

ANEXO D

CONDICIONES PARTICULARES DEL SUMINISTRO

Contenido

CONDICIONES PARTICULARES DEL SUMINISTRO	1
1. CONDICIONES ESPECÍFICAS:	6
2. REQUISITOS FUNCIONALES DE LOS EQUIPOS	7
3. EMBALAJE.....	7
4. INFORMACIÓN A SUMINISTRAR	8
5. TRANSFORMADOR DE FUERZA Y ACCESORIOS.....	10
5.1. General	10
5.2. Materiales y Normas.....	11
5.3. Cables de Control y Terminales	11
5.4. Especificaciones Técnicas.	12
5.4.1. General	12
5.4.2. Tipo	12
5.4.3. Normas de Fabricación	12
5.4.4. Elevación de Temperatura	12
5.4.5. Parámetros referenciales de operación	12
5.5. Accesorios y partes del transformador.	14
5.6. Pintura.....	27
5.7. Herramientas y dispositivos especiales.....	27
5.8. Lote de repuesto	27
5.9. Ensamblaje en fábrica y pruebas	28
5.10. Preparación para embarque	30

5.11.	Pruebas en el sitio	30
5.12.	Placas de denominación y marcas.	31
6.	INTERRUPTOR TRIPOLAR PARA 69 [kV]	32
6.1.	Alcance.....	32
6.2.	Normas.....	32
6.3.	Requerimientos Generales	32
6.3.1.	General	32
6.3.2.	Características eléctricas y condiciones de servicio del interruptor.....	32
6.4.	Características Constructivas.....	33
6.4.1.	Generales.....	33
6.4.2.	Aisladores o pasatapas (donde se requieran)	33
6.4.3.	Mecanismo de operación.....	33
6.4.4.	Gabinete de Comando y Control	35
6.4.5.	Terminales	35
6.4.6.	Accesorios.....	35
6.4.7.	Transformadores de Corriente	36
6.4.8.	Pruebas	36
6.4.8.1.	General	36
6.4.8.2.	Pruebas prototipo (type tests)	36
6.4.8.3.	Pruebas de rutina	37
6.4.8.4.	Pruebas e inspecciones en el sitio	37
7.	CELDAS AISLADAS PARA 15 [KV].....	37
7.1.	General	37
7.2.	Materiales, Normas y Características constructivas:.....	38
7.3.	Especificaciones Técnicas: CELDAS AISLADAS	38
7.3.1.	Tipo	38
7.3.2.	Características Técnicas Generales	38
7.3.3.	Capacidad y características eléctricas de las celdas.....	39
7.4.	Pruebas De Rutina.....	41
8.	TRANSFORMADOR PARA SERVICIOS AUXILIARES	42
8.1.	Características Técnicas Generales	42
9.	TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE LÍNEA Y TRANSFORMADOR.....	42

9.1.	General	42
9.2.	Alcance del Suministro	42
9.3.	Niveles Funcionales	43
9.4.	Normas Aplicables	44
9.5.	Funciones de los tableros	44
9.5.1.	Señales Analógicas	45
9.5.2.	Señales Digitales	45
9.5.3.	Arquitectura jerárquica y componentes principales	46
9.5.3.1.	Unidad de adquisición y control de bahía	47
9.5.4.	IED´s de protección:	47
9.5.5.	Contadores de energía:	47
9.6.	Requisitos del Sistema De Protecciones	47
9.6.1.	Aspectos generales	47
9.6.2.	Supervisión del circuito de disparo	48
9.7.	Sistema de Protección de Transformadores	48
9.8.	SISTEMA DE PROTECCIONES PARA ALIMENTACIONES DE 13,8 [kV]	48
9.9.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS TABLEROS	48
9.10.	Sistema de Medición de Temperatura de Transformador	50
9.11.	Señalización de La Posición del LTC de Transformador	50
9.12.	Información a ser suministrada después de la suscripción del Contrato	50
10.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PARARRAYOS PARA 69 y 13,8 [kV]	53
10.1.	Alcance	53
10.2.	Normas	53
10.3.	Requerimientos Generales	54
10.3.1.	Condiciones de Servicio	54
10.3.2.	Requerimientos Adicionales	54
10.3.3.	CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS	54
11.	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL (ENTRADA DE LÍNEA Y CELDAS DE ALIMENTACIÓN)	54
11.1.	Alcance	54
11.2.	Normas	55
11.3.	Requerimientos Generales	55
11.4.	Características Constructivas	55

11.4.1.	Generales.....	55
11.4.2.	Terminales o conectores.....	55
11.4.3.	Cajas de terminales	55
11.5.	Accesorios.....	56
11.6.	Pruebas	56
11.6.1.	Pruebas prototipo (type tests)	56
11.6.2.	Pruebas de rutina	56
11.6.3.	Pruebas e inspecciones en el sitio.....	57
12.	BATERÍAS Y CARGADOR DE BATERÍAS	57
12.1.	Alcance del Suministro	57
12.2.	Normas de Aplicación.....	57
12.3.	Datos Técnicos	57
12.4.	Condiciones Ambientales.....	57
12.5.	Baterías - Aspectos Constructivos.....	58
12.6.	Accesorios para Baterías	58
12.7.	Cargador de Baterías - Aspectos Constructivos.....	58
12.8.	Accesorios para el Cargador	59
13.	TABLEROS DE CORRIENTE ALTERNA Y CONTÍNUA.....	59
13.1.	Alcance del Suministro	59
13.2.	Normas de Aplicación.....	59
13.3.	Datos Técnicos	59
13.4.	Condiciones de Funcionamiento.....	60
13.5.	Aspectos Constructivos	60
13.5.1.	Especificaciones comunes a todos los tableros:	60
14.	CABLES AISLADOS	62
14.1.	Generales.....	62
14.2.	Normas de Aplicación.....	62
14.3.	Condiciones de Funcionamiento.....	62
14.4.	Aspectos Constructivos	62
14.4.1.	Especificaciones generales de los cables:.....	62
14.4.2.	Características técnicas	63
15.	PLATAFORMA.....	63

15.1. Alcance del Suministro	63
15.2. Remolques.....	64
15.3. Sistema de luces.....	64

1. CONDICIONES ESPECÍFICAS:

1.1.- La subestación móvil debe ser suministrada en plataformas transportables y el equipo a ser suministrado deberá ser diseñado y arreglado tanto en tamaño como en peso, para permitir su transporte por carretera. No debe exceder las dimensiones especificadas para movilización por las vías del país conforme la normativa vigente.

1.2.- Deberá tener conmutación sin carga en el lado primario del transformador.

1.3.- Para requerimientos de movilidad de la subestación, el interruptor trifásico suministrado, ya sea compacto ó GIS, no requerirá ser desmontado por conceptos de exceso de peso o exceso de dimensiones.

Para transporte y en caso de recomendación del fabricante se necesite despresurizar el interruptor, se deberá entregar los accesorios necesarios para ejecutar este procedimiento.

1.4 Es responsabilidad del contratista el número de ejes y la capacidad de carga por eje más adecuada de la plataforma, para el peso total de cada módulo de la subestación cumpla lo indicado en el numeral 1.1.

1.5 La totalidad del suministro deberá cumplir con las características y especificaciones técnicas detalladas en el ANEXO C así como la topología y arquitectura determinada en los ANEXOS A y B.

2. REQUISITOS FUNCIONALES DE LOS EQUIPOS

1.1 General

Esta sección señala los requerimientos generales aplicables a los materiales, mano de obra, accesorios, pruebas, características de fabricación y otras condiciones técnicas que debe cumplir todo el equipo primario (transformador de fuerza, interruptor compacto, transformadores de corriente, de potencial, entre otros); así como, accesorios y elementos adicionales que los complementan.

1.2 Condiciones de servicio:

- a) Todo el equipo debe ser diseñado y con capacidad suficiente para su operación satisfactoria hasta a mil metros (1.000 m.s.n.m.) sobre el nivel del mar, dentro de un rango de variación de la temperatura de menos diez (0 °C) a cuarenta y cinco grados centígrados (45 °C) y en una localización donde las superficies expuestas, a la acción directa de los rayos del sol, alcanzan temperaturas no mayores a cincuenta grados centígrados (50°C). Todos los materiales deberán ser seleccionados, y si se requiere, especialmente tratados para su servicio en estas condiciones sin que se afecte su vida útil y la eficiencia del equipo.
- b) Todo el equipamiento, cableado y equipo auxiliar deberá ser tropicalizado, para protección contra hongos y otras plantas parásitas. La construcción de todas las cabinas de control o gabinetes deberá ser adecuada para asegurar una efectiva circulación de aire. Deberán suministrarse calefactores para cada una de las cabinas en las que se instale equipo, regletas, contactos auxiliares, etc; a fin de evitar la condensación.
- c) El coeficiente sísmico se considera moderado y potencial con exposición a terremotos y se estima un valor de 0.50 g. Al ser una subestación móvil, el fabricante diseñará al máximo grado de vibración que soportan los equipos y dispondrá de accesorios que disminuyan este efecto.
- d) Los equipos tales como pararrayos y aisladores se los fabricará para soportar un grado alto de contaminación (Nivel III).

3. EMBALAJE

Los materiales serán protegidos de daños y pérdidas durante el transporte mediante embalajes apropiados no retornables.

El embalaje tendrá los siguientes datos claramente pintados o impresos:

- a.1 Nombre del fabricante.
- a.2 Nombre de la Empresa
- a.3 Número del bulto o cajón.
- a.4 Peso neto y bruto.
- a.5 Número de la licitación

4. INFORMACIÓN A SUMINISTRAR

4.1. Información a ser incluida en la oferta

Para cada tipo de equipo que compone la subestación móvil, el oferente incluirá en su propuesta la siguiente información y documentación:

- a) Certificado o reportes de pruebas prototipo realizadas en subestaciones similares o idénticas a las ofertadas.
- b) Información técnica de la subestación
- c) Planos que muestren las principales dimensiones y pesos de cada plataforma, así como la identificación de los equipos dentro cada plano; se requieren planos de la implantación general y vistas en corte de la SE móvil, además de una presentación sea en diapositivas o en video describiendo el equipo ofertado.
- d) En la oferta se incluirá también :
 - Catálogos que demuestren la especificación de los equipos ofertados y que conforman la subestación móvil, mecanismos de operación.
 - Referencias de suministros similares a los ofertados, realizados durante los últimos cinco años.
 - Detalles de cualquier elemento especial suministrado con el transformador.
 - Certificados de pruebas de un Laboratorio externo al fabricante, que indique que el aceite ofertado tenga el 0% de PCBs y PBBs.
 - Certificado de un laboratorio independiente o Protocolo de pruebas de un transformador 20/24 MVA 69/13.8 KV, que indique las pérdidas en vacío y en carga, de modo que justifique los valores presentados en la oferta.
- e) Lista de repuesto, de acuerdo al requerimiento de estos pliegos.

4.2. Información a ser suministrada por el Contratista

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

- a) Ingeniería de detalle, planos y demás información para aprobación:

Antes de iniciar la fabricación y dentro de los sesenta días (60) posteriores a la suscripción del contrato, el Contratista enviará y presentará mediante una exposición en CNEL EP para su revisión y aprobación de la ingeniería de detalle, los cálculos de pérdidas en el caso del transformador, estudio de coordinación de aislamiento, dimensiones, pesos y demás información relevante de la se móvil; así como los datos técnicos que demuestren que los equipos y materiales a ser suministrados cumplen plenamente los requerimientos de estas especificaciones.

La información mínima contendrá lo siguiente:

- Ingeniería de detalle de los equipos de la subestación, memorias de cálculo.
- Estudio de coordinación de aislamiento de la subestación móvil.
- Planos de disposición de los equipos que muestren las disposiciones y secciones transversales de cada parte constitutiva, indicando sus dimensiones, acceso a sus componentes, pesos netos y las alturas libres para ensamblaje y desmantelamiento. Deberá remitir a CNEL EP; dos (2) juegos de copias de planos detallados.

Un juego de planos o especificaciones a aprobarse, será devuelto al Contratista por la Empresa, marcándose “Aprobado”, “Aprobado con excepción de lo indicado”, o “No Aprobado”. Los planos en que se anote “Aprobado” o “Aprobado con excepción de lo indicado”, autorizan al Contratista a proceder a la fabricación del equipo cubierto con dichos planos, sujetos a las correcciones, si existieran, indicadas en los mismos. Si algún plano es devuelto “No Aprobado” el Contratista deberá efectuar la revisión del caso y dentro de los siguientes treinta (30) días, remitir los documentos de los planos que seguirán el mismo procedimiento ya expuesto.

Todos los planos “Aprobados con excepciones”, deberán corregirse correspondientemente y ser enviados a la Empresa con el fin de obtener el “Aprobado” respectivo.

La aprobación de los planos del Contratista no lo liberará de ninguna de sus obligaciones con el cumplimiento de todos los requerimientos de estas especificaciones, sus obligaciones contractuales o de la responsabilidad de que los planos sean totalmente correctos.

- Protocolo de pruebas de los bushings.
 - Características mecánicas y eléctricas completas de todos los componentes.
 - Detalle de los mecanismos de operación
 - Diagramas funcionales.
 - Diagramas detallados de cableado y conexiones.
 - Fotografías, catálogos y figuras que muestren el tipo y el estilo de cada componente y presenten una descripción general de la forma de construcción de cada uno de ellos, así como sus características de operación.
 - Manuales en español conteniendo instrucciones completas para el montaje, operación y mantenimiento de cada equipo, incluyendo diagramas de despiece detallados para todos sus componentes; con indicación precisa de números de catálogo que sirvan como referencia para la adquisición futura de las partes.
 - Reportes de pruebas de los equipos
 - Referencia a las normas conforme a las cuales se ha diseñado el equipamiento.
 - Dimensiones y pesos
- b) Lista de las pruebas previstas en fábrica, con indicación de los procedimientos, normas a aplicarse y cronograma de ejecución.
- c) Lista de Protocolo de Pruebas de los equipos por un Laboratorio calificado.
- d) A la entrega de los equipos en sitio, el Contratista deberá remitir dos juegos completos de planos finales, reproducibles, los cuales representarán el estado de los equipos tal como han sido suministrados. Al mismo tiempo el Contratista deberá suministrar a la Empresa tres juegos completos de instrucciones en idioma Castellano, por equipo suministrado con la subestación móvil, de los manuales e instructivos de montaje, operación, mantenimiento y reparación del equipo, incluyendo planos y catálogos para identificación de partes de repuestos y números de catálogos. Adicionalmente el Contratista deberá suministrar la totalidad de los planos de la subestación móvil levantados en formato CAD y PDF.

4.3. PRUEBAS SAT DE LA SUBESTACIÓN MÓVIL

El Contratista deberá, suministrar los servicios de al menos un ingeniero para la ejecución de las correspondientes pruebas eléctricas y mecánicas de los equipos objeto del Contrato, de suficiente competencia

y experiencia como para ser responsable de los trabajos a él encomendados. El ingeniero supervisor de las pruebas SAT deberá permanecer en sitio hasta que el equipo sea puesto en operación en forma satisfactoria, de acuerdo a la oferta. Se verificará la comunicación de la subestación móvil con el sistema SCADA de CNEL EP.

El o los ingenieros supervisores deberán ser calificados y estar revestidos de la autoridad necesaria como para actuar y decidir como un agente del Contratista, en todos los trámites pertinentes a la instalación de los equipos.

Al ser la subestación del tipo modular, deberán presentarse en sitio el **grupo de técnicos** para el correspondiente montaje electromecánico que compete a la subestación móvil, en la fecha designada por la Empresa, fecha que será señalada a través de una comunicación con por lo menos quince (15) días de anticipación. Estos costos serán asumidos por la Contratista

La cantidad de personal propuesto en la Oferta deberá considerar los costos que demanden el transporte y permanencia en sitio, según cálculo que realice el Oferente, tal que el equipo sea puesto en operación por primera ocasión. Además en caso de que la S/E móvil no llegue armada al sitio de instalación, se ejecutará una prueba de transporte de la plataforma más pesada una vez armada para evidenciar su funcionalidad, estos costos serán asumidos por la Contratista, es así que La CNEL EP no pagará ningún valor adicional por éstos conceptos.

Los representantes de CNEL EP podrán, inspeccionar a costo de la Empresa, los equipos durante su fabricación, en forma previa a su preparación para embarcarlos, a inspeccionar su embalaje cuando esté listo para embarque, a presenciar todas las pruebas de los productos finales y a presenciar cualquiera y todas las pruebas cuyos resultados son requeridos bajo estas especificaciones para aprobación de CNEL EP, El Contratista deberá dar las facilidades y autorizaciones que correspondan; además, informará con suficiente anticipación (mínimo 15 días laborables), cuándo y dónde el equipo y partes del mismo estarán disponibles para la ejecución de las pruebas e inspecciones.

La aceptación del equipo, la ausencia de inspecciones, la no presencia en la ejecución de las pruebas, no liberará al Contratista de ninguna responsabilidad en el suministro del equipo, ni servirá como justificación para el incumplimiento de los requerimientos de estas especificaciones.

Previo a la puesta en servicio, el Contratista deberá realizar las pruebas punto a punto de cada una de las señales de entrada y salida digitales, señales analógicas de cada IED y equipo que será integrado al concentrador de datos. Las pruebas deberán ser entre Concentrador de datos y cada IED, entre Concentrador de datos y equipo integrado por adquisición directa, y entre Concentrador de datos y Scada local de CNEL EP.

5. TRANSFORMADOR DE FUERZA Y ACCESORIOS

5.1. General

Esta sección señala los requerimientos generales aplicables a los materiales, mano de obra, accesorios, repuestos, pruebas, características de fabricación y otras condiciones técnicas que deben cumplir tanto los transformadores de fuerza, los accesorios y elementos adicionales que los complementan.

5.2. Materiales y Normas

a). Materiales

Todos los materiales, componentes y equipos deberán ser de alta calidad, libres de defectos e imperfecciones, de fabricación reciente, nuevos y adecuados para su función. Todos los materiales deberán ser fabricados de acuerdo a las últimas especificaciones de las normas indicadas.

Todo el acero estructural, incluyendo pernos, tuercas y arandelas, deberán ser **acero galvanizados en caliente** después de su fabricación.

b). Normas

En estos documentos se mencionan diferentes Normas de fabricación; cuando estas se mencionan se deberá entender que se cita las últimas especificaciones o revisiones aplicables de las mismas.

Las Normas a cumplir, entre otras son:

IEC - 60076	Power Transformers
IEC – 60354 /ANSI C57-92	Loading guide for oil-immersed power transformers
IEC – 60137	Bushing for alternating voltages above 1000 V
IEC – 60214	On-Load Tap-changers
IEC – 60044-1	Current transformers
IEC – 60099-4	Surge arresters
IEC – 60255	Protection relays
IEC – 60529	Stabilized Power Supplies, DC Output
IEC - 62271	Circuit breaker- Gas SF6

5.3. Cables de Control y Terminales

Los cables de control deberán ser cobre suave flexible, clase K, aislado con XLPE, retardante a la llama, calibre superior o igual al 14 AWG, para la clase de voltaje de 600 voltios, temperatura máxima de operación 125°C. No deben existir uniones en los conductores y todas las conexiones se las debe efectuar en bloques terminales.

La marcación de los cables debe ser bidireccional, específica, clara y coherente con respecto a la información suministrada en las hojas de cableado y planos entregados por el Contratista.

El cableado de los paneles oscilantes deberá estar firmemente asegurado a cada lado de las bisagras de oscilación y terminar en los bloques terminales más próximos de la parte fija de los paneles de control. El cableado de la parte oscilante deberá ser realizado con cable flexible.

Todos los cables de calibre igual o inferior a 8 AWG deberán ser conectados en los bloques terminales. Conectores de presión (clamp type) deberán ser suministrados por el Contratista para conectar cada conductor a los bloques terminales; su número deberá ser superior a un 25% a aquel realmente requerido.

Los bloques terminales deberán ser de ajuste al terminal por presión de resorte y tornillo; deberán poseer una superficie adecuada para inscribir o colocar la denominación de cada terminal.

Se debe utilizar tubería rígida para cablear todas las señales de control y protección, supervisión y comunicación del transformador al tablero de control y coraza metálica flexible solamente para la llegada de los conductores a los accesorios

Los tubos se fabricaran con acero galvanizado según normas ASTM A-653, ASTM A-527

Todos los materiales serán de tipo galvanizado; su galvanización se debe realizar por el proceso de inmersión en caliente, asegurando la protección interior y exterior del tubo con una capa de zinc de mínimo 20 micras perfectamente adherida y razonablemente lisa, la calidad del zinc para el revestimiento se debe garantizar según la norma ASTM B-6-SHG (Super High Grade)

Todos los tableros exteriores deben garantizar un grado de protección IP 54.

5.4. Especificaciones Técnicas.

5.4.1. General

Las características a cumplir son:

- Capacidad 20/24 [MVA] a operar hasta 1000 m.s.n.m. y temperatura ambiente de 40 °C.
- Voltajes: 69/13,8 [kV]
- Cambiador de taps bajo carga
- Protecciones propias del transformador y equipo de monitoreo del transformador.
- Lote de repuestos

5.4.2. Tipo

El transformador deberá ser del tipo sumergido en aceite y adecuado para instalación a la intemperie, su refrigeración será tipo ONAF. El aceite no debe contener ningún tipo de askareles, principalmente PCB´s

5.4.3. Normas de Fabricación

Los transformadores, deberán cubrir todos los requerimientos aplicables a las últimas revisiones de las normas IEC/ANSI pertenecientes al grupo de normas para transformadores considerando los aspectos generales de: construcción, pruebas, mantenimiento, diagnóstico, operación entre otros.

5.4.4. Elevación de Temperatura

El incremento de la temperatura promedio de los devanados, no deberá exceder de 65°C y el punto más caliente no deberá exceder los 80 °C; la temperatura del aceite medida en la parte superior del tanque no deberá sobrepasar de 65°C a potencia nominal; estas temperaturas, no deberán superarse en ninguna de las capacidades nominales del transformador, en condición de trabajo continuo y para las diferentes posiciones del tap.

5.4.5. Parámetros referenciales de operación

El transformador especificado formará parte de una subestación móvil, misma que será utilizada en el área de servicio de CNEL EP UN El Oro, bajo las siguientes condiciones de operación:

- El transformador debe ser capaz de soportar los esfuerzos de corto circuito para una corriente de cortocircuito para 69 kV de 20 kA.
- El equipamiento permitirá una conexión rápida y segura al sistema de subtransmisión de 69 [kV].
- Desde el lado de medio voltaje del transformador (13,8 [kV]), se conectará la celda de alimentación (incomming).

Las características del sistema, en sus diferentes parámetros eléctricos son:

- a) Sistema de 69 [kV]:
- | | |
|--|-----------|
| Voltaje nominal de operación: | 69 [kV] |
| Máximo voltaje de operación fase–fase: | 72.5 [kV] |
- b) Sistema de 13.8 [kV]:
- | | |
|--|------------------|
| Voltaje nominal de operación: | 13.8 [kV] |
| Máximo voltaje de operación fase–fase: | 15 [kV] |
| Tipo de puesta a tierra del sistema: | Multiaterrizado. |

Características de Operación del Transformador:

- a) Frecuencia del sistema: 60 [Hz]
- b) Voltaje nominal primario (HV winding) 69 [kV]
Voltaje nominal secundario (LV Winding) 13,8 [kV]
- c) Capacidades nominales con refrigeración a plena capacidad tipo: ONAF 69/13.8 [kV], 24 [MVA]
- d) Elevación de temperatura de los devanados con la temperatura ambiental de 40 grados centígrados:
- | | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Igual o menor a | 65 °C |
| Punto más caliente | 80 °C |
| Tipo de enfriamiento | ONAF |
| Número de fases | 3 |
| Conexión de alto voltaje (H Winding) | DELTA |
| Conexión de medio voltaje (X Winding) | ESTRELLA (Grounded Wye) |
| Grupo de conexión | Dyn1 |
- e) Número de bushings (incluyendo el neutro):

La utilización o no de bushings en el transformador dependerá de la ingeniería de detalle de fabricación, el mismo debe considerar las distancias mínimas sugeridas en la norma IEC 60071-2, a una altura máxima de 1000 m.s.n.m y un grado de contaminación fuerte III:

- Si la conexión desde el interruptor hacia el transformador, se realiza a través de un interruptor compacto, los bushings serán de polímeros, con grado de contaminación fuerte III, con sus respectivos terminales e interfaz gas – aire.
- Número de bushings (de requerir):

Alto voltaje 69 [kV]	3
Medio voltaje 13,8 [kV]	4

- f) La impedancia medida a la capacidad ONAF, 75 grados centígrados y tap medio, entre los devanados de alto voltaje y medio voltaje será máximo 10%.
- g) Cambiador de derivaciones bajo carga (OLTC) a instalarse en los devanados de alto voltaje (H Windings) y según la ingeniería de detalle podrá instalarse de forma exterior o interior a la cuba principal del transformador.

5.5. Accesorios y partes del transformador.

De acuerdo a la subestación móvil ofertada, Los transformadores deberán venir equipados con las siguientes partes y accesorios, estos deben satisfacer las características generales señalados, a continuación.

a. Bushings

Según la ingeniería de detalle y en los lugares donde se requiera el uso de bushings se debe considerar:

Todos los bushings del transformador deben ser de polímero tipo hidrofóbico autolimpiable con clase de aislamiento tipo E (IEC 61109), **con grado de contaminación fuerte III.**

Estos serán diseñados para operar normalmente bajo las condiciones de servicio señaladas anteriormente, ratificando que se debe corregir las distancias por altura de montaje y distancias de fuga. Se deberá mantener la coordinación del aislamiento con los devanados del transformador y las distancias mínimas en aire fase-tierra y fase-fase para los diferentes valores de los niveles normalizados de aislamiento al impulso tipo rayo y al impulso tipo maniobra sugeridas por la norma IEC 60071-2.

La fabricación de los bushings deberá estar de acuerdo con las Normas ANSI 76.1, IEEE No.2 (Apparatus Bushings and Test Code for Apparatus Bushings).

Los bushings deberán ser suministrados con sus respectivos terminales para cubrir los siguientes requerimientos:

b. Núcleo, Papel y Devanados

b.1 Núcleo:

El núcleo del transformador, deberá ser diseñado y construido de forma adecuada para reducir las pérdidas, con acero de granos orientados (“Grain Oriented Silicon Steel” u “Oriented Core”) y láminas traslapadas.

Los transformadores deberán ser diseñados y construidos para cumplir con los niveles de ruido de acuerdo a la Norma NEMA Standards Publication No. TR 1-993 (R2000).

El núcleo debe cumplir con la siguiente lista de características descriptivas, más no limitativas:

Los núcleos deben montarse y sujetarse de tal manera que resistan, sin deformaciones ni daños permanentes, las fuerzas producidas por los esfuerzos de corto circuito, maniobras, operación y en

especial el transporte. Asimismo, debe prevenirse el desplazamiento de las laminaciones del núcleo durante el transporte, maniobra, operación, etc.

El conjunto debe estar provisto de ojos u orejas para su izaje.

El núcleo tipo columna y su estructura, deben conectarse a tierra en un solo punto mediante una conexión externa, fácilmente accesible, fabricada en tal forma que sea de fácil apertura para verificar el aislamiento del núcleo. Cuando la conexión a tierra sea removida, la resistencia del aislamiento sin aceite antes del despacho entre el núcleo y tierra no debe ser menor de 200 M Ω medidos a 1000 V de DC a una Humedad relativa inferior a 70 % y soportar con aceite una tensión de 2 [kV] de AC, durante 1 minuto entre el núcleo y tanque.

La construcción del núcleo debe ser del tipo Step Lap para asegurar un adecuado traslape de la lámina, garantizando niveles de pérdidas y bajo ruido.

b.2 Devanados:

Los devanados deben ser capaces de soportar las pruebas dieléctricas especificadas en las características nominales, así como los requerimientos de cortocircuito indicados en la especificación.

Los devanados deberán ser de cobre electrolítico de alta pureza para aplicación en electrotecnia.

Las uniones de los conductores internas de las bobinas deben ser realizadas empleando soldadura de plata y aisladas de acuerdo al aislamiento básico.

Las conexiones de los devanados a los bushings deben estar soportadas para evitar daños por vibración y se recomienda que sea en flejes.

Las bobinas, devanados y guías deben estar convenientemente sujetos y soportados de manera que resistan los esfuerzos mecánicos producidos por un corto circuito, en cualquier juego de terminales. El ensamble completo de los devanados no debe sufrir ningún desgaste ni deformación debido a los esfuerzos mediante cortocircuito o durante el embarque, transporte y maniobras.

La guía (cable de conexión) que salga de los devanados a cualquier accesorio o cambiador de derivaciones o boquillas, debe ser de una sola pieza.

Los devanados deben ser secados al vacío a una presión absoluta no mayor de 0,5 mbar. Posteriormente los devanados deben someterse a un proceso de estabilización y compactación de los aislamientos asegurando así una adecuada soportabilidad mecánica frente a esfuerzos de cortocircuitos.

El aislamiento se lo realizará con celulosa de papel de tipo termoestabilizado con características resistentes a altas temperaturas e inflamación.

b.3 Proceso de secado del conjunto núcleo- bobinas.-

Considerando que un dieléctrico de alta calidad compuesto por celulosa de papel y aceite tiene una influencia dominante en la vida útil de un transformador, así como en la operación segura del mismo en la red, el proceso de secado debe ser tal que no permita el envejecimiento prematuro del aislamiento.

El grado de polimerización después del proceso de secado de la parte activa deberá ser mayor a 1050 unidades.

c. Tanques

El tanque principal del transformador y cualquier otro compartimiento adyacente, que esté sujeto a similares presiones de operación, deberá ser diseñado para soportar una presión 25% superior a la máxima presión de operación resultante del sistema de preservación de aceite utilizado, sin una deformación de tipo permanente.

El oferente presentará el correspondiente protocolo de pruebas de soldadura en el tanque realizado a equipos de características similares y una vez suscrito el contrato suministrará el protocolo definitivo realizado al o los equipos, con el objeto de verificar fugas (Vacío y lleno el equipo se someterá a una sobrepresión de 101 kPa de acuerdo a la norma ANSI C57.12.10-2010).

Las máximas presiones, positivas o negativas, que puede el tanque soportar, deberán ser indicadas en la placa de denominación.

El tanque deberá ser diseñados para efectuar **vacío completo** durante el proceso de montaje. Los compartimentos auxiliares tales como tanque de expansión (de requerir), deberán ser igualmente diseñados para vacío completo y estar provistos de válvulas de aislamiento.

El tanque y todos los componentes deberán tener la suficiente resistencia y rigidez mecánica como para resistir los esfuerzos ocasionados en su transporte, manipuleo y operación.

En el tanque se deberán dejar los suficientes accesos (Manholes y handholes), para poder realizar las conexiones necesarias a los bushings, transformadores de corriente, etc.; además, de la revisión e inspección del núcleo y devanados del transformador.

Soldados al tanque se suministrarán tres conectores para conductor de cobre para puesta a tierra (ground pad), que permitan alojar un rango de calibres entre 2/0 AWG y 300 MCM de conductor de cobre. Dos de estos conectores serán localizados en la base de las paredes del tanque principal, lados opuestos diagonalmente. Un tercer conector deberá ser soldado, en la cubierta o en las paredes del tanque principal, cerca del bushing neutro.

La base del tanque de los transformadores será fabricada con vigas de acero soldadas al fondo del tanque. La base tendrá un mínimo de cuatro (4) puntos de apoyo para gatas (jacks), lo suficientemente fuertes para permitir elevar el transformador completamente ensamblado y lleno de aceite.

La tapa superior de la cuba principal debe ser sujeta con pernos, no se aceptarán transformadores con la tapa soldada. El tanque y la cubierta deben estar libres de rebabas y sustancias corrosivas y extrañas antes del ensamble.

Entre otras características, se debe atender lo siguiente:

Deben proporcionarse los medios adecuados para remover y colocar el tanque sin que se dañen los devanados y el núcleo.

Deben proporcionarse dispositivos de soporte para prevenir el movimiento del ensamble del núcleo y bobinas durante el transporte.

Toda la tornillería externa debe ser de acero galvanizada, adecuadamente para evitar su oxidación.

Las superficies a las que se les coloca empaque, deben ser maquinadas, lisas y planas y tener la suficiente rigidez para asegurar una compresión adecuada de los empaques. Se deben proveer cajas maquinadas para evitar sobrecompresión en los empaques. Toda la empaquetadura utilizada en los registros hombre, registros mano, domos y bujes del tipo capacitivo deben ser del tipo O-ring y el compuesto utilizado debe ser NBR o de características superiores.

Se deben proporcionar guías dentro del tanque para facilitar el movimiento del núcleo y de los devanados cuando éstos se introduzcan o se saquen del tanque.

El tanque debe tener las orejas necesarias, de tal manera que el transformador pueda maniobrase en cualquier dirección, así como para el izaje y manejo cuando el transformador está ensamblado y con aceite.

Se requiere que por fabricación se evite la acumulación de agua en la cubierta del tanque, en todas las tapas y superficies superiores de tableros, tanque conservador o del cambiador etc. El oferente está obligado a indicar en el plano de dimensiones generales, la pendiente o el ángulo de inclinación de cada una de dichas partes expuestas a la acumulación de agua.

Todas las aberturas que sea necesario practicar en el tanque, deben dotarse de bridas soldadas alrededor de las mismas, excepto en acoples y neplos, con objeto de disponer de superficies que permitan la colocación de empaques y la ejecución de taladros. Estos barrenos en ningún caso deben alcanzar la cubierta ni las partes del tanque.

Se debe eliminar toda perforación o barreno sobre la pared o cubierta del tanque. El oferente debe fijar o soportar los accesorios sin hacer perforaciones.

Los tubos necesarios para albergar a los conductores del circuito de alambrado, deben fijarse al tanque en sus diferentes trayectorias. El diámetro del tubo debe estar de acuerdo al número de conductores que se introduzcan evitando calentamiento.

d. Dispositivos para transporte, movilización y anclaje.

El transformador deberá ser suministrado con los siguientes dispositivos:

d.1 Para elevarlos:

Con el tanque principal se deberán suministrar ganchos u otros aditamentos que permitan levantar tanto al tanque principal como al transformador, completamente armado y con aceite.

Las superficies de estos aditamentos deberán estar libres de bordes afilados que puedan dañar los cables o cabos utilizados.

d.2 Para movilización:

Esta base deberá ser adecuadamente diseñada con el fin de que, estando el transformador preparado para transporte, con aceite, el centro de gravedad no caiga fuera de la base cuando se efectúe una inclinación del transformador de 15 grados con respecto a la horizontal.

La subestación móvil deberá ser diseñada para un desplazamiento por las carreteras del país, por lo que se indicará el máximo grado de vibración que soporte y deberá diseñarse el remolque para absorber ésta vibración, sin que disminuya la vida útil del equipo.

La velocidad permitida de la subestación, será para que circule a 40 [Km/h] en pavimento, para lo cual deberá definir en la ingeniería de detalle elementos que eviten una vibración o movimientos que causen daños a la vida útil del transformador.

d.3 Para anclaje

El transformador deberá ser anclado a la plataforma, este deberá ser suministrado con su sistema de anclaje antisísmico (Anti-Earthquake Clamping Device), el proveedor establecerá como método de cálculo los lineamientos establecidos en la norma IEEE 693-2005, con un nivel de calificación sísmica de 0,5g (Moderada).

El Contratista deberá suministrar los planos con los detalles de anclajes y esfuerzos mecánicos a considerarse en según detalle de fabricación, que justifique que el conjunto transformador y plataforma no sufra deslizamientos y se minimice las vibraciones por movimiento.

d.4 Barreras de protección

La subestación completa dispondrá de barreras de protección para circulación, las mismas que servirán como protección y dificultar el acceso a los equipos cuando se encuentren energizados.

e. Sistema de enfriamiento.

La refrigeración será del tipo ONAF. El control del sistema de enfriamiento del transformador debe ser hecho por dispositivo electrónico inteligente que debe garantizar una temperatura adecuada de trabajo del aceite. La lógica de funcionamiento prevista deberá contemplar el porcentaje de potencia nominal contemplada como reserva. El fabricante deberá suministrar ensayos de tipo comprobando en acuerdo con los siguientes estándares: IEC 61000, IEC 60068.

f. Intercambiador de calor.

El intercambiador de calor, con capacidad suficiente para lograr que su temperatura no sobrepase los valores establecidos en su capacidad nominal.

Los motores de ventiladores deberán ser para alimentación a tensión trifásica 220/127 voltios.

Todos los elementos deben ser del tipo para trabajo pesado y de larga vida útil.

Los intercambiadores deberán poseer alarmas y protección contra sobrecargas.

La operación de estos elementos debe ser manual y automática por acción del relé de control y monitoreo de transformador, tanto de medición de temperatura de aceite como de devanados y el transformador

deberá ser provisto de todos los elementos de control necesarios en las diferentes condiciones o estados de enfriamiento del transformador, deberán tener contactos auxiliares libres para monitoreo desde el Scada local.

g. Termómetro para indicación de la temperatura de aceite.

Este termómetro debe ser del tipo de dial, montado de tal forma que permita una fácil lectura al personal, sin requerir el abrir puertas ni subirse a algún dispositivo. El elemento sensitivo del termómetro (temperature sensitive bulb), deberá localizarse en la parte superior del tanque, en el sitio en que se obtendrá la máxima temperatura del aceite; este elemento deberá ser localizado en un pozo (thermometer Well) con la finalidad de que su reemplazo no requiera reducir el nivel de aceite.

El principio de medición de la temperatura debe ser hecho por sistema tipo Bourdon, con un capilar instalado en un termopozo de 1”.

El indicador debe ser de fácil indicación, con vidrio tratado contra las interferencias de la luz solar (filtro anti-UV) así como contactos libres de potencial para señalar al mínimo cuatro niveles de alarma.

El error máximo admitido es de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

El indicador de temperatura del aceite debe ser totalmente libre de calibración o mantenimiento durante toda su vida útil.

Debe poseer grado de protección IP55.

El medidor de temperatura del aceite (OTI) deberá poseer un sistema de transmisión de la temperatura del tipo de líquido orgánico a presión (Organic liquid filled pressure system), con microswitches ajustables de contactos sin puesta a tierra (nongrounded contacts), estos serán utilizados en los siguientes propósitos :

- Contacto 1. Arranque de la etapa circulación del aceite y arranque de los ventiladores
- Contacto 2. Señal de alarma de sobret temperatura de aceite.
- Contacto 3. Señal de disparo del disyuntor de alimentación

El medidor de temperatura del aceite (OTI) deberá poseer deberá poseer la capacidad de conectarse a un sistema adicional de transmisión del valor de temperatura a un controlador donde se concentren todos los parámetros del transformador y de este se deberá enviar vía protocolo al Scada local.

h. Termómetro para indicación de la temperatura de devanados.

Este termómetro (WTI) deberá poseer características similares al termómetro de indicación de temperatura de aceite (OTI), tanto en forma como en ubicación. La medición de temperatura podrá realizarse mediante el uso de un transformador de corriente tipo bushing (imagen térmica), ubicado en una fase de uno de los devanados.

Este termómetro deberá poseer cuatro juegos de contactos del tipo microswitch, sin puesta a tierra (nongrounded), que serán utilizados para los siguientes propósitos:

Contacto 1: Arranque de la circulación de aceite forzado

Contacto 2: Señal de alarma de sobretemperatura de devanados

Contacto 3: Señal de disparo del disyuntor de alimentación

Este termómetro deberá poseer un registro digital que señale la máxima temperatura medida.

Sobre este instrumento se ubicará en un lugar visible la placa característica “Temperatura de Devanados”.

Tanto los contactos del termómetro de indicación de temperatura de aceite (OTI) como el de indicación de temperatura de devanados (WTI), para sus diferentes aplicaciones, deberán ser ajustados y calibrados en fábrica.

El medidor de temperatura de devanados (WTI) deberá poseer la capacidad de conectarse a un sistema adicional de transmisión del valor de temperatura a un controlador donde se concentren todos los parámetros del transformador, y de este se deberá enviar la información vía protocolo a un equipo de supervisión del transformador y de éste al SCADA local.

i. Dispositivo de alivio de presión.

La válvula de alivio de presión debe poseer resortes hechos en metal tratado y con protección catódica, con tiempo de activación inferior a 2ms. La vida útil de la válvula debe ser equivalente a del transformador.

La indicación visual de operación se mantendrá activado hasta un rearme manual.

La válvula de alivio de presión debe poseer cubierta que involucre toda la válvula, evitando interferencias climáticas en su parte interna.

La válvula de alivio debe poseer al menos 4 contactos para alarma (2 normalmente cerrados y 2 normalmente abiertos). La conexión de los contactos debe ser hecha en caja de conexión con grado de protección IP-65.

La válvula de alivio de sobrepresión debe ser totalmente libre de calibración o mantenimiento durante toda su vida útil.

Adicionalmente a este dispositivo se le instalará un tubo para conducir el aceite (oil lead pipe), para que su desfogue no sea sobre la plataforma.

El dispositivo de alivio de presión deberá conectarse a un sistema adicional para indicar su operación a un controlador donde se concentren todos los parámetros del transformador, y de este se deberá enviar vía protocolo IEC 61850, a un equipo de supervisión del transformador y éste al Scada local.

j. Sistema de Preservación del aceite

El sistema de preservación del aceite del transformador (Oil Preservation System), deberá ser suministrado completo con todos los elementos necesarios.

El equipo de preservación de aceite, debe soportar una presión de vacío absoluto a nivel del mar o bien una presión interna de 103 kPa durante 24 horas, sin sufrir deformaciones permanentes, a este tanque se debe incluir, adicionalmente lo siguiente:

- k.1) Una válvula para filtrado colocada en la parte superior.
- k.2) Una válvula que sirva para muestreo, filtrado y drenado total, colocada en la parte inferior.
- k.3) Deberá poseer una válvula de equalización entre el diafragma de hule sintético y el tanque de expansión.
- k.4) Un tubo de conexión entre el tanque principal y el tanque conservador para acoplar el relevador Buchholz.
- k.5) Un indicador magnético de nivel de aceite.
- k.6) Un registro que permita la limpieza e inspección del interior del tanque conservador.
- k.7) Para evitar el contacto del aceite con la atmósfera, se debe suministrar un sistema de sello de diafragma de hule sintético resistente al aceite dentro del tanque conservador (bolsa elástica).
- k.8) Un tanque auxiliar, parcialmente lleno con aceite, conectado al tanque principal, el cual está totalmente lleno de aceite, hasta una temperatura máxima del aceite de cien grados centígrados (100 °C) y la presión interna del aceite en el tanque principal no excede de 0.35 kilogramos por centímetro cuadrado.

El tanque conservador (Conservator tank), deberá ser diseñado para limitar a un mínimo el área del aceite expuesto al aire y deberá disponer de una membrana para evitar el ingreso de humedad hacia el aceite. Deberá poseer un respiradero o secador de aire de silicagel (Dehydrating breather), el cual debe ser fabricado de vidrio para permitir una inspección visual del estado del silicagel. Este respiradero de silicagel deberá ser instalado a una altura aproximada de 1.5 metros sobre el nivel de la base del transformador.

k. Indicador del nivel de aceite.

El indicador del nivel del aceite deberá ser del tipo dial, que permita su lectura por personal ubicado a nivel de la base y a cierta distancia del transformador.

Este dispositivo deberá poseer un fondo oscuro, con señales en blanco y un indicador (pointer) ligeramente coloreado que señale el nivel del aceite en el dial.

La denominación “Nivel de aceite” deberá ser grabada sobre el dial o en una placa adecuada adyacente al mismo.

Las marcas sobre el dial deberán indicar el nivel de aceite a 25 grados centígrados (25°C) y los niveles mínimos y máximos aceptables del aceite.

El indicador de nivel de aceite deberá poseer contactos auxiliares no puestos a tierra (nongrounded contacts), **para alarma y disparo**, con el fin de señalar que el mínimo nivel aceptable de aceite ha sido alcanzado.

Estos contactos deberán ser adecuados para operar a una tensión VDC de hasta 145 voltios.

El indicador de nivel del aceite debe permitir el reemplazo de la unidad de indicación sin necesidad de cambiar o remover la unidad de medición.

Una señal adicional, del nivel de aceite deberá ingresar a un controlador donde se concentren todos los parámetros del transformador y de este se enviará vía protocolo, al equipo de supervisión del transformador y de éste al Scada local.

I. Válvulas.

El transformador deberá ser suministrado con válvulas especiales para equipo eléctrico, de bronce y con los siguientes fines:

- n.1 Obtención de muestras de aceite de la parte más baja del tanque.
- n.2 Para conexión inferior de la prensa filtro (filter press) y drenaje total del aceite del tanque (2 pulg).
- n.3 Para conexión superior de la prensa filtro (2 pulg).
- n.4 Para aislar totalmente cada radiador (de ser el caso).
- n.5 Para drenar aceite de cada uno de los radiadores.
- n.6 Para aislar cada uno de los tanques anexos al tanque principal, p. Eje.; el conservador del tanque principal.

Cada una de las válvulas deberá estar equipada con su brida ciega.

m. Relé Buchholz.

Se debe instalar un relé Buchholz en la tubería de conexión entre el tanque principal y el tanque conservador.

Este relé debe poseer contactos de **alarma** operados por acumulación de gases producidos por una falla incipiente y contactos **de disparo** para sacar fuera de servicio al transformador a través del disparo de los disyuntores, en alto y medio voltaje, cuando una gran cantidad de gas comience a fluir debido a una falla interna en el transformador o el regulador.

Todos los contactos deben ser adecuados para operar con una tensión continua de hasta 145 VCC.

El Relé de acumulación de gases (relevador Buchholz), instalado en cada tubo que conecte el tanque conservador con el tanque principal. El relevador debe cumplir con las siguientes características:

Debe estar equipado con contactos de alarma que cierren por acumulación de gases o por bajo nivel de aceite y con contactos de desconexión o disparo, que cierren por una perturbación repentina del aceite (flujo súbito) o por bajo nivel de aceite.

El relé no debe operar incorrectamente por vibraciones y bajo condiciones normales de servicio. No se acepta el uso de placas deflectoras o cualquier otro medio para regular la velocidad del aceite empleado para cumplir este requisito.

El relé debe contar con una válvula de paso en ambos extremos de su instalación y con los elementos necesarios para verificar su operación.

La tubería debe estar instalada de tal forma que todos los gases que surjan del tanque principal pasen por el relé. Los circuitos del aceite a través del relé, no deben formar una trayectoria de salida en paralelo, con cualquier tubería por la que circula aceite, ni tampoco deben tener derivaciones o conexiones a través del dispositivo de alivio de presión o de la tubería de enfriamiento. Se deben evitar curvaturas bruscas en la

tubería que conecta al relé.

El Relé Buchholz deberá poseer contactos adicionales para indicar su operación y llevar esta señal a un controlador donde se concentren todos los parámetros o señales que se puedan controlar del transformador y de este se deberá enviar vía protocolo al scada local.

Otras características

1. Temperatura de operación de 0°C a +80°C. El vidrio de seguridad debe ser temperado y con filtro para rayos UV. Debe tener dos ventanas en cada lado del relé para inspección de los flotadores de manera independiente.
2. Los contactos de alarma (2 reversibles) y disparo (2 reversibles) no deben tener contacto con el aceite del transformador. Los flotadores deben ser sólidos. Grado de protección IP55. Debe ser suministrado un reporte de pruebas del equipo indicando resultados de las pruebas funcionales y de estanqueidad con gas Helio.
3. Con botón de pruebas para todos los contactos por gas, nivel de aceite y flujo. En el caso de operación por flujo, en flotador debe permanecer en la posición accionada, indicando claramente su operación.
4. Con opción de reset, toma de muestras y opción para prueba de funcionalidad por inyección de aire.

n. Cambiador trifásico de derivaciones de tomas bajo carga

El LTC a instalar cumplirá con la norma IEC 60214 y poseer las siguientes características:

El cambiador de derivaciones bajo carga del transformador deberá tener un rango de variación de $\pm 15\%$ y estará instalado en el devanado de alta tensión del transformador.

El cambiador de derivaciones bajo carga debe poseer la capacidad suficiente para utilizar la potencia nominal del transformador, con una sobrecarga del 10%, durante lapsos superiores a dos horas en cada una de las posiciones del cambiador, sean estas de mínimo o máximo voltaje dentro del rango de regulación.

Su posición se enviará vía protocolo, al SCADA local y de este al centro de control.

El cambiador de derivaciones bajo carga deberá conformarse con los siguientes accesorios y partes:

n.1 Selector de derivaciones:

El selector de derivaciones (Arcing Tap Switch), deberá ser localizado en uno o varios compartimentos montados sobre el transformador.

La cubierta del selector de derivaciones deberá ser sujeta con pernos y debe permitir el acceso al compartimiento del selector de derivaciones, sin interferir con el tanque principal o con el requerimiento de reducción del nivel de aceite en el tanque principal.

Una válvula de drenaje de aceite deberá localizarse en la parte inferior de cada compartimiento con aceite para permitir el sacar todo el aceite. Esta válvula de drenaje deberá tener integrada una válvula para

muestras de aceite.

Cada compartimiento de aceite, en su parte superior, debe poseer una válvula para llenado de aceite con bridas para su acople a mangueras de la prensa filtro.

Un indicador de nivel de aceite debe ser instalado en cada compartimiento con aceite.

El Indicador del nivel de aceite deberá entregar una señal de alarma si el nivel está bajo el límite a un controlador donde se concentren todos los parámetros o señales que se puedan controlar del transformador, y de este se deberá enviar vía protocolo al Scada local.

n.2 Mando motor

El mando motor (motor – drive mechanism) deberá poseer los siguientes componentes:

Motor: El motor deberá ser adecuado para su operación con una alimentación de corriente alterna trifásica de 210/121 voltios. El mecanismo deberá poseer switches limitadores de carrera de tipo eléctrico.

Se debe suministrar una palanca o manivela para operación manual del selector de derivaciones, el mecanismo deberá encontrarse eléctricamente interbloqueado con el motor para impedir su operación mientras la palanca o manivela esté siendo utilizada. Si esta palanca es desmontable, se deberá proveer de un lugar para su almacenamiento junto a estos mecanismos.

n.3 Indicador de posición.

El intercambiador de taps bajo carga deberá estar equipado de un indicador de posiciones con manecillas para marcar tanto el máximo como el mínimo tap alcanzado en su operación, además de poseer facilidades para la restauración a su posición original.

La posición del indicador será visible mientras se opera a mano al intercambiador de taps.

El indicador de posición deberá ser fácilmente visible desde la parte exterior del transformador sin necesidad de abrir ningún compartimiento.

Adicionalmente se deberá suministrar un indicador de posición remota que estará instalado en los tableros de control de la subestación.

Del Indicador de posición deberá enviarse una señal hacia el relé de regulación de tensión, el cual grabará esta información y posteriormente este transmitirá esta información a un equipo de monitoreo del transformador para enviar información, vía protocolo al SCADA local.

n.4 Contador de Operaciones, el contador de operaciones deberá señalar el número acumulado de operaciones realizadas.

n.5 Switch para selección de operación Manual – Off – Auto – Remoto.

n.6 Disyuntores termomagnéticos para protección del motor y de los circuitos de tensión a los dispositivos de control automático.

n.7 Transformador en serie, de requerirse

n.8 Terminales para prueba tanto de tensión como de corriente.

n.9 Un relé regulador de tensión (Voltage Sensitive Device), para control automático de la operación del intercambiador de taps bajo carga. El relé deberá venir protegido contra sobretensiones transitorias que pueden dañar al relé o a su programación interna.

1. El regulador de tensión debe ser del tipo IED, con HMI integrado y recursos para permitir la fácil identificación del modo de operación y posición actual. Las indicaciones en la pantalla deben ser presentadas en español.
2. Debe estar disponible, en el propio regulador, una llave tipo "LOCAL" / "REMOTO" para permitir que se impidan comandos remotos cuando de operación local. Debe ser previsto un contacto libre de potencial para señal remota de la posición de la llave, bien como una entrada digital para cambiar su estado.
3. Debe estar disponible, en el propio regulador, una llave tipo "AUTOMATICO" / "MANUAL". Debe ser previsto un contacto libre de potencial para señal remota de la posición de la llave, bien como una entrada digital para cambiar su estado.
4. La caja del regulador debe ser metálica, con conexión para tierra disponible y grado de protección mínimo IP54 (en acuerdo con el estándar IEC 60529).

n.10 El cubículo de control debe poseer calefactores, con control por termómetro, para impedir la condensación de la humedad sobre los instrumentos e iluminación interior.

n.11 Unidad de filtrado, para el aceite y con selector de modo de operación manual y automático.

Nota: Todos los instrumentos de control, protección del transformador y de la operación del intercambiador de derivaciones bajo carga, incluyendo los de indicación de la posición, deben llevar sus parámetros y señales a un controlador donde se concentren, las señales del transformador, y de este se deberá enviar vía protocolo los datos al SCADA.

o. Aceite Aislante

El Contratista deberá suministrar el aceite aislante requerido para el transformador y todos sus elementos, más un diez (10%) por ciento. El aceite debe ser mineral, preparado y refinado especialmente para uso en transformadores. Este debe ser libre de impurezas, ácidos, alcalinos y componentes de azufre, con cero PCB's y PBB's (como askareles) y no debe formar depósitos a temperaturas normales.

El aceite en sus propiedades y características debe cubrir como mínimo los requerimientos de la Norma IEC 60296 en sus partes aplicables. El contratista debe presentar certificados de laboratorios acreditados que señalen que los aceites cumplen con las normas y no tiene PCB's o PBB's.

Poseer aditivos inhibidores de oxidación, el uso de este tipo de aceite mineral *será natural* con un aditivo antioxidante no mayor a 0,08% y la cantidad de inhibidores sintéticos no mayor al 0,3%. El contratista debe presentar certificados de laboratorios acreditados que señalen el contenido de inhibidores naturales y sintéticos que el hidrocarburo posee, su norma de aplicación y pruebas realizadas.

p. Tableros de control y cableado.

Todos los instrumentos de control y protección especificados, deben ser alojados en uno o varios cubículos de control, los que deben ser a prueba de agua, con puertas oscilantes, provistas de aditamentos de cierre y para ubicar candados o seguridades.

Todos los instrumentos deberán ser montados sobre dispositivos adecuados que impidan que la vibración pueda afectar su operación.

Los tableros de control deben ser suministrados con todos los instrumentos instalados y cableados y el grado de protección será IP55 de acuerdo a la Norma IEC 60259.

Los orificios, previstos para los cables de las interconexiones entre equipos, deben estar ya formados en los tableros de control. Bushings adecuados, para el paso de los diferentes tipos de cables de control y fuerza, deben suministrarse con el transformador.

Todo el cableado, ductos, cajas de terminales, conexiones, etc., deben ser del tipo a prueba de humedad, a prueba de fuego y a prueba de roedores y otras alimañas, tropicalizados y con calefacción para impedir la condensación de humedad en los diferentes instrumentos o elementos.

Los dispositivos, instrumentos o elementos a ser instalados en el tablero o tableros requeridos consistirán pero no estarán limitados a:

- Circuit Breakers, de caja moldeada para protección de circuitos principales.
- Mini Circuit Breakers, para el resto de circuitos.
- Switch de selección para operación .Manual – Automático – Remoto – Off. del control de los ventiladores y bomba de aceite, en las diferentes etapas de enfriamiento.
- Dispositivos de control automático del sistema de refrigeración.
- Luces piloto.
- Bloques terminales.

q. Cajas terminales y bloques terminales.

Todas las conexiones de los diferentes equipos, fuera de los tableros de control, se efectuarán en cajas terminales adecuadas al propósito. Los bloques terminales, para los transformadores de corriente, deberán ser del tipo para cortocircuitos (short – circuiting type).

r. Placas de denominación.

Una placa de diagrama (diagram nameplate) deberá ser suministrada y estará localizada aproximadamente a 1.5 metros de altura sobre la base del transformador. La información suministrada deberá estar de acuerdo con las Normas ANSI C57.12.00-1968, placas C de 9.4.1 y 9.4.2 y además se mostrarán en idioma español.

Los demás instrumentos deben tener igualmente su respectiva placa de denominación con la información indicada en las Normas ANSI aplicables.

s. Sistema de monitoreo.

El sistema de monitoreo requerido para el transformador deberá realizar un análisis en línea de al menos 5 tipo de gases y registrar sus contenidos así como verificar la humedad en el aceite del transformador, temperatura de devanados y LTC, estos registros se enviarán a un controlador y de este vía protocolo para ser enviado al SCADA.

Nota: Debe incluirse el curso de operación y todos los elementos necesarios para su funcionamiento.

t. Controlador.

El transformador debe venir con un controlador donde se concentren todos los parámetros o señales del transformador (enunciadas en los puntos anteriores), y de este se deberá enviar vía protocolo al SCADA.

Debe poseer un panel frontal, manejar mínimo de 16 entradas y 16 salidas totalmente configurables, debe tener la capacidad de registrar los eventos con fecha, hora y el registro de causa del evento.

Su gabinete estará provisto de una resistencia anticondensación con termostato e interruptor propio y con un grado IP 55.

5.6. Pintura

El transformador en su parte exterior debe ser pintado de color Gris ANSI 70, RAL 7033 o similar. Todas las superficies deben ser totalmente limpiadas por medio de chorros de arena o de perdigones antes de proceder a pintar.

Las superficies interiores del tanque, sobre el nivel de aceite, deben ser terminadas con una pintura clara resistente a la acción del aceite (aplicar un primario de cloruro de polivinilo, en una capa de 38 μm de espesor seco como mínimo, de color blanco)

La pintura para las superficies exteriores debe ser de esmalte, secado al aire, de calidad superior y adecuada para climas tropicales y de condiciones de alta humedad, en que se observa una acción intensa de los rayos del sol, sumado al efecto del polvo y la arena. Al menos veinte (20) litros de pintura deben ser suministrados para su utilización en el repintado del transformador luego de su transporte y montaje.

5.7. Herramientas y dispositivos especiales.

El Contratista deberá suministrar un juego completo de herramientas especiales, llaves de tuercas, o equipo que pueda ser necesario y conveniente para ensamblaje, desensamblaje y desplazamiento del transformador.

Cualquier accesorio o dispositivo que es regularmente suministrado con este tipo de equipos, que es necesario para una operación adecuada, o para labores de mantenimiento, debe ser igualmente suministrado por el Contratista.

5.8. Lote de repuesto

Todas las partes de repuesto deben ser idénticas y factibles de ser intercambiadas con las partes originales. Conforme el siguiente listado:

- a. Un juego completo de empaques del transformador incluyendo aquellos de cubiertas, accesos para servicio (“manholes” y “handholes”) y conexiones de tubería.
- b. Un respiradero con dotación de silicagel de cada tipo usado en el transformador.
- c. Un termómetro completo de cada tipo usado en el transformador
- d. Una membrana, de cada tipo si es utilizada en los conservadores de aceite de los transformadores.
- e. Un relé y breaker de cada tipo usado en los transformadores.
- f. Una bobina y un arrancador completo de cada tipo usado en los transformadores.
- g. El 100% de la cantidad de fusibles de cada tipo en caso de que los hubiera.
- h. 10% Adicional de la cantidad de aceite aislante requerida para los transformadores.
- i. Un kit de repuestos de terminales de cables de control.
- j. Un ventilador de cada tipo usado en el transformador.

5.9. Ensamblaje en fábrica y pruebas

a. Pruebas de transformadores:

La subestación móvil en conjunto con el transformador debe ser completamente ensamblado y ajustado en fábrica y sujeto a las pruebas de rutina del fabricante, además de las especificadas en estos documentos.

Todas las partes deben ser apropiadamente marcadas para permitir un fácil montaje en el sitio de la obra.

El Contratista deberá notificar a CNEL EP, con suficiente anticipación sobre las fechas de ejecución de las pruebas con la finalidad de hacer los arreglos necesarios para presenciarlas de así resolverlo.

Los equipos de pruebas, métodos, mediciones y cálculos deben sujetarse a las últimas especificaciones de las Normas ANSI y sus resultados, en cualquier caso, deben ser presentados a la aprobación de CNEL EP. El contratista debe suministrar dos (2) copias certificadas de todos los reportes de pruebas y una en medio digital, incluyendo oscilogramas y datos completos de las pruebas.

b. Pruebas de los bushing:

Cada uno de los bushings, deben pasar las pruebas de sobretensiones y de impulso de acuerdo a las Normas ANSI. Cualquier bushing que falle en pasar todas las pruebas será rechazado. Adicionalmente, el factor de potencia y la capacidad de los bushing de tipo condensador, debe ser medida y anotada con el número de serie del bushing.

c. Pruebas del transformador de fuerza

c.1. Tanque

Cada tanque debe pasar pruebas de fuga de aceite y aire a una presión mínima de 0.7 kilogramos por centímetro cuadrado sobre la presión atmosférica.

c.2. Relación de transformación y grupo de conexión

Se deben determinar las relaciones de transformación en cada una de las derivaciones de los devanados y contrastar el grupo de conexión de la unidad con el solicitado.

c.3. Polaridad

La polaridad y marcas deben ser chequeadas en cada transformador.

c.4. Resistencia óhmica de arrollamientos.

La resistencia en frío y en caliente de cada uno de los devanados, debe ser medida.

c.5. Impedancia

Las impedancias entre los diferentes devanados de cada uno de los transformadores debe ser determinada a frecuencia y corriente nominales.

c.6. Temperatura

Los transformadores deberán ser probados de acuerdo con las Normas. El costo de la o las pruebas deben estar incluidos en el costo de la oferta.

La elevación de la temperatura debe ser determinada en operación continua al ciento por ciento (100%) de la capacidad nominal en sus diferentes etapas de enfriamiento, con todos los radiadores y todos los ventiladores o bombas de aceite en servicio dependiendo de los casos.

c.7. Eficiencia.

Las pérdidas y las eficiencias deben ser medidas, al 100% de la potencia y deben ser calculadas para porcentajes del 50%, 75% de la capacidad nominal.

c.8. Corriente de Excitación.

La corriente de excitación debe medirse en porcentajes del 90%, 100% y 110% del voltaje nominal.

c.9. Regulación.

Se debe determinar la regulación a porcentajes de 90% y 100% de factor de potencia inductivos y a la capacidad nominal.

c.10. Aislamiento de los Devanados.

El transformador, completo con sus propios bushings, debe pasar las pruebas de rutina establecidas para este tipo de equipamiento.

c.11. Aislamiento de circuitos de control.

Los dispositivos de control, circuitos de control, circuitos de motores y el equipo auxiliar de ventilación deben pasar las pruebas del dieléctrico de acuerdo con el voltaje nominal de operación.

c.12. Potencia auxiliar.

Se deberá determinar la potencia requerida para alimentar los diferentes motores y otros circuitos adicionales del transformador, desde los servicios auxiliares de la subestación.

c.13. Factor de disipación dieléctrica (medición de capacitancia y tangente delta)

Se deberá determinar la capacitancia y tangente delta, del aislamiento entre los diferentes devanados y con respecto a tierra, así como a los aisladores del tipo capacitivo.

c.14. Verificar el tipo, estado físico y químico del Aceite.

Se deberá verificar el estado físico y químico del aceite aislante y en especial certificar la no presencia de PCB y PBB's (como askareles) en el mismo.

c.15 Prueba FRA (Frequency Response Analysis).

Se deberá realizar el análisis de la respuesta en frecuencia como herramienta de evaluación de pruebas de impulso en transformadores. La obtención de la respuesta en frecuencia de las ondas de corriente y

tensión, aplicada durante las pruebas de impulso y la comparación de dicha respuesta ayuda a una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

c.16 Barrido de tomas de regulación

Verificar la continuidad de los circuitos del arrollamiento al cual se encuentra conectado el Regulador Bajo Carga (RBC) durante el cumplimiento de los ciclos de conmutación, a efectos de comprobar la correcta operación del conjunto conmutador – selector.

c.17. Impedancia homopolar

Se debe Verificar el valor de la impedancia homopolar de la unidad.

El fabricante deberá suministrar reportes de la ejecución de pruebas de aptitud para soportar el cortocircuito realizado en equipos con similares características o superiores a los especificados en los términos de referencia de acuerdo a la norma IEC-60076-5, Anexo II o ANSI C57.12

Reporte de pruebas de fábrica que se ejecutan una sola vez, tales como: voltaje aplicado, voltaje inducido con medición de descargas parciales, voltaje con onda de impulsos atmosféricos y ensayo de calentamiento.

Ensayo de calentamiento, determinando límites de calentamiento de los arrollamientos del transformador a efectos de verificar su potencia nominal: corroborando las pérdidas totales respecto a lo ofertado y por medio de la circulación de corriente nominal hasta alcanzar su régimen térmico.

El contratista debe proveer el reporte de pruebas realizadas al equipo en el cual se justifique, pérdidas en el hierro y corrientes de vacío, pérdidas en el cobre y voltaje de cortocircuitos.

Por medio de una muestra de papel, el fabricante deberá realizar y confirmar el tipo de papel empleado, justificar mediante la norma ANSI/IEEE C57.100, las características técnicas del mismo y verificar el contenido de nitrógeno existente.

5.10.Preparación para embarque

Cálculo sísmico para transporte: Deberá soportar las siguientes aceleraciones máximas durante el transporte: 4G Transversal, 3G longitudinal y 2G Vertical.

Para el transporte desde la fábrica al sitio de entrega, el contratista presentará para aprobación del administrador del contrato, el procedimiento, regulaciones, con el fin de evitar daños y asegurar que el equipo puede ser puesto en operación en forma inmediata.

Durante el traslado desde fábrica hasta el punto de entrega, el contratista monitoreará el traslado de la subestación en conjunto con el transformador, por lo cual se requiere el monitoreo local (registrador de impactos).

5.11.Pruebas en el sitio

Previamente a la puesta en servicio de los transformadores o de cualquier prueba adicional recomendada por el fabricante, se ejecutarán las siguientes pruebas:

- a. Chequeos de fugas del transformador, empaques, tuberías, ajustes y conexiones.

- b. Chequeo de conexiones y medición de la resistencia del aislamiento a tierra, con un probador de aislamiento, en todos los alambrados y cables instalados, sean estos de control, alarma e indicación, sea local o remoto. Donde sea posible se simulará la operación de estos circuitos.
- c. Mediciones de resistencias del aislamiento de los devanados del transformador y chequeo de continuidad de las conexiones de los devanados incluyendo lo relacionado a los intercambiadores de derivaciones en todas las posiciones (barrido de tomas de regulación).
- d. Revisión de las conexiones de puesta a tierra.
- e. Revisión del funcionamiento y calibración de relés, mecanismos e indicadores; calibración y ajuste de cualquier elemento que no haya sido ajustado en fábrica.
- f. Revisión del sistema de enfriamiento, ventiladores y cambiadores automáticos bajo carga, usando los controles manual y automático.
- g. Revisión de las relaciones de transformación en todas las posiciones de los cambiadores de derivaciones.
- h. Revisión de la polaridad, ángulos de fase y rotación de fase (grupo de conexión).
- i. Pruebas de operación del relé Buchholtz.
- j. Pruebas de operación de los termómetros y de su precisión en base a incrementos de temperatura simulados.
- k. Factor de disipación dieléctrica y capacidad de arrollamientos.(tangente delta)
- l. Factor de disipación dieléctrica y capacidad de aisladores (tangente delta)
- m. Impedancia homopolar
- n. Voltaje – corriente incremental
- o. Pruebas FRA
- p. Puesta en funcionamiento en conjunto de la subestación móvil

Nota: El Contratista deberá proporcionar el equipo para pruebas, mismo que deberá disponer de los respectivos certificados de la calibración actualizado de los equipos emitidos por un laboratorio independiente del fabricante y con certificación internacional.

5.12. Placas de denominación y marcas.

Las placas de denominación (name plates), instrucciones de operación o de alerta, placas de señalización, etc., a ser instalados en el equipo, deberán ser impresas en idioma español.

Todos los medidores, termómetros y demás instrumentos deberán ser calibrados y tener escalas calibradas en unidades del sistema internacional (S.I.), de igual manera si las medidas son en medidores digitales.

6. INTERRUPTOR TRIPOLAR PARA 69 [kV]

6.1. Alcance

Estas especificaciones técnicas establecen los requisitos técnicos para la fabricación, pruebas en fábrica y pruebas en sitio de interruptores de 69 [kV], incluido seccionadores de puesta a tierra. El medio aislante de los interruptores será en SF6.

El interruptor debe incluir:

- 1.1 Interruptor de 69 [kV], que cumpla las especificaciones del ANEXO C.
- 1.2 Seccionadores adyacentes y de puesta a tierra para la entrada de la línea

6.2. Normas

Mientras no se indique explícitamente lo contrario dentro de estas especificaciones, los interruptores deben satisfacer en general las normas aplicables de la Comisión Electrotécnica Internacional -CEI- (International Electrotechnical Commission, IEC) y particularmente la publicación IEC – 62271-100.

IEC – 60137	Bushing for alternating voltages above 1000 V
IEC – 62271	MV switchgear and breakers
IEC – 62271-100	Circuit breaker
IEC – 62271-102	Disconnecting/earthing switch
IEC – 62271-203	SF6 Switchgear
IEC – 60376	Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride SF6
IEC – 60427	Synthetic testing of high voltage alternating current circuit – breakers
IEC – 60518	Terminal for HV switchgear
IEC – 60694	Common specifications for high ,voltage switchgear and controlgear standards

En todos los casos registrará la versión vigente de cada norma a la fecha de la convocatoria para el concurso o licitación, incluyendo los anexos, revisiones vigentes de cada norma en dicha fecha.

6.3. Requerimientos Generales

6.3.1. General

Según la subestación móvil ofertada, el interruptor GIS ó compacto de tanque muerto, deberá incluir las siguientes características básicas:

6.3.2. Características eléctricas y condiciones de servicio del interruptor

Altura de montaje:	hasta 1000 m.s.n.m.
Voltaje nominal operación fase – fase:	69 [kV]
Corriente nominal:	1200 [A]
Frecuencia asignada:	60 [Hz]

Grado de contaminación externo:	pesado III
Corriente de corta duración admisible asignada I_a	> 31 [kA]
Duración asignada del cortocircuito:	3 [s]
Grado de sismicidad	0.5G

6.4. Características Constructivas

6.4.1. Generales

- Con los interruptores deberán suministrarse todos los accesorios normales y las herramientas especiales que se requieran para el correcto montaje (proceso de vacío, recirculación, llenado, equipo para detección de fugas de gas), operación y mantenimiento de las unidades.
- Se suministrará la o las botellas necesarias de hexafluoruro de azufre (SF₆), así como el densímetro y manómetros necesarios para controlar la presión del equipo, empaques, mangueras y equipo detector de fugas en SF₆.
- Los interruptores deben ser adecuados para operar a la intemperie y montados sobre una plataforma.
- Los interruptores deben ser adecuados para cierre y apertura automática tripolar de alta velocidad, debiendo existir la posibilidad de bloquear el recierre y ajustar el tiempo de recierre.
- Los interruptores será tal que los impactos causados por la apertura y/o el cierre de los mismos se mantendrán dentro de límites seguros; particularmente los aisladores no deben sufrir deterioro alguno a causa de estas operaciones.
- Los interruptores en posición abierta deben resistir entre sus terminales, y por tiempo indefinido, un voltaje fuera de fase, y permitir la variación continua del ángulo de fase.
- Los interruptores en SF₆, estarán provistos de los medios adecuados para reaprovisionamiento de gas durante el servicio, así como el equipo de filtración y secado, la cantidad suficiente de gas para el llenado inicial y una reserva adicional del 10%.
- Se proveerán dispositivos adecuados para la indicación de presión con contactos de alarma y bloqueo para los casos de pérdidas de presión, además de válvulas de seguridad, etcétera.
- El aislamiento entre los contactos abiertos y a tierra en los interruptores en SF₆, deberá estar garantizado, aunque haya una pérdida de gas hasta llegar a la presión atmosférica.

6.4.2. Aisladores o pasatapas (donde se requieran)

Los aisladores o los pasatapas (bushings) serán de Goma siliconada (epoxy impregnated fibreglass tube with silicon rubber sheds), con sus respectivos conectores (a definir en la ingeniería de detalle), grado de contaminación pesado III (IEC 60071-2), en ellos se debe mantener las distancias mínimas en aire fase-tierra y fase-fase para los diferentes valores de los niveles normalizados de aislamiento al impulso tipo rayo y al impulso tipo maniobra sugeridas por la norma IEC 60071-2.

El método de sujeción de los aisladores o pasatapas debe asegurar una distribución uniforme de esfuerzos sobre el polímero.

Las partes aislantes no deben absorber humedad durante el transporte, el montaje o la operación normal de los Interruptores.

6.4.3. Mecanismo de operación

- Los mecanismos de operación deberán ser accionados con motor con cierre y apertura por resortes.

- b. El mecanismo estará contenido en un armario a prueba de intemperie, polvo, corrosión, deberá ser hermético al agua con grado de protección IP55 de acuerdo con IEC-60529, y estará protegido contra contactos accidentales.
- c. El mecanismo de operación debe ser de disparo libre, según IEC-62271-100 con dispositivo antibombeo.
- d. El comando debe ser del tipo tripolar. Los polos del interruptor estarán interconectados adecuadamente para asegurar una operación simultánea tripolar y positivamente segura.
- e. Los interruptores que consistan de tres unidades monofásicas operadas por un mecanismo común deben permitir el reemplazo fácil y los ajustes necesarios de cada unidad monofásica, independientemente de las otras dos.
- f. Debe proveerse un dispositivo de enclavamiento que bloquee el cierre del interruptor cuando no exista la suficiente energía acumulada para efectuar después y con seguridad una apertura. En caso de que la densidad del SF6 esté bajo el nivel permitido, el interruptor debe bloquearse en la posición que se encuentre. **Nota:** en caso de suceder este evento, esta señal debe ser registrada en el IED y con posibilidad de ser transmitida al SCADA.
- g. Una vez iniciada una operación de cierre o apertura, la misma debe completarse siempre sin interrupción y de manera independiente de medios externos.
- h. El sistema tendrá autonomía suficiente para efectuar por lo menos un ciclo nominal completo de operaciones
- i. Además de lo expresado anteriormente, deberán cumplirse los siguientes requisitos:
 - El mecanismo debe ser adecuado para operación de recierre automático tripolar de alta velocidad, según el ciclo y el tiempo de recierre especificados.
 - La operación de cierre no debe realizarse mientras los resortes no estén plenamente cargados.
 - Los resortes deben recargarse automáticamente cuando se haya completado la operación de cierre.
 - Cuando el interruptor esté en la posición "CERRADO", debe prevenirse que se descarguen los resortes cargados a causa de la presencia de una orden de cierre repetida o mantenida.
 - Cuando el interruptor esté en la posición "ABIERTO", debe ser capaz de poner a tierra en el lado de alta y aislar el transformador de la subestación móvil bloqueando cualquier operación incorrecta de operación.
 - Si se presenta una falla en el suministro de energía eléctrica mientras está actuando el motor de carga de resorte, debe poder completarse la operación manualmente. Al completarse la carga manual, el interruptor debe quedar en capacidad de trabajar normalmente.
 - Los motores de carga de los resortes deben ser alimentados con corriente continua, al voltaje de servicios auxiliares de corriente continua que se indica en el ANEXO C.
- j. El mecanismo de operación debe ser adecuado para operación eléctrica local o remota. La selección deberá realizarse mediante un dispositivo local provisto de un conmutador. La operación local deberá realizarse por medio de botoneras de comando. Adicionalmente deberá ser posible la operación directa local de forma manual y debe proveerse un medio para disparo manual de emergencia.
- k. El resorte del mecanismo de operación debe ser manualmente recargable por medio de manivela, la misma que al insertarse debe desconectar automáticamente el suministro de energía al accionamiento eléctrico.
- l. En caso de producirse una operación manual local de cierre del interruptor contra una falla que produzca la máxima corriente de cortocircuito, el operador debe estar completamente protegido de posibles daños que le pueda ocasionar esta operación.
- m. Las bobinas de cierre y disparo deben ser diseñadas para el voltaje de corriente continua de servicios auxiliares que se indica en las Especificaciones Técnicas Generales.
- n. Para efectos de mantenimiento, los mecanismos de operación deben disponer de medios adecuados para la apertura y el cierre del INTERRUPTOR.

- o. Debe existir un indicador visual de la posición de los contactos del interruptor, que será instalado exteriormente. Se usará la palabra "ABIERTO" sobre un fondo de color verde y la palabra "CERRADO" sobre un fondo de color rojo.

6.4.4. Gabinete de Comando y Control

- a. El gabinete de comando y control debe contener todos los equipos necesarios para el comando y control del interruptor, que pueden estar alojados en el mismo gabinete que contiene el mecanismo de operación. En caso de ser un gabinete separado, este será a prueba de intemperie, polvo y corrosión, debiendo ser protegido contra contactos accidentales y ser hermético al goteo, con grado de protección IP55 de acuerdo con IEC-60529.
- b. Para el accionamiento eléctrico tripolar local deben proveerse por lo menos los botones para "apertura" y "cierre" y el selector "local-remoto", localizados de tal manera que permitan al operador realizar las maniobras desde el nivel del suelo o plataforma. Los selectores LOCAL-REMOTO deben tener 2 contactos auxiliares tipo "a" y "b" a disposición para señalización remota.
- c. El gabinete debe estar provisto de un contador del número de operaciones del interruptor.
- d. Se deben proveer placas removibles en el fondo de los gabinetes para entrada de los ductos, con suficiente espacio para la conexión del cableado externo.
- e. Todos los componentes de los gabinetes deben estar conectados a bloques de terminales diseñados para una sección de conductor de hasta 10 mm². Se dejarán, por lo menos, 10 terminales libres para uso del cliente.
- f. El cableado interno de los gabinetes será realizado con cable de una sección mínima de 3.31 mm², aislado para 600 V, y con característica de resistencia al fuego, a la humedad y al moho.
- g. Los gabinetes estarán provistos de una resistencia anticondensación con higrómetro e interruptor, una lámpara para iluminación interior con interruptor y un tomacorriente. Todos estos dispositivos serán adecuados para operar a 120 V AC.

6.4.5. Terminales

- a. Los terminales de los Interruptores deben ser de cobre con recubrimiento de plata, con perforaciones según normas NEMA.
- b. Los Interruptores se suministrarán con conectores terminales de puesta a tierra, adecuados para conductor de cobre cableado de 500 a 750 MCM, ubicados en extremos diagonalmente opuestos.

6.4.6. Accesorios

Además de todos los elementos descritos anteriormente, deberán suministrarse por lo menos los siguientes accesorios, cuyos costos se incluirán en los precios del suministro de los Interruptores:

- a. Soportes de acero galvanizado para montaje en la plataforma a ser suministrada en la subestación móvil.
- b. Placas de identificación a prueba de intemperie y corrosión, en idioma español, que contenga por lo menos la información señalada en la norma IEC-62271-100.
- c. Bloque de contactos auxiliares de 10 polos, con contactos convertibles de normalmente abiertos a normalmente cerrados. La capacidad de los contactos será mínima de 10 A, 125 V de corriente continua.
- d. Medios de apertura y cierre local del interruptor sin necesidad de voltaje de control.
- e. Protección de sobrecarga del motor de operación, cuando sea del caso.
- f. Medios para bloqueo de la operación mediante candado.

- g. En general, cada interruptor estará provisto de todos los accesorios, elementos de control, dispositivos de protección y pruebas, sistema de control, etcétera, que permitan su operación segura y confiable y faciliten su mantenimiento, supervisión, ajuste y pruebas.

6.4.7. Transformadores de Corriente

Los transformadores de corriente, cumplirán lo establecido en las especificaciones y según consta en la norma IEC 6004 o IEEE Std C57.13, para "TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS".

Para los interruptores de tanque muerto, el Contratista suministrará transformadores de corriente tipo anular, concéntricos a los aisladores pasatapas (tipo bushing); para protección y medición, cuyas relaciones de transformación y clases de precisión se indican:

Las características básicas de estos equipos están detalladas en el ANEXO C.

Las marcas de polaridad se indicarán claramente en los transformadores de corriente y en los diagramas de alambrado y conexiones.

Los transformadores de corriente deberán tener la capacidad térmica y mecánica para soportar durante corto tiempo (3s), las corrientes de cortocircuito máximas que puedan circular por ellos, de acuerdo con las corrientes de cortocircuito indicadas para el interruptor.

6.4.8. Pruebas

6.4.8.1. General

Rigen todas las estipulaciones de carácter general que se indican en las Normas de fabricación anteriormente citadas.

6.4.8.2. Pruebas prototipo (type tests)

El Oferente presentará un certificado de las pruebas prototipo EJECUTADAS POR UN LABORATORIO INDEPENDIENTE, que hayan sido realizadas al interruptor compacto o GIS según el equipamiento ofertado.

Las pruebas prototipo requeridas son:

- a. Pruebas Sísmicas:
- b. Pruebas mecánicas (IEC 62271-100, cláusula 10.2.102.2).
- c. Pruebas de elevación de temperatura (IEC 62271-100, cláusula 6.5).
- d. Pruebas dieléctricas (IEC -62271-100, cláusula 6.2).
- e. Pruebas de cortocircuito en los terminales del interruptor (IEC 62271-100, cláusulas 6.102 a 6.106).
- f. Pruebas de falla de línea corta (IEC 62271-100, cláusula 6.109).
- g. Pruebas de maniobra de discordancia de fases (IEC 62271-100, cláusula 6.110, CEI-267).
- h. Pruebas de corriente soportable de corta duración (IEC 62271-100, cláusula 6.6).
- i. Pruebas de interrupción de corriente de línea en vacío (IEC 62271-100, cláusula 6.111.5.1).
- j. Pruebas de interrupción de corrientes inductivas pequeñas (IEC 62271-100, cláusula 4.108).
- k. Pruebas de simultaneidad de operación de los polos donde se indique claramente los tiempos máximos de operación de cierre y apertura.
- l. Prueba de factor de potencia

6.4.8.3. Pruebas de rutina

Las pruebas de rutina deben ser ejecutadas en fábrica y los costos serán incluidos en la oferta.

Las pruebas de rutina que deben ejecutarse son:

- a. Pruebas de voltaje a frecuencia industrial en seco (IEC 62271-100, cláusula 6.2.6.1).
- b. Pruebas de voltaje a frecuencia industrial en circuitos auxiliares (IEC 62271-100, cláusula 6.2.10).
- c. Medición de resistencias del circuito principal (IEC 62271-100, cláusula 6.4).
- d. Pruebas de operación mecánica (IEC 62271-100, cláusula 6.101.2).

6.4.8.4. Pruebas e inspecciones en el sitio

Previo la puesta en operación de los interruptores suministrados dentro del contrato, se realizarán pruebas en el sitio de instalación, las mismas que serán supervisadas por el Supervisor de Montaje del Contratista, en caso de que estos servicios formen parte de las condiciones establecidas en el contrato.

Las pruebas e inspecciones a realizarse en todos y cada uno de los interruptores antes de las pruebas eléctricas de puesta en servicio son las siguientes:

- a. Revisión visual del ensamblaje de las partes, estado de los bushings, estado de la pintura, etcétera.
- b. Estanqueidad de los gabinetes.
- c. Medición de la resistencia de aislamiento del equipo de todo el cableado interno de los gabinetes.
- d. Verificación de la estanqueidad, fugas de SF6.
- e. Inspección de los motores.
- f. Medición de los tiempos de cierre y apertura de los interruptores, (simultaneidad de contactos).
- g. Verificación de la operación del dispositivo de antibloqueo.
- h. Medición de la resistencia de los contactos principales.
- i. Medición de la resistencia de aislamiento del circuito de alto voltaje, con megger de 5,000 V.
- j. Realización de pruebas funcionales mediante operación local y remota, verificando la operación de controles, mandos, señales, etcétera.

7. CELDAS AISLADAS PARA 15 [KV]

7.1. General

Esta sección señala los requerimientos generales aplicables a los materiales, mano de obra, accesorios, pruebas, características de fabricación y otras condiciones técnicas que deben cumplir las celdas aisladas, accesorios y elementos adicionales que los complementan.

La subestación móvil estará compuesta de acuerdo al diagrama unifilar propuesto, serán del tipo interior.

- Componentes: interruptor, seccionador de tres posiciones, transformadores de potencial, corriente y pararrayos con sus respectivos sistemas de interbloqueo, protección y medición.

- Conexión con un transformador de servicios auxiliares, tipo pad mounted de 13,8 [kV]/ 220-127 [V], 75 [kVA], con sistema de protección de protección en alto y en bajo voltaje.

7.2. Materiales, Normas y Características constructivas:

a. Materiales

Todos los materiales, componentes y equipos deberán ser de alta calidad, libres de defectos e imperfecciones, de fabricación reciente, sin uso y adecuados para su función.

Todos los materiales de construcción y características idénticas susceptibles de sustitución, deberán ser intercambiables.

Los materiales aislantes utilizados de las celdas deberán ser autoextinguibles, de no propagación de la llama y resistencia al calor.

b. Normas

En estos documentos se mencionan diferentes Normas de fabricación; cuando éstas se mencionan corresponden a las normas más relevantes, se citan las últimas especificaciones o revisiones aplicables de las mismas y estas son:

IEC 62 271-200	Aparamenta
IEC 62 271 -100 (M2, E2 y C1)	Interruptores de potencia
IEC 60 470	Contactores al vacío
IEC 62 271 – 102	Seccionadores
IEC 62 271 – 102	Seccionadores puesta a tierra
IEC 61 243-5	Sistemas detectores de voltaje
IEC 60 044 -1	Transformadores de corriente
IEC 60 044 -2	Transformadores de voltaje

Grado de protección IP 65, para compartimiento de medio voltaje.

Grado de protección IP 3X, para los gabinetes de bajo voltaje

Cumplirán las pruebas de arco interno para todas las IAC frontal y lateral.

7.3. Especificaciones Técnicas: CELDAS AISLADAS

7.3.1. Tipo

Las siguientes especificaciones corresponden a las celdas a incorporar de acuerdo al diagrama unifilar presentado en el ANEXO C; correspondiente a las celdas incoming y outgoing, las celdas contarán con medio de extinción del arco en cámaras de vacío.

7.3.2. Características Técnicas Generales

- a. Las celdas serán diseñadas para un aislamiento trifásico, con un voltaje nominal de operación 13.8 [kV] a 60 Hz, serán instaladas a una altura máxima de 1000 m.s.n.m.
- b. Las celdas serán blindadas y diseñadas para trabajar al interior, de acuerdo a la norma IEC 60 694, así como los tableros de control, protección, etc, por lo que deberán estar ubicadas bajo cubierta.

- c. Las celdas deben tener protección contra arcos internos, enclavamientos lógicos y blindaje de la celda, por lo cual deberá cumplir con la norma IEC 62 271-200, IEC 62 271-202 y IEC 60 529 con grado de protección IP65.
- d. Los interruptores automáticos poseerán una cámara de extinción del arco en vacío con capacidad de soporte para una corriente nominal de corta duración de 25 kA por 3 segundos. Se asociarán a cada celda seccionadores con mando manual de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra, con sus respectivos interbloques mecánicos y eléctricos a los interruptores adyacentes.
- e. Los compartimentos de medio voltaje deberán soportar un arco interno de 25 [kA] durante un 1 segundo.
- f. Para las celdas se dispondrán de tres detectores monofásico de presencia de voltaje, uno por fase (Voltage Detecting System), con lámparas indicadoras luminosas de estado sólido ubicadas al frente de cada celda (LED), de acuerdo a Norma IEC 61958, IEC 61243-5.
- g. Deben disponer de interbloques, seccionadores de barras y puesta a tierra, necesarios para garantizar la seguridad del personal y del propio equipo, imposibilitando falsas maniobras, tanto si son con accionamiento eléctrico o mecánico, de acuerdo con la Norma IEC 60 298, IEC62271-200.
- h. Todos los elementos constitutivos de las celdas deberán estar efectivamente puestos a tierra.
- i. Los transformadores de corriente serán toroidales. Se dispondrá de protección contra contactos involuntarios y apantallados, de acuerdo a norma IEC 60 186 e IEC 60044-1.
- j. Un juego de transformadores de potencial tipo inductivo, monofásicos.
- k. Las celdas al ser de tipo interior deben venir incorporadas en un shelter, el cual vendrá con las respectivas normas de seguridad, es decir, sistema contra incendios, señalización y control de temperatura. Requerimientos mínimos según norma PIP ELSSG11 y PIP ELSSGG12 en todo lo concerniente a la construcción y metalmecánica, resistencia a esfuerzos etc.

7.3.3. Capacidad y características eléctricas de las celdas

Cada unidad funcional de las celdas, deberá poseer las siguientes capacidades y características consideradas como mínimas:

Compartimento

- El compartimento de barras será de cobre, barra simple, de fase aislada y apantallada puesto a tierra a través de una pletina colectora.
- Celdas de salida de corriente nominal de al menos 650 A, barra simple de cobre por cada fase, y una frecuencia nominal 60 Hz.
- La celda dispondrá, en el compartimento de bajo voltaje, alumbrado, circuito de calefacción por termostato, regletas de corriente cortocircuitables de interconexión, 8 contactos auxiliares de posición: 4 normalmente abiertos y 4 normalmente cerrados.

Interruptor

Interruptor automático trifásico, de corte en vacío, de acuerdo a Norma IEC 62 271-100.

- a. Corriente nominal 650 A
- b. Corriente de cortocircuito I_{CC} (para 3 segundos) 25 [kA].
- c. Componente de DC para I_{CC} 35 %
- d. Tiempo de operación de apertura máxima 45 ms
- e. Debe soportar un arco interno de 25 [kA]/ 1s, de acuerdo a Norma IEC 62271 200
- f. Cuba soldada herméticamente
- g. Cámara de extinción del arco en vacío.
- h. Clase de endurancia:
- i. M2, de acuerdo a Norma IEC 62 271- 100: 10 000 ciclos de maniobra mecánicos sin mantenimiento
- j. E2, de acuerdo a Norma IEC 62 271- 100: 10 000 ciclos de maniobra con corriente asignada en servicio continuo sin mantenimiento, 50 ciclos de maniobra con corriente asignada de corte en cortocircuito sin mantenimiento
- k. Disparo por relé de protección o mando eléctrico
- l. Mecanismo recarga de resorte motorizado
- m. Control antibombeo
- n. Indicador de posición del interruptor
- o. Bloque de contactos auxiliares, 5 normalmente abiertos (5NA) y 5 normalmente cerrados (5 NC)
- p. Enclavamiento mecánico contra el seccionador de tres posiciones
- q. Ciclo de operación O-0.3"-CO-15"-CO
- r. Dos bobinas de apertura
- s. Una bobina de cierre

Interfaz de Operaciones

Se debe encontrar en la parte frontal de cada celda y dispondrá de:

- a. Sinóptico específico para cada tipo de celda.
- b. Accesos para la operación manual del seccionador
- c. Accesos para la operación manual del interruptor automático
- d. Estado de carga de resortes y otros.
- e. Señalización de presencia/ausencia de voltaje
- f. Enclavamientos de operación

Seccionador

Seccionador de tres posiciones, construidos bajo Norma IEC 62 271- 102, de acuerdo con:

- a. Corriente nominal 650 A
- b. Corriente de cortocircuito (para 3 segundos) 25 [kA].
- c. Corte de carga, tipo M1 (1000 operaciones mecánicas, sin mantenimiento)
- d. Protección contra errores de maniobra, con enclavamiento mecánico y eléctrico.

Transformadores de corriente:

Construidos bajo Norma IEC 60 044-1

- a. Tipo toroidal
- b. Monofásicos, uno por fase
- c. Clase tipo "E"
- d. De funcionamiento inductivo
- e. Conexión secundaria a través de conectores en la celda, con sus respectivas regletas cortocircuitables.

Transformador De Voltaje

Construidos bajo Norma IEC 60 044-2

- a. Monofásicos: uno por fase.
- b. Totalmente aislados y blindados (según su ubicación)
- c. Voltaje primario: 13,8 kV/raíz (3) VAC
- d. Voltaje secundario: 115 VAC
- e. De funcionamiento: inductivo
- f. Conexión secundaria a través de conectores en la celda

Pararrayos

Celda de alimentación, para un voltaje secundario del transformador de 13.8 [kV], contará con un juego de pararrayos, corriente nominal de descarga de 10 kA, de óxido de zinc.

Compartimento De Cables De Fuerza

La celda permitirá un acceso frontal y dispondrá de una tapa cuya apertura vendrá asociada al enclavamiento de la posición del interruptor para evitar falsas maniobras. (No se tendrá acceso del personal cuando el compartimento se encuentre energizado).

La interconexión entre el transformador y las celdas de alimentación se realizará por medio de cable subterráneo, a través de un compartimento inferior que permita el ingreso de dos (2) cables unipolares apantallados por circuito, calibre 500 MCM, tipo XLPE, para 15 [kV] por fase.

Relés De Protección

Las características de los relés de protección se encuentran detalladas en el ANEXO C.

Medidores De Energía

Las características de los medidores de energía requeridos se encuentran detalladas en el ANEXO C.

7.4. Pruebas De Rutina

Pruebas de Rutina como: Voltaje a frecuencia industrial al circuito principal, dieléctricas a los circuitos de control y auxiliares, medida de resistencias, mecánicas de operación de los disyuntores y seccionadores, así como interbloqueos. Pruebas de relés y disyuntores y demás definidas en la Norma

8. TRANSFORMADOR PARA SERVICIOS AUXILIARES

8.1. Características Técnicas Generales

Se requiere de un transformador trifásico tipo pad mounted de 75 [kVA], aislado en aceite para servicios auxiliares de la subestación, con sus propias protecciones Y cuyas características técnicas son:

- Condiciones ambientales: El transformador será diseñado para funcionamiento continuo a 1000 m.s.n.m y temperatura ambiente de 40 °C.
- Tipo de conexión; Dyn5, el neutro del secundario será conectado sólidamente a tierra (multiground).
- Comportamiento térmico: Los límites de sobre-elevación de temperatura en los devanados como en el aceite se ajustará a lo indicado en las normas IEC 60076-1/2.
- Comportamiento en cortocircuito:
El transformador será capaz de soportar en cualquier posición del conmutador, soportar los efectos térmicos y electrodinámicos de cortocircuitos trifásicos, bifásicos o monofásicos en bornes de cualquiera de sus arrollamientos y cumplir lo establecido en el ANEXO C de la norma IEC 60076-5.
En las mismas condiciones, no deberán sufrir deformaciones, por efectos de una corriente asimétrica de cresta igual a 2.55 veces el valor eficaz de la "sobre-corriente" de cortocircuito.
Las "sobre-corrientes" serán calculadas considerando la impedancia propia del transformador exclusivamente.
- Nivel de ruido audible: El nivel de ruido audible medido según NEMA TRI-9.04 será menor a 51 dB.
- Aspectos constructivos y accesorios:
 - Todas las conexiones entre fases, bornes de conmutación de escalones y terminales de alta y baja tensión serán totalmente aislados contra contactos accidentales, TIPO PADMOUNTED.
 - El transformador poseerá sus propias protecciones, mismas que ante una falla en baja, tendrán un accionamiento tripolar mediante un breaker (caja moldeada).

9. TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE LÍNEA Y TRANSFORMADOR

9.1. General

Los requerimientos generales para los tableros de control de la subestación móvil, se indican a continuación:

- Control y protección de bahía de transformador desde el nivel local y desde el centro de control
- Disponer de un concentrador de datos.
- Integrar las protecciones de la subestación de los equipos de alta y media tensión (incoming y outgoing) al concentrador de datos, señales digitales y analógicas.
- Establecer comunicación con el Centro de Control de CNEL EP
- Establecer comunicación entre los IED´s
- Automatización a nivel de bahía.
- Monitoreo de protecciones del transformador
- Funciones de comando local y desde el centro de control
- Sincronización y estampado de tiempo

9.2. Alcance del Suministro

La disposición de estos equipos deberá localizarse al interior del shelter.

- Tablero de control, protección y medición para transformador de potencia, incluye controlador de bahía).
- Integración con los tableros de celdas de medio voltaje
- En cada tablero de control se debe incluir regletas de pruebas para el equipo de protección.
- Comunicaciones mediante fibra óptica/ethernet
- La arquitectura requerida se detalla en el Anexo No. 2, por lo que se debe proveer todos los equipos y materiales para su implementación.

Incluye la ingeniería de detalle, entrega de las lógicas de control, manufactura, pruebas en fábrica, parametrización, configuración, pruebas en sitio y puesta en operación, incluye publicación y envío de señales al centro de control así como la entrega del manual de operaciones y planos como construidos.

Se incluirá en la oferta los costos de entrenamiento del personal que CNEL EP asigne al proyecto; luego del entrenamiento La Contratista emitirá un certificado indicando que el personal está calificado para: operación, mantenimiento, parametrización, diagnóstico, reparación de anomalías y modificación del sistema de acuerdo con las necesidades de la subestación.

El contratista tomará en cuenta el mantenimiento durante la garantía incluyendo la reposición de los equipos, partes o materiales defectuosos.

El suministro incluirá todos los accesorios, herramientas y equipo para la configuración, calibración y mantenimiento de los componentes del sistema; en el caso de software, la contratista entregará todas las licencias de uso indefinido y firmware actualizados.

De existir actualizaciones del software del suministro, estas deberán realizarse sin costo para CNEL EP, durante el periodo de garantía que será de 3 años, contados desde la firma del acta de entrega-recepción definitiva. Se indicará en cada caso el tipo de licencia, costo y su ámbito de aplicación: de desarrollo, usuario, multiusuario, etc y en el caso de existir limitaciones en la utilización del software, se debe indicar en forma explícita.

Para el trabajo y pruebas en sitio (SAT), el oferente debe considerar la participación de al menos dos especialistas de su empresa, uno de protecciones-control y otro de comunicaciones con el objeto de corroborar el correcto funcionamiento de los equipos, el ajuste de protecciones a implementar, el enlace de comunicación con el centro de control mediante los protocolos de comunicación requeridos, las pruebas punto a punto y lo que sea necesario para el correcto desempeño del proyecto.

9.3. Niveles Funcionales

Como arquitectura se define los siguientes niveles de operación:

Nivel 0	Comando local del equipo en el patio de maniobras
Nivel 1	Comando local desde el nivel de bahía (tablero de la bahía)
Nivel 3	Comando remoto desde el centro de control

El control se efectuará en tres niveles, el nivel 0 será el de proceso en el equipo, el nivel 1 es el control desde el tablero de control de la bahía y el nivel 3 será el comando remoto desde el centro de control de CNEL EP.

La arquitectura debe ser configurada de tal manera que la falla de uno de sus componentes (IED´s de protección y control) no afecte la comunicación con los demás. La característica modular del sistema, deberá posibilitar la

incorporación de nuevos componentes cuando se requiera agregar nuevas funciones. La característica de redundancia de los componentes permitirá instalar el mismo módulo en distintos equipos, para aumentar la confiabilidad del sistema.

El controlador de bahía será un IED a través del cual se efectúa la conexión directa entre el tablero de control y los equipos de patio, tendrá las siguientes funciones de control y supervisión:

- Entradas para el estado de los equipos de seccionamiento en el patio (abierto-cerrado).
- Salidas de comando doble para control de los equipos de seccionamiento en el patio (abrir-cerrar) y para control del LTC (subir-bajar).
- Salidas de comando simple para información binaria.
- Entradas analógicas para voltaje y corriente.
- El controlador de bahía debe contener todas las funciones para permitir el control seguro de una bahía tanto localmente como desde el centro de control.
- El controlador de bahía será un relé independiente de los relés de protección principal y de respaldo, y debe existir uno por cada bahía de línea o transformador.

Conexiones de los equipos:

- Los relés de protección (IED´s de protección) se conectarán directamente a los equipos del patio, sin la interposición de ningún elemento.
- Los diferentes IED´s de una bahía intercambiarán información según se requiera, dependiendo de la aplicación. El intercambio de datos deberá cumplir con la norma IEC 61850.
- La sincronización del tiempo de todos los IED´s se hará mediante un GPS.

9.4. Normas Aplicables

Las siguientes normas serán aplicadas en la fabricación y pruebas del equipo objeto de este concurso. Si el fabricante desea utilizar otras normas, podrá hacerlos siempre y cuando reciba la aprobación de la CNEL EP., para lo cual deberá entregar una copia en versión oficial de las nuevas normas y demostrar la equivalencia con las aquí indicadas.

Las Normas básicas son:

- EC 60664: Coordinación de aislamiento para equipos en sistemas de bajo voltaje.
- IEC 60038: Voltajes estándar.
- IEC 60068: Pruebas ambientales.
- IEC 60255: Relés eléctricos (utilizar toda la serie de normas 60255)
- IEC 60870-3: Clase 2 Pruebas dieléctricas en entradas-salidas digitales y análogas/pruebas de radio interferencia.
- IEC 61000: Interferencia electromagnética.
- IEC 61850: Comunicaciones en la subestación
- IEC61870-5-104: Comunicación con los centros de control.

9.5. Funciones de los tableros

- Señalización de eventos y alarmas.
- Transmisión de la información generada localmente (datos digitales, analógicos y de eventos) al centro de control de CNEL EP.

- Comando local, de selección y maniobra de los equipos de la subestación.
- Comando remoto, de selección y maniobra de los equipos de la subestación a través de una señal enviada desde el centro de control de CNEL EP.
- Deben estar configurados con una arquitectura que permita la operación en 3 niveles:
 - Nivel 0 : Comando desde el equipo.
 - Nivel 1: Comando desde el tablero de control en el shelter.
 - Nivel 3: Comando desde el centro de control de CNEL EP.
- La sincronización del tiempo será a través de GPS.
- Comunicación con el centro de control IEC 60870-5-104.

El concentrador de datos recopilará todas las señales análogas y digitales de los distintos equipos de la subestación móvil, así como los de control y protección, con registro de eventos generados en la operación (SOE), almacenados en forma secuencial. La precisión debe ser 1ms o menos.

9.5.1. Señales Analógicas

El rango para la medición de valores analógicos deberá estar entre 0 y el 120% del valor nominal y comprenderá al menos las siguientes:

Salidas de media tensión:

- Voltaje fase-fase y fase-tierra en las tres fases.
- Corriente en cada fase.
- Potencia activa, aparente y reactiva por fase y trifásica
- Energía activas, aparente y reactiva por fase y trifásica
- Frecuencia.
- Factor de potencia.

Transformador de potencia:

- Voltaje fase-fase y fase-tierra en las tres fases en cada nivel de tensión
- Corriente en cada fase en cada nivel de tensión
- Potencia activa, aparente y reactiva por fase y trifásica en cada nivel de tensión
- Energía activas, aparente y reactiva por fase y trifásica en cada nivel de tensión
- Frecuencia.
- Factor de potencia.
- Temperaturas de los bobinados y del aceite.
- Posición del LTC.

9.5.2. Señales Digitales

- Estado de interruptores y seccionadores, patio, celdas asiladas y servicios auxiliares
- Abierto/cerrado
- Control en local/remoto
- Control desde bahía/control desde centro de control
- Recierre habilitado/bloqueado
- Operación permitida/no permitida (por los esquemas de interbloqueos)

Alarmas

Las alarmas se presentarán cuando ocurra cualquiera de los siguientes eventos:

- Cambio de estado de cualquier dato digital o del estado de interruptores o seccionadores.
- Violación de los límites superior o inferior de valores análogos como corriente, voltaje, potencia y cualquier parámetro que así sea establecido. Los límites también los debe establecer el administrador del sistema.
- Operación de los relés de protección.

Registro secuencial de eventos

El registro debe incluir todos los eventos sucedidos en la subestación de manera que permita analizar todos los eventos de interés. El banco de datos debe permitir obtener fácilmente la información de los eventos. La obtención de información debe responder a varios criterios de búsqueda que serán configurables por el usuario. Todos los eventos deben almacenarse con su estampado de tiempo. El número de eventos que se almacenen en la base de datos deben ser configurables por el usuario.

Comandos

Comandos locales

Los comandos locales son aquellos que se ejecutan en la subestación, comprenden dos niveles jerárquicos: nivel 0, nivel 1.

El nivel 0 se ejecutará directamente en cada uno de los equipos, con la finalidad de mantenimiento, pruebas u operación de emergencia; en este caso, el conmutador local-remoto existente en los tableros locales de control debe estar en local. La operación debe siempre realizarse sin ningún riesgo para el operador, el equipo o el sistema por lo que debe diseñarse un esquema de interbloqueos mínimos.

El nivel 1 es un nivel deberá ejecutarse desde el tablero de control de la posición ya sea desde los relés de protección o desde el controlador de bahía, esto implica que estos elementos deben disponer de un HMI

Todos los comandos del nivel 1 deben seguir la lógica de “seleccionar antes de ejecutar”.

Comandos remotos

Desde el centro de control de CNEL EP se podrán efectuar al menos las siguientes acciones:

- Abrir/cerrar interruptores y seccionadores.
- Arranque/paro del sistema de enfriamiento de los transformadores de potencia.
- Subir/bajar el tap de los cambiadores de tomas bajo carga.
- Habilitar/deshabilitar el recierre automático.

9.5.3. Arquitectura jerárquica y componentes principales

Nivel 1 (nivel de bahía): Este nivel jerárquico incluye todos los componentes responsables por las funciones de supervisión, control y protección locales ejecutadas en este nivel.

En este nivel de bahía deben existir los siguientes componentes y elementos

9.5.3.1. Unidad de adquisición y control de bahía

Deberá cumplir con las siguientes características mínimas:

- Permita la obtención de su configuración actual mediante un PC portátil y el software respectivo de forma local y vía remota.
- La pérdida de comunicación entre el IED y un PC portátil mientras se realiza la configuración del IED, no debe llevar a una operación errónea del mismo.
- Permita disponer de tarjetas de entrada/salida digital conforme al diseño de ingeniería
- Disponga en su panel frontal de LED´s de señalización de alarmas, que serán particularmente útiles en caso de que se pierda comunicación con el nivel de subestación.
- Funciones disponibles de Control, incluye operación SBO Seleccionar antes de operar

9.5.4. IED´s de protección:

- Capaces de integrarse en una red de gestión de protecciones que permita obtener la configuración actual del IED, modificar su configuración y ajustes, obtener los eventos y oscilografías generadas en un caso de falla (en formato COMTRADE), realizar pruebas etc., mediante un computador local o de forma remota.
- Que permitan la obtención de su configuración actual mediante un PC y el software respectivo.
- La configuración que tiene un IED debe permanecer vigente hasta que se haya descargado completamente una nueva configuración.
- Disponer en su panel frontal de LEDs de señalización de alarmas, que serán particularmente útiles en caso de que se pierda comunicación con el nivel de cada subestación.
- En general los IEDs de protección deberán cumplir las características detalladas en el ANEXO C.

9.5.5. Contadores de energía:

- En general los contadores de energía deberán cumplir las características detalladas en el ANEXO C.

9.6. Requisitos del Sistema De Protecciones

9.6.1. Aspectos generales

Las protecciones deben ser concebidas con sus propios elementos de protección independientes (IED´s independientes) del sistema de control.

Además de los requisitos indicados en las especificaciones, donde se considera el comportamiento de los IEDs en lo referente a las funciones de protección se requiere:

Tecnología de multiprocesador.

Red de gestión de protecciones local y remota, que permita el acceso a los IEDs mediante una dirección IP.

Cada sistema de protección debe obligatoriamente estar compuesto por un mínimo de dos conjuntos completamente independientes de protección identificados como:

- Protección principal y protección respaldo.
- En el caso de transformadores, las protecciones propias (mecánicas y eléctricas) deben operar el relé de disparo y bloqueo.

En el caso de las protecciones para alimentadores en 13.8 kV, se tendrá una protección principal; así mismo, la protección de falla en barras.

Los sistemas de protección deben estar constituidos obligatoriamente de equipos discretos y dedicados para cada componente de la instalación (transformador y alimentadores).

Los sistemas de protección deben poseer, bloques de prueba de tal forma que, permitan la intervención en las protecciones por equipos de inyección secundaria y mantenimiento sin que sea necesaria la desconexión del equipamiento protegido

9.6.2. Supervisión del circuito de disparo

Las bobinas de disparo del interruptor deben ser supervisadas mediante una función 74.

9.7. Sistema de Protección de Transformadores

Deberá cumplir con las especificaciones detalladas en el ANEXO C.

9.8. SISTEMA DE PROTECCIONES PARA ALIMENTACIONES DE 13,8 [kV]

Deberá cumplir con las especificaciones detalladas en el ANEXO C.

9.9. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS TABLEROS

Generales

Estas especificaciones son de carácter general. Los detalles de ingeniería y selección de los componentes más adecuados para cumplir con los requerimientos establecidos, son de responsabilidad del oferente. Los tableros serán para instalación interior. Todo el equipo será completamente ensamblado en fábrica y alambrado completamente por el fabricante de acuerdo con los requerimientos de estas especificaciones.

Estructuras

- Cada tablero será completamente encerrado, con excepción de la base. La estructura de cada panel será auto soportante. No se harán perforaciones o soldaduras para fijar alambres, resistencias u otros dispositivos, cuando tales agujeros o ataduras vayan a quedar visibles desde el frente de los tableros.
- Las paredes y cubiertas serán de chapa de acero laminada en frío de un espesor mínimo de 2 mm.
- Las aristas verticales de los tableros no tendrán una desviación mayor de 0.8 mm después de instalados. Las superficies planas de las caras de cualquier panel no se desviarán más de 1.6 mm de plano.
- Los tableros estarán adecuadamente ventilados con ventanas o persianas. Todos los orificios para ventilación tendrán mallas resistentes a la corrosión que eviten la entrada de insectos y roedores.
- El acceso al interior de los tableros se lo hará por medio de puertas en el frente contando la exterior con una ventana de inspección de vidrio que permita la visualización de todos los equipos sin necesidad de abrir las puertas para este efecto.

- Las bisagras de todas las puertas permitirán que estas giren por lo menos 105 grados desde la posición cerrada. Se suministrarán topes cuando se requiera limitar la oscilación y prevenir daños a los goznes o a equipos adyacentes.
- Cada puerta se suministrará con un botón de ajuste, una manilla de cromo plateado tipo "T" con su cerradura. Todas las cerraduras tendrán llaves del mismo tipo. Se suministrarán 3 llaves para cada una de las cerraduras suministradas dentro de este contrato.
- Los tableros se suministrarán con los dispositivos y pernos de anclaje que sean requeridos y montados en el shelter.
- Para prevenir deflexiones, todos los dispositivos se soportarán por medio de ménsulas de soporte montadas interiormente o por medio de abrazaderas.
- Los tableros, deben presentar una apariencia nítida y uniforme.
- La disposición normalizada de la fase mirando desde el frente de los paneles de los tableros será ABC de izquierda a derecha, de arriba abajo y desde el frente hacia atrás. Las distancias eléctricas se ajustarán a las aplicables.
- Los cables de comunicaciones deben estar tendidos en canaletas independientes de las usadas para los cables eléctricos.

Puesta a tierra

- En la parte interior, y a lo largo de cada tablero se colocará una barra de cobre para puesta a tierra que deben tener una sección no menor a 25 x 6.5 mm.
- Los puntos de conexión de barras y estructuras deben ser tratados de manera de evitar posibilidad de corrosión.
- Las barras deben conectarse entre sí al extremo de cada tablero.
- Se preverá en los extremos de cada conjunto de tableros, conexiones de la barra de puesta a tierra con la malla de tierra. La barra de puesta a tierra tendrá perforaciones en cada extremo y se suministrará con conectores adecuados para conectar conductores de cobre cableado, de calibre entre No. 2 a 1/0 AWG.

Iluminación, tomacorrientes y calefactores

- El interior de cada panel tendrá una lámpara de 120 V c.a. controlada por un interruptor y, adicionalmente, una lámpara para iluminación de emergencia a 125 V c.c.
- Cada tablero contendrá por lo menos un tomacorriente de 15 A 120 V c.a.,
- Los tableros se suministrarán con calefactores (a base de resistencias) en la cantidad y capacidad necesaria para minimizar la condensación en todos los compartimentos, los calefactores se controlarán mediante higrómetros.

Alambrado y conexionado

- Todos los cables de control y de instrumentos serán de 19 hilos, monopolares de conductor de cobre, de sección no menor a 2.5 mm² (14 AWG). Los cables para circuitos de corriente deben tener una sección no menor a 5.26 mm² (10 AWG).
- El aislamiento XLPE de los cables será para 600 V, clase K, propio para paneles de control, especialmente tratado y probado contra moho.
- Los cables que atraviesen uniones abisagradas serán de tipo flexible.
- No se permitirá empalmes en los alambrados y todas las conexiones se efectuarán en regletas o bloques terminales.
- Los bloques terminales para los alambrados serán del tipo modular, con barreras y cubiertas para 600 V y tendrán el tamaño adecuado para conectar los cables con sus respectivos terminales. Todos los terminales para

secundarios de transformadores de corriente serán del tipo cortocircuitable y seccionable. Todos los terminales para secundarios de voltaje serán del tipo seccionable. Se incluirá por lo menos un 10% de reserva.

- Terminales de reserva y como mínimo un bloque extra de 12 terminales para cada tablero.
- Cada cable se identificará por medio de marquillas bidireccionales. El sistema de identificación indicará claramente el terminal en el cual debe conectarse el cable. La marquilla debe ser indeleble y de duración comprobada. No se aceptarán marquillas que puedan desprenderse con facilidad.
- Para todos los cables con señales de corriente se usarán terminales de ojo.
- Deben disponerse los medios necesarios y adecuados para sujetar los cables desde la entrada a las regletas terminales.
- Las regletas terminales se suministrarán con marcas permanentes por medio de inscripciones numéricas, correspondientes a las que aparecen en los diagramas de alambrado.
- Los contactos de reserva de relés, dispositivos y los relés de reserva serán alambrados a regletas terminales.

Placas de Identificación

- Las placas de identificación serán hechas de láminas plásticas con letras blancas y fondo negro.
- El equipo del tipo extraíble tendrá placas de identificación, montadas en el equipo removible, en una posición visible cuando el equipo esté puesto en su lugar y además en el tablero mismo.
- Las placas de identificación se sujetarán a los paneles mediante tornillos.
- Se usarán placas de identificación pequeñas para identificación de los dispositivos y placas más grandes para identificación de los paneles.
- Todas las placas de identificación estarán grabadas en idioma español.

9.10. Sistema de Medición de Temperatura de Transformador

Se requiere monitorear la temperatura de las fases de los devanados y del aceite del transformador. Estas señales deberán integrarse en el controlador de bahía.

Estas mediciones además deberán ser integradas, con el sistema de control, y elevadas al centro de control de CNEL EP, donde podrán ser mostradas los valores de cada una de las temperaturas registradas en tiempo real.

9.11. Señalización de La Posición del LTC de Transformador

Se requiere el monitoreo y comando de la posición del LTC. Esta señal deberá integrarse en el sistema de control conforme la arquitectura propuesta y además será enviada al Centro de Control de CNEL EP.

9.12. Información a ser suministrada después de la suscripción del Contrato

La documentación a ser suministrada por el oferente para el sistema deberá permitir al personal de CNEL EP, operar, mantener e implementar sus expansiones así como realizar todo tipo de modificaciones futuras.

Una vez firmado el contrato, toda la documentación del sistema tendrá la condición de documentación abierta y de uso indiscriminado para el comprador, esto es, no existirá ninguna documentación del suministro del sistema que contenga protecciones legales de derechos para su utilización en todas las instalaciones del comprador. Los textos deberán ser específicos, concisos y con terminología clara, para que puedan ser fácilmente comprendidos por el personal especialista involucrado en la operación, el mantenimiento y la programación del sistema.

La contratista será responsable del suministro de una documentación completa y deberá tomar a su cargo la corrección de cualquier omisión, deficiencia o error en la misma, ya sea por falta de actualización o por errores en la ingeniería de detalle.

Los documentos requeridos en este capítulo no son limitantes, pudiendo el comprador requerir otra documentación adicional si lo juzgare conveniente durante el período de garantía, sin costo adicional.

El contratista responderá con celeridad a toda solicitud de información o aclaración y deberá estar dispuesto a reunirse con el comprador o sus representantes cuando las circunstancias lo requieran.

Esta documentación deberá permitir realizar el seguimiento de las labores del proveedor y establecer el cumplimiento de las especificaciones funcionales. Esta documentación estará compuesta al menos por:

- Guía para la elaboración y lectura de planos.
- Diagramas de ingeniería de detalle
- Lista de señales.
- Diagramas funcionales.
- Diagramas de circuito.
- Diagramas de localización.
- Tablas de tendido y conexionado entre equipos.

Guía para la elaboración y lectura de planos

Se debe suministrar una guía para elaboración y lectura de planos, en la cual se muestren claramente los siguientes aspectos y deben ser entregados en PDF y AUTOCAD:

- Simbología.
- Nomenclatura.
- Información genérica en los planos.
- Guías para la interpretación de los diagramas de principio, de circuito y de localización.

Lista de señales:

El Contratista deberá entregar la lista de señales del sistema de control para los tableros a suministrarse identificando claramente las señales que son adquiridas a través de los IED,s.

Este documento deberá contener para cada señal como mínimo los campos definidos a continuación:

- Nivel de tensión.
- Campo o bahía.
- Identificación del elemento o equipo que genera la señal.
- Tipo de señal: Disparo, alarma, indicación, comando, falla del SISTEMA DE CONTROL, entre otros.
- Descripción de la señal.
- Modo de adquisición de la señal
- Indicación si va o no a la lista de alarmas.
- Prioridad asignada en la lista de alarmas.
- Límites de alarma para las variables análogas.
- Unidades de ingeniería para las variables análogas.
- Todos los parámetros de direccionamiento de la señal para el envío a los centros de control remotos.

Diagramas funcionales

El contratista deberá presentar la información detallada de las funciones de control y supervisión que serán realizadas por el sistema de control de la subestación, en cada uno de sus niveles de control. Como mínimo deberá contener la siguiente información:

- Diagramas de selección de los modos de operación.
- Diagramas lógicos de enclavamientos para cada uno de los equipos de maniobra de la subestación.

Diagramas de circuito

Los diagramas de circuito deben tener todos los desarrollos secuenciales que sean necesarios para permitir un perfecto entendimiento de la interconexión y el funcionamiento de los equipos que serán suministrados, así como mostrar su composición con sus diferentes partes o módulos, indicando claramente las conexiones y enlaces entre ellos y los interfaces entre equipos y sistemas de la subestación, permitiendo el seguimiento y análisis de los circuitos de control.

Diagramas de localización

Los diagramas de localización deben contener información detallada sobre la referencia del fabricante y localización de componentes externos e internos del equipo principal y auxiliar, como borneras, unidades enchufables, subconjuntos, módulos, entre otros, y deben incluir la misma designación del ítem que se usa en los diagramas de circuito y tablas donde son relacionados.

Tablas de cableado

Estas deben incluir como mínimo la siguiente información:

- Tabla de cableado externo: esta tabla debe relacionar cada uno de los cables de conexión externa que requieran ser tendidos en la subestación para la conexión entre los equipos, para los cuales se indicará el tipo de cable, el equipo de salida y el equipo de llegada.
- Tablas de cableado interno: Estas tablas deben relacionar todas las conexiones internas realizadas dentro de cada unidad (gabinete, caja terminal, etc.) del sistema de control de la subestación conforme a los diagramas de circuito. En ellas se debe indicar el calibre y la marcación del conductor, el punto de salida y el punto de llegada, así como su ubicación dentro de los diagramas de circuito.

Catálogos y manuales

Durante el proceso de fabricación, el Contratista deberá suministrar, para aprobación, la información técnica correspondiente y catálogos de todos los materiales y equipos que planea utilizar. La utilización de materiales o equipos no aprobados será por cuenta y riesgo del Contratista.

Junto con la entrega de los equipos, el Contratista deberá suministrar un original de los catálogos y manuales de operación de los equipos suministrados. El idioma para los manuales y catálogos será en español, traducciones al español al encontrarse en otro idioma no mencionado. Se deberán suministrar tres copias de cada uno.

Documentación de las pruebas

El Contratista deberá suministrar la documentación de las pruebas, lo que incluye al menos los aspectos que se describen a continuación:

Procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica

Estos procedimientos deberán ser preparados por el Contratista o el fabricante y remitidos a CNEL EP para su revisión y aprobación.

El procedimiento de las pruebas deberá definir las pruebas individuales y los procedimientos paso a paso requeridos para satisfacer los objetivos de cada prueba individual. Las pruebas serán diseñadas para verificar que la función opere correctamente. Cada paso de cada una de las pruebas deberá incluir la acción requerida y el resultado esperado.

Planos según lo construido (“As Built”)

Durante los treinta (30) días siguientes a la puesta en servicio de los equipos, el Contratista deberá entregar una copia de los planos como construidos, con todos los cambios hechos en el campo durante el montaje en PDF y AUTOCAD, así como todos los datos obtenidos durante las pruebas en sitio.

Deberán presentarse por lo menos los siguientes documentos y planos una vez terminada la obra:

- Planos de detalle del tablero o armario de cableado indicando dimensiones, distribución de elementos, con lista detallada de elementos.
- Diagramas y listas de cableado y conexionado de fuerza de cada uno de los equipos.

10. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PARARRAYOS PARA 69 y 13,8 [kV]

10.1. Alcance

Estas Especificaciones Técnicas establecen los requerimientos para la fabricación y pruebas de descargadores de óxido de zinc (ZnO). El contratista presentará la coordinación de aislamiento de la subestación móvil, especificaciones de los pararrayos únicamente con el estudio de coordinación de aislamiento, siendo susceptible a un cambio en los datos técnicos.

10.2. Normas

Los descargadores deben satisfacer los requerimientos de las normas IEC (International Electrotechnical Commission) IEC 60099-4, IEEE C62-11; excepto donde, dentro de las presentes especificaciones, se haga referencia en forma explícita a otra norma.

El Contratista en todo momento debe mantener la coordinación de aislamiento de la subestación móvil, definido en el estudio de coordinación.

10.3. Requerimientos Generales

10.3.1. Condiciones de Servicio

Serán las indicadas en el ANEXO C.

10.3.2. Requerimientos Adicionales

Además los descargadores deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

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

10.3.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Generales

- Los descargadores tendrán un dispositivo de alivio de sobre presiones internas probado y eficiente
- La cubierta será fabricada mediante polímeros de goma siliconada y estará construida con material homogéneo sin laminaciones, cavidades, rajaduras u otras imperfecciones que puedan afectar su resistencia mecánica o sus características dieléctricas. El método de sujeción debe asegurar una distribución uniforme de esfuerzos sobre el material.
- Poseer buenas características mecánicas de resistencia a los esfuerzos que produzca el paso de la corriente de descarga, las características dieléctricas sean equivalentes a las de la porcelana, las características de disipación de calor sean las adecuadas y el fabricante demuestre que tiene suficiente experiencia en la utilización de ese material para la fabricación de pararrayos.
- Los terminales de línea deben ser de cobre con recubrimiento de plata o estañados con perforaciones según norma NEMA.
- Cada descargador estará provisto en su base, de un terminal de puesta a tierra adecuado para el conductor de cobre cableado de 62 mm² a 125 mm² (2/0 AWG a 250 kcmil)
- Cada descargador llevará una placa metálica de identificación en idioma español, a prueba de intemperie, que contenga por lo menos las informaciones señaladas en las normas correspondientes.
- Cada descargador estará provisto de herrajes que permitan levantarlo completamente ensamblado en el caso que sea necesario.

11. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL (ENTRADA DE LÍNEA Y CELDAS DE ALIMENTACIÓN)

11.1. Alcance

Estas especificaciones técnicas establecen los requerimientos técnicos para la fabricación, pruebas en fábrica y pruebas en sitio de transformadores para instrumentos.

11.2. Normas

Mientras no se indique explícitamente lo contrario dentro de estas especificaciones, los transformadores para instrumentos deben satisfacer en general las normas aplicables de la Comisión Electrotécnica Internacional -CEI (International Electrotechnical Commission-IEC) y particularmente las publicaciones No. 60044-1 y 358. En cualquier caso regirá la versión vigente de cada norma a la fecha de la convocatoria para el concurso o licitación, incluyendo los anexos, addenda o revisiones vigentes de cada norma en dicha fecha.

11.3. Requerimientos Generales

Los transformadores de potencial serán de polímero, poseerán un núcleo para protección y otro para medición, según lo detallada en el ANEXO C.

11.4. Características Constructivas

11.4.1. Generales

- La construcción de los transformadores permitirá un fácil montaje rápido acceso a todas las partes que puedan requerir inspección o mantenimiento.
- La disposición constructiva de los transformadores deberá permitir que los elementos internos se mantengan fijos ante eventuales desplazamientos producidos por sismos, sin que los sistemas de fijación introduzcan esfuerzos mecánicos indebidos en las partes o materiales que sirven como aislantes de las partes activas.
- Igualmente en la fabricación se deben tomarse en consideración los esfuerzos causados durante la carga, descarga, manejo, transporte y otras posibles condiciones severas similares.
- Los transformadores de instrumentos serán para montaje sobre soportes de acero galvanizado o de acuerdo con la configuración de la subestación móvil.
- Las partes metálicas externas estarán protegidas adecuadamente contra la corrosión. Las partes expuestas, de hierro o acero, deben ser galvanizadas en caliente, o fabricadas en acero inoxidable.

11.4.2. Terminales o conectores

- Los terminales del lado de alimentación primaria de alta tensión deben ser de cobre con recubrimiento de plata (alternativamente pueden ser estañados) con perforaciones según norma NEMA.
- Con cada equipo deben suministrarse conectores terminales de puesta a tierra, adecuados para conductor de cobre cableado de 65 mm² a 125 mm² de sección (2/0 AWG a 250 kcmil).

11.4.3. Cajas de terminales

- Los terminales secundarios deben alojarse en una caja de terminales con grado de protección IP55 de acuerdo con IEC-600144. Esta caja de terminales debe permitir la conexión de los cables externos desde la parte inferior.
- Los terminales secundarios desde los cuales se deben realizar las conexiones externas en el sitio, deben ser independientes de las boquillas secundarias del transformador (bushings), de tal manera que no se cause ninguna interferencia en las boquillas al realizarse las conexiones.
- Los terminales secundarios permitirán una conexión fácil de conductor de salida de hasta 13 mm².
- La caja de terminales debe tener en su parte inferior una placa removible para ser perforada en el sitio, para permitir el ingreso de los ductos con suficiente espacio para la conexión del cableado externo.

- Los terminales primarios y secundarios deben tener sus polaridades claramente marcadas, mediante un sistema permanente y duradero.
- Por cada grupo de tres transformadores de instrumentos se suministrará una caja común de terminales, a fin de realizar las interconexiones requeridas. Las cajas para transformadores de corriente tendrán al menos 20 terminales cortocircuitables, adecuados para cables de hasta 13 mm². Las cajas para transformadores de potencial requieren 20 terminales y mini interruptores (MCB) con contactos auxiliares para la indicación de posición. Las cajas tendrán un grado de protección IP55.
- Las cajas de terminales estarán provistas de una resistencia anticondensación con higrómetro e interruptor, una lámpara para iluminación interior con interruptor y un tomacorriente operando a 120 V c.a.

11.5. Accesorios

Además de todos los elementos descritos anteriormente deberán suministrarse al menos los siguientes accesorios con cada transformador para instrumentos, cuyos costos estarán incluidos en los precios de suministro de los correspondientes transformadores.

- Medio adecuado para levantar de manera segura el transformador completamente ensamblado.
- Dispositivo para drenaje, muestreo y llenado de aceite (en caso de requerirse).
- Placa metálica de identificación a prueba de intemperie y corrosión en idioma español, que contenga por lo menos las informaciones señaladas en las normas correspondientes.
- Adicionalmente debe proveerse una placa metálica similar que muestre los devanados y sus tomas y los diagramas de conexión con todos los datos pertinentes.
- Placas de advertencia que contengan un texto en español sobre las precauciones que deben guardarse al momento de hacer las conexiones de los terminales.

11.6. Pruebas

11.6.1. Pruebas prototipo (type tests)

El Contratista presentará para la revisión y conformidad de CNEL EP, un juego completo de reportes certificados de las pruebas prototipo que hayan sido realizadas en unidades de cada tipo y valor nominal similares a las del contrato.

En caso contrario, el Contratista realizará las pruebas prototipo especificadas, entendiéndose que incluirá el costo de las mismas dentro del precio del suministro de los equipos.

Las pruebas prototipo requeridas son:

- Pruebas Sísmicas
- Pruebas para elevación de temperatura.
- Prueba de capacidad de resistencia al cortocircuito.
- Pruebas de impulso.
- Prueba en húmedo para transformador tipo exterior.
- Pruebas de la precisión para transformadores de potencial para medición.
- Pruebas de la precisión para transformadores de potencial para protección.

11.6.2. Pruebas de rutina

Las pruebas de rutina deben ser ejecutadas en fábrica en cada equipo adquirido dentro del contrato.

Las pruebas de rutina que deben ejecutarse conforme al equipo suministrado y a la norma aplicada.

11.6.3. Pruebas e inspecciones en el sitio

A título informativo, se señala que previa la puesta en operación de los transformadores para instrumentos suministrados dentro del contrato, se realizarán pruebas en el sitio de instalación, para verificar las características principales de los equipos antes de su puesta en servicio.

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

Para transformadores de potencial inductivo y capacitivo:

- Revisión de la instalación, puestas a tierra, estado de los aisladores, distancias mínimas, dotación de aceite.
- Medición de la resistencia del aislamiento de alta tensión con 5000 voltios y de baja tensión con 500 voltios.
- Medición del factor de potencia del aislamiento de las boquillas (prueba de collar).
- Medición de la relación de transformación.
- Medición de la capacidad en microfaradios de los capacitores de acoplamiento.

12. BATERÍAS Y CARGADOR DE BATERÍAS

12.1. Alcance del Suministro

Comprende la provisión, ensayos y puesta en servicio de los siguientes elementos:

Un (1) banco de baterías, selladas, libre de mantenimiento de 125 V, 150 Ah, 8 hs.

Un (1) rectificador autoregulado para carga flote y a fondo de las mismas.

12.2. Normas de Aplicación

La fabricación y funcionamiento se registrará a las normas IEC 623 o 896-1. Si el oferente utiliza otras normas debe entregar para aprobación una copia de las normas y demostrar la equivalencia con las normas aquí especificadas. Se aplicará siempre la última versión vigente de la norma a la firma del contrato.

12.3. Datos Técnicos

El oferente deberá detallar los Datos Técnicos, conforme lo especificado en el ANEXO C.

12.4. Condiciones Ambientales

Los equipos serán diseñados para las siguientes condiciones:

- Temperatura máxima absoluta 45 °C
- Humedad relativa máxima 95 %

12.5. Baterías - Aspectos Constructivos

Las baterías funcionarán en operación flotante, es decir conectado en paralelo con la carga del sistema y con el cargador de batería. Normalmente la carga del sistema sería alimentado desde el cargador.

En caso de falla del sistema las baterías suministrarán la corriente continua que se requiera por un período de hasta ocho (8) horas sin que el voltaje baje del mínimo establecido.

- La recarga de las baterías se hará con las baterías conectadas al sistema.
- Las baterías serán del tipo libres de mantenimiento.
- Se suministrarán completas, con conectores para puentes entre vasos y electrolito.

El banco de baterías debe cumplir con la normativa establecida de ventilación y asegurar que no se produzca incendio o explosión por efecto de los gases del banco de Baterías en el shelter.

Los datos técnicos requeridos por celda son los siguientes:

- Vn 2.08
- Vmax 2.33
- Vmin 2.03

12.6. Accesorios para Baterías

Se suministrará de acuerdo con requerimientos de la subestación móvil.

12.7. Cargador de Baterías - Aspectos Constructivos

El cargador será alimentado desde una fuente trifásica de 220V, 60 Hz incluyendo protección al menos contra descargas, alto y sobe voltaje, falla a tierra, fallas internas.

Deberá limitar automáticamente la corriente de salida a un valor máximo de 100% de la corriente nominal bajando para ello el voltaje de salida. De esta manera se obtendrá para carga a fondo una característica del tipo "corriente constante inicial, voltaje constante final".

La conmutación de carga "a flote" a carga "a fondo" deberá poder ser seleccionada para operar en forma "manual" ó "automática". La conmutación automática a posición de carga "a fondo" será por bajo voltaje de batería y/o con posterioridad a una falta de voltaje de entrada. Una vez completada la carga a fondo de, la batería y transcurrido el tiempo seleccionado para la carga final a voltaje constante, el cargador pasará automáticamente a la posición normal de carga "a flote".

El cargador deberá contar con filtro sobre la derivación al consumo para mantener la forma de onda dentro de los valores especificados.

Deberán contar además, sobre la derivación al consumo, un sistema adecuado para mantener la tensión dentro de los rangos máximos y mínimos especificados cuando se realiza la carga a fondo de la batería. Asimismo deberá contar con los dispositivos adecuados para evitar la descarga de la batería sobre el cargador en caso de baja tensión de este último.

El cargador, estarán contenidos en gabinetes metálicos autoportantes de acceso frontal con paneles abisagrados y ventilación natural, aptos para montaje interior.

12.8. Accesorios para el Cargador

Contará con los siguientes accesorios:

- Seccionador bajo carga o contactor de alta capacidad de ruptura para la entrada de alimentación.
- Fusibles de alta capacidad de ruptura para las salidas a batería y al consumo.
- Señalización de funcionamiento en carga “a flote” y “a fondo”
- Señalización en pantalla de parámetros de corriente continua de carga, alterna de alimentación, voltaje continuo de carga, voltaje alterno de alimentación
- Protección de máxima y mínima tensión, corriente continua.
- Alarmas de anomalías:
 - Falta de tensión alterna o falta de una fase
 - Baja tensión de corriente continua
 - Alta tensión de corriente continua
 - Puesta a tierra de un polo de corriente continua
 - Fusión de fusible de protección de control (de ser requerido)
 - Fusión de fusible de protección de salidas (de ser requerido)
- Todas las alarmas deberán contar con un contacto adicional libre de potencial para su envío al tablero de control. Todos estos contactos serán cableados a borneras
- Todo el equipamiento deberá poder ser integrado al sistema SCADA.

13. TABLEROS DE CORRIENTE ALTERNA Y CONTÍNUA

13.1. Alcance del Suministro

Esta sección especifica los equipos correspondientes a:

- Un tablero general de distribución de CA.
- Un tablero general de distribución de corriente continua de 125 VDC

13.2. Normas de Aplicación

Los tableros serán construidos y ensayados según norma IEC-439-1. Si el oferente utiliza otras normas debe entregar para aprobación una copia de las normas y demostrar la equivalencia con las normas aquí especificadas. Se aplicará siempre la última versión vigente de la norma a la firma del contrato.

13.3. Datos Técnicos

El oferente deberá detallar los Datos Técnicos, para los tableros y sus equipos interiores, respetando en todos los casos los valores solicitados.

13.4. Condiciones de Funcionamiento

Condiciones ambientales.

Los tableros serán para interior, diseñados para funcionamiento hasta 1000 metros sobre el nivel del mar y temperatura ambiente 40°C.

Los tableros tendrán el grado de protección IP44 según IEC 529.

Aislamiento.

Los tableros serán aislados en aire, aptos para soportar las tensiones de ensayo aplicadas según la norma.

Comportamiento térmico

Los tableros serán diseñados para soportar las corrientes máximas permanentes sin que superen las sobre-elevaciones de temperatura indicadas en la norma.

Rigidez electrodinámica.

Todas las barras, derivaciones y componentes deberán además ser capaces de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a las corrientes de cresta.

13.5. Aspectos Constructivos

13.5.1. Especificaciones comunes a todos los tableros:

General.

Todos los tableros serán auto-soportados tipo exterior, con un grado de protección IP44, según definiciones de la norma IEC 529. Poseerán materiales de primera calidad y serán fabricados según la mejor tecnología.

Los materiales que cumplan igual función deben ser iguales, de manera que sean intercambiables entre sí.

En la fabricación de los tableros se deberá prever las aberturas de ventilación necesarias para disipar el calor generado en el panel, en servicio normal. La entrada de polvo se evitará mediante el uso de filtros adecuados.

En el caso de utilizarse "flaps" para la evacuación de los gases producidos por un cortocircuito, los mismos deberán realizarse de forma tal de evitar la entrada de polvo.

Carpintería metálica

Serán construidos en chapa de acero doble decapada, de espesor no inferior a 2,5 mm.

Los paneles serán cerrados con adecuados refuerzos donde sea necesario. No se aceptará que las divisiones laterales sean comunes para dos paneles, o sea que cada panel tendrá sus propios cerramientos laterales.

Se proveerá una base de perfil U, de espesor no menor a 3 mm, que servirá para dar rigidez al conjunto de paneles como así también permitirá por medio de agujeros el anclaje respectivo.

Barras colectoras y puestas a tierra

Las barras principales y las derivaciones serán de cobre electrolítico o de aluminio de alta conductividad.

Deberán soportar sin deformaciones los esfuerzos electrodinámicos y las solicitaciones térmicas producidas por la corriente de cortocircuito.

La identificación de las barras será A B C, de adelante hacia atrás, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

En caso de ser necesarios, deberán preverse dispositivos para compensación de la dilatación de las barras colectoras, efectuándose el estudio correspondiente para la totalidad de las celdas, incluyéndose las posibles ampliaciones.

Todas las partes metálicas sin tensión de los tableros de celdas, se conectarán a un colector de tierra que las recorrerá en toda su longitud y que estará formado por una pletina rectangular de cobre cuya sección no será inferior a 50 mm²

Pintura

Las partes metálicas para uso interior podrán ser zincadas o pintadas. La pintura se realizará preferentemente por proceso electroforético con base epóxica terminada con laca acrílica horneada.

Alambrado y terminales

Las conexiones para instrumentos y controles deberán ser con cable de cobre flexible con aislamiento para 600 voltios especialmente probado contra hongos y retardante a la llama, El calibre mínimo de los conductores será 14 AWG, para los circuitos de corriente el calibre mínimo será 10 AWG. No se deberán hacer empalmes en los alambrados. Todos los cables deberán identificarse con una marquilla bidireccional, indeleble y segura.

Los bloques de terminales serán moldeados, para 600 voltios con tornillos de conexión tipo presión. Los terminales tendrán identificación indeleble y clara. En cada panel deberá proveerse un 10% de terminales como reserva.

En general, las señales de alarma, comandos y disparos que se requieran para la supervisión y control de los servicios auxiliares deberán ser integrado al sistema SCADA.

Accesorios

El tablero de distribución de AC deberá poseer un equipo de medición de todos los parámetros de consumo como totalizador de auxiliares de la subestación, el cual deberá tener la capacidad de enviar los datos de medición al SCADA a través de protocolo.

14. CABLES AISLADOS

14.1. Generales

Esta sección especifica los cables subterráneos para el suministro de cables aislados para un voltaje de servicio de 15 [kV] y corresponderán a conductores de cobre, unipolar, aislamiento XLPE TR con retardo o máxima resistencia a arborescencias.

14.2. Normas de Aplicación

Los conductores serán construidos de acuerdo a la Norma ASTM B1, B2, B3, B8 y B436, las pantallas semiconductoras la Norma AEIC CS6 o su equivalente para cables de alta tensión, el aislamiento, cubiertas y armaduras deben cumplir con la Norma ICEA S-66-524, S-68-516 o equivalentes y corrientes de cortocircuito de acuerdo a la Norma ICEA P-32-382 y P-45-482.

14.3. Condiciones de Funcionamiento

Condiciones generales:

Los cables serán para interconectar desde la salida en media tensión del transformador a la celda de alimentación (incoming), y desde las celdas de salida hasta la primera estructura de distribución.

Serán diseñados para funcionamiento de hasta 1000 metros sobre el nivel del mar y temperatura ambiente 40 °C.

Su instalación será a la intemperie.

Aislamiento.

Los cables serán instalados a la intemperie y totalmente desenrollado para su funcionamiento.

El aislamiento será termoplástico, lo que permitirá al calentarse su plasticidad permita conformarlos a voluntad y recuperar sus propiedades iniciales al enfriarse.

La cubierta exterior será de polietileno termoplástico (PE), para protección mecánica del cable y que obtenga la mayor resistencia a la formación de arborescencias debido al reticulado existente en el material.

Comportamiento térmico

Los cables serán diseñados para soportar las corrientes máximas permanentes sin que superen las sobre elevaciones de temperatura indicadas en la Norma. Los valores referenciales son:

Temperatura de sobrecarga:	130 °C
Temperatura de cortocircuito:	250 °C

14.4. Aspectos Constructivos

14.4.1. Especificaciones generales de los cables:

General.

Todos los cables aislados, deberán disponer de sus respectivos terminales y accesorios para anclaje en las celdas de media tensión.

Terminales y conectores

Deberán cumplir con la Norma ASTM-B-30 y 255 A y ANSI C119.4-1976 o su equivalente.

14.4.2. Características técnicas

- Los hilos del conductor serán de cobre blando de 100% de conductividad, cableado clase B, comprimido o compacto. El calibre mínimo del conductor para la alimentación será de dos conductores por fase de calibre 500 MCM; que se conectarán a barras de 13.8 kV en la celda de alimentación y un conductor por fase de calibre 350 MCM que conectarán las celdas de salida con las estructuras de distribución.
- Pantalla semiconductor sobre el aislamiento.
- Pantalla para conducir la corriente de falla monofásica.
- El aislamiento de los cables será XLPE TR, su cubierta de caucho sintético (polietileno reticulado) o su equivalente, para voltajes de 15 [kV] respectivamente.
- Cubierta termoplástica, resistente a la absorción, ozono, humedad, desgaste y formación de arborescencias.

15. PLATAFORMA

15.1. Alcance del Suministro

El chasis del semi-remolque contará con una estructura principal realizada en acero de alta calidad, estando reforzado para conseguir una flecha mínima. Del mismo modo, contará con refuerzos longitudinales y transversales realizados en perfiles normalizados adecuados para soportar los refuerzos tanto durante el transporte como durante el servicio normal del equipo.

El piso será de chapa de acero estriado de espesor adecuado

Es responsabilidad del diseño del contratista la disposición, el número de ejes y la capacidad de carga por eje más adecuada al peso total de módulo del transformador.

En función del número de ejes, el fabricante dispondrá tantos neumáticos como sean necesarios para montaje en pareja, más uno de reserva. En cualquier caso, el fabricante deberá indicar, además del número de ejes.

Asimismo dispondrá de al menos 4 gatos hidráulicos, cada uno de ellos con una capacidad de carga adecuada y apoyo de tipo "pata de elefante".

El sistema de luces cumplirá con la normativa vigente e incluirá luces traseras, luces de freno, luces de dirección, luces de ancho, luces de marcha atrás, luces de matrícula y luces de seguridad lateral.

El semi-remolque dispondrá de parachoques homologado en la parte trasera y faldones protectores de goma con varilla detrás de los ejes.

La terminación de toda la estructura será de chorro de arena en todas las partes metálicas en la primera capa, y una capa final de acabado en color gris

Como accesorios contará con soporte para rueda de recambio, caja de herramientas, cuñas para ruedas, argollas de arrastre en la parte trasera, gato hidráulico para cambio de ruedas y anillos de amarre.

Asimismo, contará con uno o dos cajones para almacenamiento de accesorios necesarios para la conexión y puesta en servicio.

Iluminación:

El módulo del shelter y los remolques utilizados contarán con el sistema de iluminación adecuada basada en sistemas led, situados de forma que se garantice la posibilidad de iluminación interna y externa a través de proyectores con un índice de protección mínimo IP-55.

Red de puesta a tierra.

El transformador y todos los equipos de fuerza incluidos tableros y celdas de media tensión debe tener un sistema general de puesta a tierra configurado por un anillo perimetral, en pletina de cobre mayor o igual a 2/0 AWG o recomendación del fabricante, al que se conectarán todos los conectores de tierra de los equipos y todas las estructuras metálicas del transformador móvil.

15.2. Remolques

Los diseños deben considerar factores de seguridad de manera de soportar la carga vertical

En el shelter se encontrarán instalados los tableros y celdas de medio voltaje por lo que debe constar con un sensor de temperatura y sistema de climatización, permitiendo censar a cada instante la temperatura de la sala y proveer la correcta temperatura al cuarto de control y tableros de comunicación en funcionamiento. La iluminación será la idónea para poder realizar trabajos dentro de la sala de control, ser de fácil acceso y tener las seguridades necesarias.

En la etapa de diseño se debe entregar información sobre:

- Ejes y suspensión
- Llantas
- Sistemas de frenos
- Capacidad de Tanques de aire
- Sistemas de Válvulas
- Líneas de Aire para Frenos
- Cámaras de Freno
- Sistema Antibloqueo para Frenos (ABS)

15.3. Sistema de luces

El sistema de luces de tráfico de todo remolque y semirremolque debe cumplir con todas las normas y leyes vigentes de tránsito y transporte terrestre

Además del sistema de luces, todo remolque y semirremolque debe contar con cinta reflejante con especificación de acuerdo con la norma, cubriendo la parte inferior de cada costado en un 50% de su longitud, la totalidad de la parte trasera de la defensa, una línea adicional al ancho total del remolque y dos escuadras traseras delimitando la altura y ancho del remolque.

Elaborado por: Ing. Mauricio Montalvo Blacio LIDER DE OPERACIÓN	Aprobado por: Ing. Jessica Ramírez Vargas DIRECTOR DE DISTRIBUCIÓN