siguientes repuestos:

- Un juego de contactores y breaker para el sistema de control de las celdas de medio voltaje.
- Un kit de focos de señalización y pulsadores de tableros de control de las celdas de medio voltaje.
- Un interruptor automático de medio voltaje con medio de extinción del arco en vacío.
- Un relé de protección de alimentador.
- Un relé de protección de transformador.
- Un medidor de energía.
- Tres fusibles de protección del transformador de potencial.

El adjudicatario del proceso, deberá entregar al administrador del Contrato, la lista de los repuestos antes indicados, con precios unitarios y cantidades.

#### **B.1.12. Accesorios**

El oferente deberá proporcionar todos los accesorios necesarios para que se pueda operar las celdas (manivela para el dispositivo de maniobra, manivela para la cuchilla de puesta a tierra, manija para las puertas, llave para cerrar/abrir la puerta del compartimento del Interruptor, llave para cerrar/abrir la puerta del compartimento de baja tensión, manual de operación, etc.).

#### **B.1.13. Pruebas en fábrica**

a) Las inspecciones, controles y pruebas de rutina serán efectuadas de acuerdo a las recomendaciones de las normas establecidas en estas especificaciones técnicas. Los costos que demanden estas actividades serán por cuenta del Proveedor. La siguiente lista no es limitativa:

- Inspección general.
- Revisión del cableado.
- Pruebas de voltaje a frecuencia industrial al circuito principal.
- Pruebas dieléctricas a los circuitos de control y auxiliares.
- Pruebas de relés (IEDs).
- Medida de resistencias.
- Pruebas mecánicas de operación de los disyuntores y seccionadores.
- Verificación de interbloqueos.

- Pruebas individuales de los equipos que integran los tableros, tales como instrumentos, relés, etc.
  - Pruebas funcionales.
- b) Todas las inspecciones y pruebas requeridas deberán ser efectuadas en presencia del representante de EMELNORTE; y ningún tablero podrá ser transportado sin su aprobación previa.
  - c) Todos los protocolos de pruebas serán entregados por el oferente al representante de EMELNORTE con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el fabricante inmediatamente después de la realización de los ensayos; estos informes serán redactados en idioma español.
  - d) La aprobación de las pruebas, la aceptación de los certificados (informes) de ensayos no liberan de ninguna manera al fabricante de sus obligaciones contractuales.
  - e) EMELNORTE enviará a presenciar las pruebas finales a dos (02) técnicos por el lote de tableros. El oferente considerará como parte del costo del suministro, los gastos de transporte, alojamiento y estadía por el tiempo que duren estas pruebas.
  - f) El oferente deberá presentar el certificado vigente del laboratorio donde se realizaron las pruebas tipo del modelo de celdas de medio voltaje ofertadas, donde se evidencie que está acreditado de acuerdo a la norma ISO7IEC 17025. El oferente podrá realizar las pruebas FAT en el laboratorio de la fábrica de las celdas de medio voltaje.

#### **B.1.14. Pruebas en sitio**

Como parte de las obligaciones contractuales el proveedor/fabricante del suministro deberá efectuar las pruebas de verificación, calibraciones y ajustes de señalizaciones, medidores y relés, debiendo considerar en su oferta los costos de personal técnico, empleo de equipos de prueba y calibración que demande esta actividad.

La siguiente lista de pruebas no es limitativa:

- Inspección general.
- Verificaciones individuales de los equipos integrantes de las celdas y las calibraciones a valores definitivos.
- Verificación de rangos de tensión auxiliar de equipos y componentes (125 Vdc y 240/120 Vac).
- Pruebas funcionales.
- Pruebas de aislamiento de barras.
- Pruebas de aislamiento de cables de fuerza.
- Pruebas de aislamiento de circuitos secundarios.
- Pruebas de aislamiento partes vivas de cada celda.
- Resistencia de contactos de disyuntores de 13.8 kV.
- Tiempo de apertura/cierre de interruptores de 13.8 kV.
- Resistencia de contactos de seccionadores de puesta a tierra.
- Relación de transformadores de corriente y de potencial
- Resistencia óhmica de devanados de transformadores de corriente y potencial.
- Polaridad.
- Curvas de saturación de TCs.
- Pruebas de relés y elementos de medición: parametrización e inyección secundaria de voltaje y corriente. Verificación de operación de relés de acuerdo a la parametrización ingresada.

### **B.1.15. Planos diagramas y manuales**

El fabricante deberá proporcionar catálogos, manuales de operación y montaje y dibujos que ilustren ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece.

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el fabricante deberá suministrar, para revisión y aprobación, cinco (05) ejemplares de las dimensiones generales que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los diagramas eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que EMELNORTE prevea los requerimientos de la obra civil del edificio de control.

Antes del embarque de los tableros, el fabricante deberá suministrar cinco (05) ejemplares de los reportes de prueba del fabricante y de los manuales de operación y mantenimiento. Al salir de fábrica, cada tablero deberá llevar un juego adicional de la documentación indicada adecuadamente protegida y guardada dentro del embalaje.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos, diagramas e instrucciones de operación y montaje deberán redactarse en idioma español. Será por cuenta y riesgo del fabricante cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por el representante de EMELNORTE; esta aprobación no releva al fabricante del cumplimiento de las especificaciones y obligaciones contractuales.

### **B.1.16. Embalaje**

El embalaje estará sujeto a la aprobación de EMELNORTE, lo cual deberá efectuarse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los tableros y sus componentes, tomando en cuenta las condiciones climatológicas y de transporte a las cuáles estarán sujetas.

Las cajas de embalaje deberán marcarse con el número del contrato o la orden de compra y la masa neta y bruta en Kg.; incluirán una lista de embarque que indique su contenido.

### **B.1.17. Sistema de alarma**

Las celdas deben ser suministradas con un sistema de alarmas que permita tener localmente señalización visual y auditiva para las señales requeridas.

El PANEL HMI (INTERFACE HOMBRE-MÁQUINA) será un dispositivo electrónico que permita realizar funciones de monitoreo, supervisión y control. Tendrá la capacidad de comunicarse con dispositivos electrónicos de la subestación como: relés de protección, medidores. La principal función de la que se encargará será visualización y control del sistema de alarma de la subestación, permitiendo visualizar de manera directa:

- ✓ El tipo de falla o alarma que se produjo.
- ✓ El lugar donde ocurrió la falla o alarma.

Permitirá controlar el encendido y apagado de los equipos indicadores de alarma o falla (sirena y/o luz indicadora).

La programación inicial del Panel HMI tendrá las siguientes pantallas:

- ✓ Panel de alarmas
- ✓ Resumen de alarmas

- ✓ Diagrama unifilar de la subestación que permita monitorear el estado de los equipos de maniobra (abierto/cerrado)
- ✓ Ventanas auxiliares para visualizar valores de: corrientes, voltajes, potencias y otras variables eléctricas de cada una de las bahías de la subestación.
- ✓ Apertura/cierre remoto (desde el HMI) de los interruptores de 13.8 kV.

Esta programación inicial será entregada a EMELNORTE en un archivo digital, el cual podrá ser editado libremente. El PANEL HMI (INTERFACE HOMBRE-MÁQUINA anunciador de alarmas se alimentará con tensión auxiliar en corriente continua y tendrá los siguientes accesorios:

- ✓ Una sirena con alimentación en corriente continua.
- ✓ Una sirena con alimentación en corriente alterna.
- ✓ Botones para funciones de:
  - Prueba de alarmas.
  - Prueba de función.
  - Silenciador de bocina.
  - Reconocimiento de alarma.
  - Reposición.

### **Características técnicas mínimas del panel HMI:**

Las características mínimas que debe tener el Panel HMI serán las siguientes:

- Pantalla tipo LCD TFT, táctil
- Capacidad para 65000 colores o más
- Definición de la pantalla de 640x480 (VGA)
- Tamaño mínimo de 21.5"
- Grados de protección: Mínimo IP 54 panel frontal o equivalente, mínimo IP 20 para el panel posterior o equivalente.
- Voltaje de alimentación de 125 Vdc (puede incluirse una fuente de alimentación externa)
- Señalización de operación y falla.
- Memoria interna de 512 MB o mayor.
- Protocolos de comunicaciones: Modbus TCP/IP
- Puertos de comunicación: RS-485, Ethernet (RJ-45), RS-232.
- Capacidad de almacenamiento y descarga de datos.
- Capacidad de expansión.
- Debe ser capaz de leer datos y procesarlos.
- El proveedor entregará conjuntamente el software y cable de programación, y demás accesorios necesarios para que entre en funcionamiento de manera inmediata.
- Se podrá grabar (bajar y subir el programa) en el equipo la programación correspondiente.

El proveedor también deberá entregar toda la documentación respectiva (manuales, planos de conexión, manual de usuario, etc.) de manera impresa y digital. Adicionalmente deberá entregar el software de manejo del equipo con su respectiva licencia. Todas las especificaciones técnicas del equipo a adquirirse se encuentran indicadas en el formulario de datos técnicos garantizados DTG.

### **Lógica de funcionamiento.**

Ante la ocurrencia de una falla, se activará la señalización luminosa intermitente y la alarma sonora; luego del reconocimiento de la falla (cancelación de la alarma sonora),

la señalización luminosa deberá quedar accionada sin intermitencia hasta la eliminación de la falla.

Si ocurriera otra falla antes de la eliminación de la falla anterior, el sistema de alarma deberá proceder de acuerdo a la secuencia precedente: alarma luminosa intermitente y sonora – reconocimiento de falla – señalización luminosa sin intermitencia – reposición.

#### **B.1.18. Transformadores de potencial**

Los transformadores de potencial estarán ubicados en la celda de entrada.

**Se requiere tres transformadores monofásicos de potencial doble núcleo**, cuyo primario irá conectado a la barra principal de entrada y cuyas características son:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Frecuencia                                 | 60 Hz                   |
| Voltaje nominal de operación               | 13.8 kV                 |
| Voltaje máximo de diseño                   | 15 kV                   |
| Tensión min. Impulso/frecuencia industrial | 125/50                  |
| Voltaje primario                           | 13.8/ $\sqrt{3}$ kV     |
| Voltaje secundario                         | 115 y 115/ $\sqrt{3}$ V |
| Carga y clase de precisión primer núcleo   | 25 VA, clase 3P         |
| Carga y clase de precisión segundo núcleo  | 25 VA, clase 0.2        |
| Altura de instalación                      | 3000 m.s.n.m.           |

Los transformadores de potencial contendrán lo siguiente:

- Conexión fija a la barra.
- Tres fusibles de 15 kV, tipo HH, corriente nominal 0.5 A.
- Fusibles secundarios de protección.

#### **B.2. Suministro de materiales eléctricos complementarios. Normas constructivas**

Estas especificaciones técnicas cubren la fabricación de los materiales eléctricos considerados complementarios, para el montaje de las Celdas Metal Clad de la subestación El Chota. También se indican normas constructivas para los materiales y montajes menores.

Los equipos obedecerán una o más de las normas de fabricación y pruebas que se indican a continuación, en sus más recientes versiones aplicables en el país de fabricación

|      |   |
|------|---|
| ANSI | American National Standard Institute              |
| IEC  | International Electrotechnical Commission         |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association     |
| UL   | Underwriters Laboratories                         |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |

#### **B.2.1. Cables de cobre aislados para media tensión y cables de cobre desnudos**

Serán utilizados en la interconexión de fuerza desde los terminales de 13.8 kV del transformador de potencia hasta las celdas Metal Clad (posición de entrada), y desde las celdas Metal Clad (posición de salida) hacia los postes de arranque de los alimentadores aéreos.

Estos cables irán instalados en el interior de las trincheras de hormigón diseñadas para portar y proteger los alimentadores, debidamente sujetos a los soportes metálicos internos de la trinchera, mediante amarras plásticas. Para el tramo entre el nivel de trinchera y los bushings de baja tensión del transformador, los cables irán soportados en electrocanal tipo canastilla, metálico de hierro galvanizado, instalado en posición vertical y debidamente fijado al piso y a la caja de conexión lateral del transformador de poder. Este electrocanal será sin tapa, y será adecuado para la cantidad de cables previstos.

Los cables aislados de media tensión serán de calibre (250 MCM) 126.7 mm<sup>2</sup>, simple terna, para los tramos que nacen de los bushings de baja tensión del transformador de potencia existente hacia las celdas principales de entrada. Para los alimentadores de salida el calibre del conductor será de (2/0 AWG) 75 mm<sup>2</sup> de calibre (terna simple).

Los cables de (2/0AWG) 67.4 mm<sup>2</sup> que conforman los alimentadores de salida se tenderán hasta el final de las trincheras en el cerramiento de la subestación, y de ahí por ducto rígido metálico galvanizado de 3" diámetro, unión roscable, hasta el primer poste de salida aérea de los alimentadores de 13.8 kV. El poste será erigido por EMELNORTE S.A., correspondiendo al Contratista llegar hasta el pie de dicho poste, primero por canaleta y de ahí con codo de 90 grados y tubería colocada en disposición vertical hasta la parte superior del poste. Ahí la tubería será rematada en reversible para que los cables salgan sin permitir ingreso de agua lluvia al ducto. Los cables irán en el interior del ducto, pero saldrán hacia la parte alta del poste rematándolos en puntas terminales exteriores de 15 kV premoldeadas, de caucho, aptas para exteriores, para que EMELNORTE S.A. las conecte a sus cables aéreos. En este primer poste será responsabilidad del contratista instalar los herrajes, equipos de protección de línea, puesta a tierra y todos los accesorios requeridos para este propósito.

El Contratista deberá tender desde cada salida del tablero Metal Clad, conductor de cobre desnudo calibre No. 2/0 AWG para cada alimentador de salida y conectarlo a la barra de cobre (puesta a tierra) la misma que deberá ser conectada con conductor de cobre desnudo calibre No. 2/0 AWG a la malla de tierra de la subestación. El otro extremo de este conductor deberá conectarlo a los tres pararrayos ubicados en el poste de salida.

La posición exacta y erección del poste de hormigón de 12 metros para la salida del alimentador, será definida por EMELNORTE S.A.

Referente a la tubería metálica que va instalada en los postes antes indicados el Contratista deberá suministrar todos los accesorios que se requiera para el tendido del conductor aislado hacia los postes de salida según se describe en este numeral.

Los cables aislados se componen de conductor de cobre electrolítico recocido, cableado en concéntrico y compacto, pureza mínima 99.99%, con pantalla semiconductor extruida sobre el conductor, con aislamiento de polietileno reticulado XLPE de clase 15 kV apropiado para operar con + 90 grados centígrados de elevación, y de 133% de nivel de aislamiento.

Sobre el aislamiento deberá llevar una pantalla semiconductor extruida, y sobre ésta una pantalla de protección electrostática formada por cinta de cobre de espesor 0.06 mm mínimo cubriendo la semiconductor. La cubierta exterior será de PVC de alta resistencia mecánica.

El cable cumplirá las normas ICEA S 66 524 y ASTM B496 y deberá tener una rotulación exterior, en la chaqueta, indicando marca, calibre, voltaje, nivel de aislamiento y metraje.

Estos cables, para su conexión deberán llevar terminaciones apropiadas para soportar los esfuerzos eléctricos de las ondas de energización. Estas terminaciones serán de caucho pre moldeado, para 15 kV, de tipo interior y de tipo exterior, según cada aplicación.

### **B.2.2. Cables de cobre, aislados para baja tensión**

Serán utilizados en la distribución de energía de 120/240 voltios alterna (Vca) y de 125 voltios continuos (Vcc), y conexiones de control entre equipos de poder y equipos de control. Recorrerán sus trayectorias horizontales en trincheras o ductos PVC conduit, según planos. Para los tramos verticales entre el piso y las cajas de conexión de los diversos equipos, se instalará los cables de control en ductería flexible metálica sellada, apta para intemperie, acoplada debidamente mediante conectores sellados a los agujeros previstos en la cara inferior de la caja metálica de conexiones, en cada equipo. El diámetro de estos ductos sellados será de acuerdo a la cantidad de cables de control requeridos.

Para el alimentador principal de 120 / 240 voltios, se usará cables de cobre flexible, aislados para 600 voltios. Todos estos conductores cumplirán las normas ICEA y ANSI aplicables.

Los circuitos de corriente continua DC serán construidos con cables multipolares del mismo tipo especificado para los circuitos de corriente alterna. Para la conexión de cables a los equipos, se deberá usar terminales de compresión, de cobre estañado, del mismo calibre que los cables. Cada cable multipolar deberá identificarse numerándolos adecuadamente y sujetando la etiqueta al cable por amarra plástica. La etiqueta tendrá protección de larga vida. La numeración será acorde a los planos de control.

No se instalará cables de baja tensión y de alta tensión en las mismas trincheras, ni se permitirá empalmes en el interior de las trincheras.

### **B.2.3. Supervisión remota y adquisición de datos**

Todos los equipos eléctricos que se suministren para este proyecto, deberán tener facilidades (o deberán obtenerse fácilmente por medio de adaptaciones menores), para interconectarse al sistema de monitoreo y mando remoto SCADA, que se encuentra instalado en la subestación El Chota, de tal forma que puedan operarse e interrogarse remotamente, tanto en las magnitudes de los parámetros que por su función propia deben medir, así como en su estado de posición y la posición de contactos de alarmas.

El Contratista deberá realizar la integración de todos los equipos de protección mediante protocolo IEC 61850, control y medida (IEDs de protección, medidores, HMI, etc.) a la remota RTU de la Subestación El Chota, SCADA OASYS Local de EMELNORTE. Es requerimiento de EMELNORTE, que la integración de todos los equipos suministrados hacia la remota de la subestación El Chota, sea realizado por personal técnico de fábrica o en su defecto por personal que tenga la experiencia requerida para este tipo de trabajos.

En el Centro de Control Local

- Gestión de copias de seguridad
- Incluir los IED en base de datos
- Carga de BD en Oasys
- Modificaciones y cargas en gráficos
- Pruebas punto a punto

### **B.3. Ensamblaje, montaje y pruebas de celdas de media tensión Metal Clad tipo exterior**

El Contratista seguirá detenidamente las instrucciones del fabricante para ensamblar, montar y probar las celdas Metal Clad de 13.8 kV tipo exterior a instalarse en esta subestación. Para las maniobras de carga, descarga, elevación y asentamiento de estos equipos deberá utilizar grúas hidráulicas y demás equipos de izaje de cargas pesadas adecuadas, así como los procedimientos de ingeniería propios para este tipo de trabajo.

Será responsabilidad del Contratista cualquier inconveniente o rotura de equipo que resulte de una mala maniobra o práctica de ingeniería en el montaje. Deberá el Contratista cubrir mediante un seguro de montaje, todos los posibles accidentes que pudieran derivarse de las maniobras de montaje. Especial énfasis se deberá tomar en el alineamiento de los equipos en sus respectivas bases y estructuras. El Contratista deberá llevar un registro fotográfico de las maniobras de montaje.

Para el ensamblaje de las celdas, el Contratista deberá utilizar personal altamente calificado, equipos, herramientas e instrumentos de comprobación modernos y adecuados, y dirigir las maniobras cubriendo normas, recomendaciones del fabricante y la mejor práctica de ingeniería. Es requerimiento que personal técnico del fabricante o en su defecto personal con experiencia, realice la supervisión técnica del montaje de las celdas. El Fiscalizador observará al Contratista cualquier maniobra, prueba o evento que considere inconveniente o improcedente, debiendo el Contratista corregir y absolver dichas observaciones.

Se deberán hacer las pruebas necesarias, luego de instaladas las celdas de media tensión, para verificar su correcto ensamblaje, alineación y demás características operativas.

A continuación, se indica las mínimas recomendaciones y pruebas que se deberán realizar, además de las que cada fabricante requiera.

- Ubicación, montaje, fijación y nivelación de las celdas.
- Puesta a tierra.
- Conexión de cables aislados a la barra general de la celda y a la barra de salida de los alimentadores.

### **B.4. Formularios de datos técnicos garantizados DTG**

Los formularios de datos técnicos garantizados, se encuentran adjuntos a estas especificaciones técnicas.

## **C. ESPECIFICACIONES Y NORMAS CONSTRUCTIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**

Las presentes especificaciones tienen por objeto definir las obras a construirse, determinar condiciones generales, procedimientos de construcción, selección, almacenamiento y utilización de materiales; determinación de calidad y dosificación; observancia de normas elementales de seguridad, interpretación y aplicación correcta de los planos de construcción en obra.

### **C.1. Alcance de estas especificaciones**

Estas especificaciones técnicas, cubre los distintos rubros de obra de lo que constituirá la construcción del siguiente capítulo:

### **C.1.1. Replanteo y nivelación**

#### **Descripción**

Previamente a la ejecución de las operaciones de movimiento de tierras, se realizará el replanteo de la plataforma con la debida ubicación de mojones referenciales y marcas referenciales; este rubro será ejecutado por equipos de topografía proporcionados por el contratista y aprobados por el Fiscalizador.

Se entiende como corte, la operación de realizar excavaciones en el área de la plataforma destinada para el bloque, hasta dejar en los niveles establecidos en los planos arquitectónicos y estructurales o aquellos determinados por la Fiscalización de EMELNORTE.

Unidad: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Materiales a emplearse: Mojones, Clavos, pintura

Equipo mínimo: Herramienta menor, Equipo de topografía

Mano de obra mínima calificada: Categorías II y Topógrafo

#### **Medición y pago**

Se medirá el área del terreno realmente replanteado de acuerdo a planos y su pago se lo efectuará por metro cuadrado "M<sup>2</sup>". El rubro incluye todos los trabajos de localización de datos del proyecto.

### **C.1.2. Movimiento de tierras - Excavación**

#### **Descripción**

Se entiende como corte, la operación de realizar las excavaciones, con procedimientos manuales en el área de la plataforma destinada para conformar los espacios que alojarán a hormigones, hasta dejar en los niveles establecidos en los planos arquitectónicos y estructurales o aquellos determinados por la Fiscalización de EMELNORTE.

El material proveniente del corte seleccionado como apto para el relleno, es decir, que no contenga material orgánico, ni basura, será almacenado en stock para ser utilizado en las áreas y obras adyacentes que requieran relleno

Esta excavación se realizará con la mayor precisión en cuanto a las dimensiones de los pozos que deben albergar a las bases de equipos pesados y canaletas de H.A., de los fundamentos, con el objeto de no utilizar encofrados innecesarios para tales bases y zapatas, la profundidad de las excavaciones será hasta + 5cms. de la rasante del proyecto, si la calidad del suelo lo permite, para luego apisonar convenientemente hasta llegar a la rasante en el nivel previsto. Este trabajo se efectuará con una secuencia que permita el drenaje natural de las aguas lluvias.

Suelo sobre excavado sin autorización de la fiscalización será restituido con relleno ejecutado conforme señala la correspondiente especificación.

#### **Excavación manual**

Unidad: Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Materiales a emplearse:

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima calificada: Categorías I y V.

### **Medición y pago**

Se medirá el volumen del terreno realmente excavado de acuerdo a planos y su pago se lo efectuará por metro cúbico "M3". El rubro incluye todos los trabajos de excavación manual.

### **C.1.3. Relleno compactado sub base tipo III- en espacios para bases de H.A.**

#### **Descripción**

Este trabajo consistirá en mejorar el suelo donde se alojarán las bases de hormigón armado de acuerdo a los dimensiones y detalles que se indican en planos y obtener la rasante de un área del espacio rellenándola con material de sub base tipo III (lastre) por una altura 0,40 m.

El material de relleno debe ser apto para ser compactado de acuerdo a estas especificaciones. Estará libre de materia vegetal u otro material orgánico. Del área a rellenar debe eliminarse primeramente la capa vegetal hasta una profundidad de 30 cm. Se retirará también las raíces, troncos y piedras.

El relleno se realizará en capas de material suelto con un espesor máximo de 20 cm. Se humedecerá el suelo hasta llegar a la humedad óptima y la compactación deberá alcanzar el 95% medido como la relación en porcentaje de la densidad seca máxima obtenida en el campo con la densidad seca máxima determinada en laboratorio con el método Proctor modificado. La capa de suelo natural, antes de recibir la primera capa de material de relleno, será compactada con el mismo procedimiento descrito. Si por cualquier razón quedan suspendidas las labores de relleno por más de 72 horas, antes de tender una nueva capa, la inmediata inferior debe ser escarificada.

Las mediciones de humedad óptima y grado de compactación serán dispuestas con las frecuencias y en los sitios que determine la fiscalización. Si una capa o un tramo no cumple con los parámetros especificados deberá ser removida y vuelta a compactar. El método de medición debe ser propuesto por el contratista y aprobado por la fiscalización.

Unidad: Metro cúbico (m3).

Materiales a emplearse: Lastre, agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, Compactador.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, IV.

### **Medición y pago**

Se medirá el volumen de relleno ejecutado de acuerdo a planos y su pago se lo efectuará por metro cúbico "M3". El rubro incluye todos los trabajos para realizar el relleno mejorado.

### **C.1.4. Relleno compactado - Con material de la excavación**

#### **Descripción**

El material de relleno en las fundaciones del patio, se llenarán con material producto de la excavación.

Unidad: Metro cúbico (m3).

Materiales a emplearse: Material de excavación, agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, Compactador  
Mano de obra mínima calificada: Categorías I.

### **Medición y pago**

Se medirá el volumen de relleno ejecutado de acuerdo a planos y su pago se lo efectuará por metro cúbico "M3". El rubro incluye todos los trabajos para realizar el relleno mejorado.

#### **C.1.5. Desalojo de material - Volqueta**

### **Descripción**

El material proveniente del desbroce, de la excavación de la capa vegetal, el de las fundaciones del patio, demolición de estructuras existentes; la tierra sobrante del relleno para conformar la plataforma del patio y la que sobre del relleno sobre de las bases de equipos y canaletas y el que resulte de la excavación para canaletas, canales de drenaje, banco de ductos, cajas de revisión, pozos de inspección, zanjas y demás obras de arte; será desalojado del patio y depositado en la escombrera que disponga la fiscalización.

Unidad: Metro cúbico (m3).

Materiales a emplearse: Material de excavación

Equipo mínimo: Volqueta 6 m3, Cargadora

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, Operador, Chofer tipo F.

### **Medición y pago**

Se medirá el volumen de relleno ejecutado de acuerdo a planos y su pago se lo efectuará por metro cúbico "M3". El rubro incluye todos los trabajos para realizar el relleno con material de la excavación.

#### **C.1.6. Estructuras de hormigón armado, hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

### **Descripción**

Es el hormigón simple de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ., que se lo utiliza para la conformación de estructuras soportantes y de contención, generalmente expuestos a esfuerzos de carga y empuje, y que requieren de encofrados y acero de refuerzo para su fundición.

El objetivo es la construcción de estructuras de hormigón, especificados en los planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido, curado del hormigón y encofrado, en el caso de canaletas. La resistencia especificada será definida mediante un diseño del hormigón de un laboratorio de ensayo de materiales calificado, en función de los áridos y cemento a utilizarse:

### **Cemento**

El cemento a utilizarse será PORTLAND tipo HI, Según ASTM., Designación C-150. Los requerimientos físico-químicos, serán las constantes en las tablas que forman parte del Standard C-150.

Los embarques de cemento que lleguen a la obra, se aceptarán en sacos de papel especial, en los que se identificará claramente: la marca, el tipo y el peso, deberán encontrarse en buenas condiciones al momento de su ingreso a la obra y se almacenarán en sitios secos, elevados del nivel del piso, en pilas no mayores de 10 sacos; sus hileras dejarán espacios para circulación, para su manejo e inspección. La inspección por parte

del fiscalizador se la realizará en el momento que lo solicitare, debiendo el contratista prestarle todas las facilidades.

Cuando el fiscalizador estime del caso y sobre todo si el cemento a permanecido almacenado por más de tres meses, exigirá al contratista proceder a la ejecución de ensayos que demuestren su estado actual de acuerdo a las especificaciones de la ASTM. De utilizar marcas desconocidas, el contratista presentará certificados de calidad del fabricante o procederá a realizar los ensayos señalados anteriormente. Cuando el cemento tenga señales de estar en proceso de fraguado, el fiscalizador rechazará su utilización.

### **Agregados**

Los agregados, grueso y fino, provendrán en general de piedra dura, bien gradados, libres de materia orgánica, especialmente la arena o agregado fino, estos agregados deberán ser aprobados por la fiscalización de la EMELNORTE S.A.

Para su utilización y cuando no proceda de una planta de preparación de agregados, será necesario determinar su calidad, mediante la ejecución de los ensayos que la ASTM tiene para estos casos; y que tiene por objeto establecer que los agregados sean limpios, duros o resistentes a la trituración o desintegración así como el tamaño de sus partículas se encuentren gradados dentro de los estándares, aunque se puede aceptar que su gradación sea aproximadamente uniforme y aunque contenga materias extrañas dentro de límites tolerables. Si los ensayos demuestran su mala calidad, deberá rechazarse su uso por parte del fiscalizador. En el almacenamiento, los agregados deberán clasificarse por sus tamaños y se los mantendrá separados y protegidos de la contaminación con materias extrañas.

### **Agua**

El agua de mezcla será limpia, libre de materia orgánica, ácidos, sustancias aceitosas, de pinturas, aguas minerales o en general aguas que contengan más del 5% de sal común. El agua de dudosa calidad, deberá enviarse al laboratorio para su análisis o se elaborará con ella morteros que prueben su calidad, según ASTM-C-87.

### **Aditivos**

Si las condiciones de la obra lo exigen, el fiscalizador puede autorizar el uso de aditivos de mezcla, destinados a mejorar la plasticidad o acelerar el fraguado y endurecimiento o mejorar las condiciones del curado.

### **Preparación y puesto en obra**

En la preparación del concreto, se tendrá en cuenta los siguientes procedimientos;

### **Dosificación**

Será de responsabilidad del contratista el obtener por ensayos de laboratorio, una dosificación que dé a la mezcla una resistencia cilíndrica por rotura a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, Según C-39 de la ASTM, para lo cual, se realizarán las pruebas de cemento, agregados y agua, que conduzcan a establecer la dosificación adecuada.

### **Medición de materiales.**

La medición de materiales se realizará en la forma más precisa; el cemento se medirá en

sacos (entendiéndose como saco el que pesa 50 Kg. y tiene 1.18 pies<sup>3</sup> de volumen, si es saco de 42.5 Kg. tiene un equivalente en volumen de 1.00 pie<sup>3</sup>), pero serán sacos cerrados, caso contrario la dosificación se realizará al peso. Los agregados se dosificarán también al peso, pero puede dosificarse en volúmenes vertidos, para cuyo objeto los cajones de medida serán perfectamente calibrados en sus medidas se tomará en cuenta las correcciones que deban hacerse en su sobre volumen, por exceso de agua, especialmente al tratarse de arena. Si se ha de medir en volúmenes, se determinará el estado de humedad de los agregados denominado "saturado superficialmente seco".

El agua de mezcla, será la necesaria para cumplir con la relación agua-cemento = 0.68 a la que se añadirá o disminuirá la cantidad necesaria para corregir la absorción o la sobresaturación, para conseguir un asentamiento de 2" a 3" en el cono de Abrams.

En las mezcladoras, se dispondrá de los dispositivos adecuados, para una modificación y control exacto del agua.

### **Mezclada**

La preparación del concreto, se realizará en mezcladora mecánica, instalada en la obra, para cuyo objeto se observarán las normas ACI reporte 614 del Comité de Normas. Si el hormigón se ha de transportar de una planta mezcladora fuera de la obra, se observarán las especificaciones sobre mezclado de la ASTM, designación C-94.

### **Puesta en obra**

La puesta en obra implica: transporte vertido y consolidación del concreto fresco. De las mezcladoras estacionarias en la obra, o de los equipos de transporte de premezclado, se descargará el concreto en carretillas u otros medios adecuados de transporte y se lo verterá en obra mediante el uso de tolvas o canalones. El vertido propiamente dicho, se hará utilizando dispositivos que eviten la segregación de los agregados.

El concreto fresco para su consolidación se vibrará mediante equipo mecánico que provoque vibración por inmersión en la masa, por aplicación superficial o en los encofrados o armaduras de hierro. Previo al vertido, se revisará que las armaduras se encuentren colocadas de acuerdo con los planos, respetando los recubrimientos previstos, separaciones, confinadas rígidamente y que las dimensiones de las formas coincidan también con los planos. Este chequeo lo hará el contratista, una vez que haya comprobado su conformidad dará aviso al fiscalizador para que dé la autorización de fundir el hormigón a través del libro de obra. En todos estos procesos se observarán las especificaciones ACI-614.

### **Curado**

El curado del hormigón se realizará siguiendo el siguiente procedimiento:

Después de 24 horas de la fundición, las superficies visibles, se recubrirán con una capa no menor de 2" de arena la misma que se saturará con agua entre 2 y 3 días; en ningún caso este riego se prolongará por más de 14 días, aunque el recubrimiento se la pueda mantener por más tiempo, con miras a proteger las superficies expuestas de otros factores que no sean la evaporación. Se observarán las especificaciones ASTM C-80.

### **Inspección**

El fiscalizador aprobará sucesivamente todos los pasos tendientes a realizar las fundiciones del concreto que serán:

**a. Antes de fundición**

- a.1. Estudios preliminares.
- a.2. Inspección de las preparaciones.
- a.3. Excavaciones.
- a.4. Encofrados.
- a.5. Colocación de armaduras.
- a.6. Colocación de drenajes.
- a.7. Posibles aberturas.
- a.8. Juntas de expansión.

**b. En el proceso de fundición.**

- b.1. Condiciones de trabajo.
- b.2. Materiales para la fundición.
- b.3. Mezclado.
- b.4. Control de la consistencia.
- b.5. Conducción y transporte.
- b.6. Colocación en obra.
- b.7. Compactación.
- b.8. Juntas de dilatación.

**c. Después de la fundición.**

- c.1. Protección del concreto fresco.
- c.2. Mantenimiento y preparación (desencofrado).
- c.3. Curado.

Los costos de todos los pasos descritos anteriormente relacionados con el hormigón estructural, estarán incluidos dentro del precio unitario de este rubro.

**Ensayos de calidad.**

Para comprobar la calidad del concreto, el contratista a su costo deberá realizar ensayos periódicos de rotura de muestras cilíndricas de hormigón. Se observarán las siguientes especificaciones de la ASTM.

- a. Método Standard del muestreo del concreto fresco designación C-172.
- b. Método de preparar y curar el concreto para ensayo de especímenes a la compresión y flexión C-192.
- c. Método de ensayo de asentamiento para consistencia del concreto con cemento Pórtland C-143.
- d. Los resultados de los ensayos se tabularán y se reportará por escrito al fiscalizador.

**Para bases de equipos**

Unidad: Metro cúbico (m3).

Materiales a emplearse: Cemento Pórtland, Arena, Ripio, Agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, Concretera, Vibrador

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y V

**Medición y pago**

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “M3 “. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

#### **Para canaletas exteriores**

Unidad: Metro lineal (m.).

Materiales a emplearse: Cemento Pórtland, Arena, Ripio, Acero de refuerzo, Agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, Concretera, Vibrador

Mano de obra mínima calificada: Categorías I y III

#### **Medición y pago**

La medición se la hará en unidad de metro lineal y su pago será por “M “. Se cubicará la longitud del elemento ejecutado: largo. Para la armadura de refuerzo en las canaletas, se regirán de acuerdo al Numeral 6, de estas especificaciones.

#### **C.1.7. Armaduras de refuerzo, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$**

##### **Descripción**

El acero destinado a las armaduras de refuerzo, consistirá en barras corrugadas de acero de sección transversal circular, de grado duro o intermedio, según ASTM A-15. En su preparación y colocación en obra, se observarán las recomendaciones del CRSI de Chicago, en su “Código de Práctica y Especificaciones Estándar para colocación de armaduras” que establece límites de tolerancia en las longitudes de cortes y doblado; Si el doblado se hace al calor, el calentamiento de la varilla no debe llegar al rojo vivo; se utilizará en todo caso para el corte y doblado, herramientas especiales.

Después de preparadas las armaduras se almacenarán convenientemente para evitar su contaminación con sustancias extrañas; si al colocar en obra se encontrara óxido fácilmente desprendible, éste se eliminará frotando las varillas con cepillos de alambre o frotándolas en arena, en caso que se halle escamocidades que disminuyan el área transversal de las varillas se deberá rechazar estas varillas. Las armaduras deberán ser colocadas en el sitio observando separaciones, recubrimientos, de acuerdo con los planos para lo que se utilizarán dispositivos de sujeción y anclaje, como caballetes prefabricados de concreto, soportes metálicos, ligaduras de alambre.

Los cortes, doblados de las armaduras se harán en observancia de los planos y planillas de hierro, teniéndose en cuenta los diámetros, tipos, marcas, disposición y su correcta colocación en los encofrados.

Unidad: Kilogramo (Kg.).

Materiales a emplearse: Acero estructural  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , Alambre galvanizado N° 18.

Equipo mínimo: Herramienta menor, Cortadora de hierro

Mano de obra mínima calificada: Categorías II y III

#### **Medición y pago**

La medición se la hará en unidad de peso y su pago será por kilogramo “KG. “. Se cubicará las cantidades de varillas trabajadas y colocadas en la obra es decir el peso real del rubro ejecutado.

#### **C.1.8. Replanteo de hormigón simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$**

## Descripción

Luego de haber realizado la excavación de las fundaciones de patio, se procederá a fundir el replantillo que será de hormigón simple ( $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$ ) en los espesores que se indican en los planos estructurales.

Unidad: Metro cúbico (M3.).

Materiales a emplearse: Cemento Pórtland, Arena, Ripio, Agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, Concretera

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III y IV.

## Medición y pago

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico "m<sup>3</sup>". Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

### C.1.9. Encofrados

#### Descripción

Los encofrados estarán de acuerdo con las dimensiones, formas y alineaciones de los distintos fundamentos (generalmente de los elementos visibles como las pantallas) y serán completamente rígidos para soportar empujes, presiones laterales del hormigón fresco y garantizar las dimensiones de los elementos; serán completamente herméticos para evitar derrames del mortero y lechada. Se construirán con madera dura y de buena calidad, cepillada y canteada o madera tratada de 18 mm.

Unidad: metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Materiales a emplearse: Tabla dura de encofrado, Tableros contrachapados, Clavos, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra mínima calificada: Categorías I y III

#### Medición y pago

La medición se la hará en unidad de metros cuadrados y su pago por metro cuadrado "m<sup>2</sup>". Se medirán las dimensiones: largo y ancho trabajadas y colocadas en la obra es decir el área real del rubro ejecutado

### C.1.10. Perfiles tipo "c" 50x50x4mm., "I" 50x50x 3mm., acero de refuerzo y anclaje de diámetro 12 mm.

#### Descripción

De acuerdo como se indica en el plano, para confinar la tapa de hormigón armado de las canaletas exteriores, se soldarán la armadura de refuerzo al borde metálico tipo C 50x50x3 mm., y se soldará las varillas de refuerzo de diámetro 10 mm., a este perfil. En los cortes de los muros de las canaletas interiores, se colocará un perfil tipo "L" de 50x3mm. y se sujetará con una varilla 1 Ø 12 mm., longitud 0.15 m., @ 0.25 m.

Unidad: Metro lineal (M.).

Equipo mínimo: Herramienta menor, Suelda

Materiales a emplearse: Perfiles Tipos C 50x50x4 mm., L 50X50X3MM, Anclaje de varilla 12 mm., Acero de refuerzo diámetro de 10 y 12 mm., en tapas, Electrodo, pintura anticorrosiva, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales

Mano de obra mínima: Cat I, III y III

### **Medición y forma de pago**

La medición se lo hará en unidad de metro lineal y su pago será por “KG”, se cubicará las cantidades de tipos de perfiles colocados en obra y de conformidad con estas especificaciones.

#### **C.1.11.Rejilla de 10x10 mm**

##### **Descripción**

Como se indica en el plano, en el fondo de la canaleta se colocará una rejilla de 10x10 mm., con tubería de 75 mm. y codo de 75 mm., de PVC, para recolectar las aguas lluvias que ingresan a las canaletas.

Unidad: Unidad (U.).

Equipo mínimo: Herramienta menor

Materiales a emplearse: Rejilla de 10x10 mm., Codo de 75 mm. PVC, Tubería de 75 mm. PVC y más accesorios, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales

Mano de obra mínima: Cat III.

### **Medición y pago**

La medición se la hará en unidad y su pago por “U. “. Se cubicará las cantidades unidades de rejillas instaladas en las canaletas.

#### **C.1.12.Bandejas para cables para interior de trincheras**

Se instalarán en el interior de todas las trincheras porta cables, en toda su longitud, y servirán para evitar contacto entre los cables de alta tensión, los cables de control y los de servicio auxiliar con el cemento en el fondo de la trinchera y con la humedad que se acumule en el fondo de las canaletas debido a las aguas lluvias que filtren por las tapas de las trincheras.

El Contratista debe suministrar las bandejas para cables a instalarse en las trincheras tanto en patio como en el cuarto de control.

Las bandejas para cables incluyen secciones rectas, derivaciones en T y curvas horizontales, soportes y accesorios requeridos para conformar un sistema completo de bandejas para cables.

Las bandejas serán del tipo escalera fabricadas de acero galvanizado, preferiblemente en plancha de 1.4 mm de espesor o de otro material aprobado por el EMELNORTE, provistas de soportes espaciados en los perfiles longitudinales, las mismas que deberán ser construidas para trabajo pesado.

Las bandejas porta cables a suministrar, deben estar en concordancia con los siguientes requerimientos:

- La carga sobre la bandeja porta cable debe estar basada en el máximo llenado permisible de la misma, con un factor de seguridad de 2.0.
- No deben presentar filos, rebabas o proyecciones que puedan lastimar el aislamiento o chaquetas de los cables.
- Debe tener rieles laterales o accesorios estructurales equivalentes.

- Debe incluir accesorios apropiados para cambios en la dirección y elevación del recorrido.
- Deben ser del tipo escalera abierta o del tipo ventilado, sin tapa.

Las bandejas deben satisfacer lo establecido en la última edición de la norma NEMA VE-1.

La máxima deflexión permitida para un vano simple (con los extremos no fijos) será de 7 mm con una carga uniformemente distribuida de 100 kg/m con los soportes separados 2.4 m.

Los soportes de las bandejas deben proveer una resistencia y capacidad de trabajo suficiente de acuerdo a las cargas antes mencionadas y adicionalmente una carga concentrada, tal como lo indica la designación NEMA de acuerdo a la altura lateral de la bandeja.

Las bandejas de cables deberán tener una profundidad interior de 75 mm y una altura total de 100 mm. El ancho de las bandejas son las indicadas en los planos tanto para patios y cuarto de control.

El interior de las bandejas de cables no debe presentar filos bordes o proyecciones que puedan dañar la aislación de los cables. La resistencia eléctrica entre secciones adyacentes de las bandejas de cables y sus accesorios no deben exceder de 0.33 mili ohms. Las bandejas de cables y sus accesorios deben ser similares a las bandejas de acero del tipo Cable Tray System o su equivalente.

El precio unitario de los brazos soportes, incluirá los pernos de cabeza con resorte y las platinas para sujeción de las bandejas con los pernos y tuercas correspondientes, uniones y elementos propios del fabricante de las bandejas tipo escalera entrelazada, diseñados para darle continuidad eléctrica a los tramos de bandeja (para puesta a tierra), estos elementos estarán sujetos a la aprobación de Fiscalización. El precio unitario de las secciones rectas de bandejas incluirá las uniones entre tramos o de tramos a piezas especiales, incluso los pernos y tuercas correspondientes. El tipo de soporte a utilizarse depende de las facilidades de instalación en sitio, a lo largo del recorrido de las bandejas. No obstante, se puede usar en general soportes del tipo "pie de amigo" o del tipo "ménsula" como estándar.

La máxima distancia entre soportes debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante de la bandeja porta cables. Deben hacerse cálculos exactos para tramos especiales o críticos. La bandeja porta cables deben estar conectada al sistema de puesta a tierra. Bajo ninguna circunstancia las bandejas porta cables deben usarse como conductores de protección. El contratista debe dar especial atención a las esquinas de las bandejas, para asegurarse que el aislamiento o chaqueta de los cables no sufran daños. Donde sea necesario, deben proveerse medios adicionales por parte del Contratista, para poder cumplir estos requerimientos. Las bandejas porta cables no deben ser llenadas a más del 70 % de su máxima capacidad de llenado permisible.

### **C.1.13. Tubería PVC de 75 mm**

#### **Descripción**

Los tubos de PVC 75 mm., para drenaje de las aguas lluvias de las canaletas exteriores y que terminarán en la red de alcantarillado pluvial y tendrán las pendientes indicadas en los planos, a menos que la Fiscalización indique el uso de otra pendiente.

Los cambios en el diámetro de los tubos para las líneas de aguas servidas, desagüe y drenaje serán efectuados con accesorios reductores. Los cambios en dirección serán hechos con el uso apropiado de YEES de 45°, codos y uniones, o por una combinación de accesorios equivalentes. Tees sencillas o codos pueden ser usados en las líneas de drenaje y aguas servidas únicamente donde la dirección del flujo es de horizontal a vertical. Las uniones de las tuberías de PVC se harán mediante compuesto limpiador y pegante del tipo cementado solvente (E/ C). Todos los tubos serán tendidos conforme a las alineaciones y pendiente dadas. El interior de la tubería se mantendrá libre de desperdicios de construcción durante la ejecución de la obra.

El tendido de los tubos empezará en el extremo de salida y avanzará contra la pendiente. El extremo con la campana será colocado hacia aguas arriba. El extremo del tubo entrará completamente en la campana adyacente. La unión será cuidadosamente revisada en alineación, pendiente y sellado.

Unidad: Metro lineal (M).

Equipo mínimo: Herramienta menor

Materiales a emplearse: Tubería de PVC reforzada de diferentes diámetros, Polimpia, Polipega, Uniones, Codos, Yees, etc., del mismo material, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra mínima calificada: Categorías III, IVI

### **Medición y pago**

La medición se la hará en unidad de metro lineal y su pago "M. ". Se cubicará las cantidades unidades de tuberías de 75 mm, de diámetro instalados en la obra.

### **C.1.14. Enlucido de paredes y área superior de bases de equipos, exterior e interior de canaletas.**

#### **Descripción**

Los bordes libres de las bases de equipos y canaletas, el área superior de las bases y las paredes interiores y el fondo de las canaletas, se enlucirán con un mortero en proporciones de una parte de cemento y tres partes de arena fina; 1:3.

Unidad: Metro cuadrado (M2).

Equipo mínimo: Herramienta menor

Materiales a emplearse: Cemento gris, Arena fina y Agua, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I y III

### **Medición y pago**

La medición se la hará por unidad de metro cuadrado y su pago "M. ". Se cubicará las cantidades de metros cuadrados enlucidos.

### **C.1.15. Rotura de paredes de canaletas existentes**

#### **Descripción**

Como se indica en los planos de la subestación El Chota, para descargar las aguas recolectadas por las rejillas de 10x10 cm. hacia la canaleta existente, se romperá la pared en un diámetro de 75 mm.

Unidad: Unidad (U).

Equipo mínimo: Herramienta menor

Materiales a emplearse: Cemento gris, Arena fina y Agua, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I

### **Medición y pago**

La medición se la hará por unidad de Unidad y su pago por "U. ". Se cubicará las cantidades de metros cuadrados enlucidos.

### **C-1.16. Material aislante en patio de maniobras, E= 10 cm**

#### **Descripción**

En el lugar donde indique los planos o la Fiscalización el suelo previamente se compactará a máquina y luego se regará material aislante (ripió triturado), de un espesor de 10 cm., y se compactará mediante procedimientos mecánicos (compactador).

Unidad: Metro cuadrado (M2).

Equipo mínimo: Herramienta menor, Motoniveladora, Compactador.

Materiales a emplearse: Ripio triturado.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, II, OEP 1

### **Medición y pago**

La medición se la hará por metro cuadrado y su pago por "M2. ". Se cubicará las cantidades de metros cuadrados de material pétreo colocado.

### **C.1.17. Rotura de bordillos existentes de E= 10 cm**

#### **Descripción**

Los bordillos de hormigón simple, de espesor 10 cm., existentes en el área de equipos de alta tensión, se derrocarán mediante procedimientos manuales.

Unidad: Metro lineal (M).

Equipo mínimo: Herramienta menor

Materiales a emplearse:

Mano de obra mínima calificada: Categorías I, III

### **Medición y pago**

La medición se la hará por unidad de metro lineal y su pago por "M. ". Se cubicará las cantidades de metros lineales de bordillos derrocados.

## **D. Ensayos y Pruebas en Fábrica.**

EMELNORTE requiere que una muestra de los equipos sean sometidos a pruebas de rutina en fábrica, según sus normas de fabricación y que se entreguen todos los protocolos de pruebas antes de embarcarlos hacia Ecuador, dentro del costo de los equipos estarán considerados los gastos de estadía y viaje de dos (2) técnicos delegados de EMELNORTE para que atestigüen las pruebas en fábrica. Con la finalidad de garantizar la ejecución de las pruebas FAT, uno de los dos técnicos deberá ser obligatoriamente delegado del área de Subestaciones de EMELNORTE. El Contratista deberá permitir esta inspección y será

responsable de notificar con la debida anticipación, la fecha y el lugar donde se realizarán estas pruebas de rutina, para la debida planificación de los traslados.