



**EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A.
ENDE S.A.**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

VOLUMEN II

**DISEÑO, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE
ELECTROMECAÁNICO, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO
DE SUBESTACIONES**

LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL E INTERNACIONAL
(Código Único de Contrataciones Estatales CUCE: 06-0514-00-47586-1-1)

(IBI/2006/04)

PROYECTO LINEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CARANAVI - TRINIDAD

Cochabamba, diciembre de 2006

CONTENIDO

VOLUMEN I

LICITACIÓN

- Sección I: Instrucciones a los Proponentes
- Sección II: Condiciones Generales de las Especificaciones Técnicas
- Sección III: Formularios de Propuesta
- Sección IV: Sistema de Evaluación
- Sección V: Formularios de Evaluación
- Sección VI: Modelo de Contrato

VOLUMEN II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Sección I: Condiciones Técnicas para Obras Civiles
- Sección II: Suministro de Equipos y Materiales para Subestaciones
- Sección III: Construcción, Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio de Subestaciones

VOLUMEN III

PLANOS

SECCION I

CONDICIONES TÉCNICAS PARA OBRAS CIVILES

**LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL E INTERNACIONAL
DISEÑO, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO,
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES**

PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CARANAVI - TRINIDAD

VOLUMEN II

SECCION I

CONDICIONES TÉCNICAS PARA OBRAS CIVILES

INDICE

1	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE TRABAJO	1
1.1	SUBESTACIONES	1
2	TRABAJOS VARIOS PARA FUNDACIONES Y OBRAS CIVILES.....	2
2.1	EXCAVACIÓN EN TERRENO NO ROCOSO.....	2
2.1.1	Descripción.....	2
2.1.2	Ejecución	2
2.1.3	Bombeo	3
2.1.4	Tablestacado y Entibado.....	3
2.1.5	Medición	4
2.1.6	Pago.....	4
2.2	EXCAVACIÓN EN ROCA.....	4
2.2.1	Descripción.....	4
2.2.2	Ejecución	4
2.2.3	Uso de explosivos.....	4
2.2.4	Medición	5
2.2.5	Pago.....	5
2.3	RELLENO	5
2.3.1	Relleno compactado.....	5
2.4	HORMIGÓN.....	6
2.4.1	Descripción.....	6
2.4.2	Clasificación y características.....	7
2.4.3	Materiales	7
2.4.4	Hormigón.....	8
2.4.5	Encofrados para Hormigón	11
2.4.6	Especificaciones para Barras de Refuerzo	11
2.4.7	Medición	12
2.4.8	Pago.....	12
2.5	HORMIGÓN CICLÓPEO	12
2.5.1	Descripción.....	12
2.5.2	Materiales	13
2.5.3	Medición	13
2.5.4	Pago.....	13
3	OBRAS CIVILES PARA SUBESTACIONES.....	13
3.1	DISEÑO DE OBRAS CIVILES	13
3.1.1	Alcance del diseño	14
3.2	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES	14
3.2.1	Malla de tierra.....	15
3.2.2	Fundaciones de pórticos y equipos eléctricos.....	16
3.2.3	Sistema de colocación y retiro de transformadores de potencia.....	16
3.2.4	Zanjas exteriores e interiores para cables	17
3.2.5	Manto de grava en la subestación	18
3.2.6	Sistema de recuperación de aceite derramado	19
3.2.7	Pisos de Cerámica y Aceras.....	19
3.2.8	Acabado de paredes.....	20

VOLUMEN II

SECCION I

CONDICIONES TECNICAS PARA OBRAS CIVILES

1 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE TRABAJO

Las presentes Condiciones Técnicas se refieren al diseño, cálculo y construcción de obras de ingeniería civil destinadas a fundaciones de equipos y otros en cinco subestaciones intermedias de la línea Caranavi-Trinidad.

El trabajo consistirá, en forma indicativa pero no taxativa, en el diseño, construcción y/o provisión de la siguiente infraestructura:

1.1 Subestaciones

- Diseño de las fundaciones de los equipos de patio.
- Diseño de fundaciones para pórticos.
- Diseño de zanjas exteriores para cables y su drenaje pluvial. Incluye diseño de zanjas en sitios por los que circularán vehículos pesados.
- Diseños de las mallas de tierra.
- Diseños de cercos interiores de malla olímpica.
- Otros diseños particulares para cada subestación.
- Construcción de todo lo anterior.

Los trabajos antes descritos serán hechos de acuerdo a las Normas de diseño y construcción que sean pertinentes. Las obras deberán hacerse de modo de obtener altos grados de calidad.

Las ofertas a presentar se basarán en los siguientes conceptos:

- a. El Propietario dispone de esquemas básicos de las subestaciones.
- b. A base de éstos u otros datos que el Proponente pueda generar, el mismo debe elaborar un Diseño para fines de presentación de Propuesta y, en caso de adjudicación, el Diseño final y las Especificaciones constructivas.
- c. Estos diseños finales deben ser aprobados por el Supervisor en caso de adjudicación, antes de construirlos.
- d. Si durante la construcción el Contratista cambia o propone cambios del diseño se entenderá que, en caso de aprobación del Supervisor, sólo se aprueba el cambio de diseño para construir, manteniéndose el precio de Oferta de la Propuesta aceptada.

El Contratista tendrá libertad para establecer las Normas de Diseño que se van a utilizar en cada parte del trabajo, excepto en el diseño de los distintos tipos de hormigón, que se ajustarán necesariamente a la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Por otra parte, los parámetros de seguridad mínimos que deben ser respetados serán los siguientes:

- Coeficiente de mayoración de cargas verticales = 1,6.
- Coeficiente de mayoración de cargas horizontales = 2,0.
- Coeficiente de mayoración de momentos = 1,6.
- Coeficiente de minoración de capacidad portante del terreno = 2,0.
- Coeficiente de minoración de la tensión admisible del hormigón = 1,6.
- Coeficiente de minoración de la tensión admisible del acero de refuerzo del hormigón = 1,15.

Coefficiente de minoración de la tensión admisible del acero estructural = 2,0.

Coefficiente de minoración de la tensión admisible de otros materiales = 1,6.

2 TRABAJOS VARIOS PARA FUNDACIONES Y OBRAS CIVILES

Terminadas las fases de diseño y otras preparatorias descritas antes, el Contratista procederá a la construcción de fundaciones y otras obras de subestaciones según se indica en los párrafos correspondientes de las Obras Civiles para Subestaciones.

Las tareas a efectuar para las construcciones indicadas serán, en forma no limitativa, excavación, relleno, compactado, relleno granular, protección, nivelación del sitio; de acuerdo con los planos y especificaciones adoptadas por el Contratista y aprobadas por el Supervisor. En ellas se deberán alcanzar al menos los siguientes requerimientos mínimos.

2.1 Excavación en terreno no rocoso

2.1.1 Descripción

Comprende toda remoción de materiales sin necesidad de perforación y voladuras aunque requieran rotura previa (ripping), para dar cabida a los diferentes tipos de fundaciones, obras de arte y otros. Comprende también el retiro y disposición final de todo material excedente en un todo de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los planos de la obra.

Este trabajo comprenderá así mismo el desagüe, bombeo y drenaje alrededor de las excavaciones para la fundación y dentro de ella; necesarias para mantener libre de aguas superficiales, subterráneas y de lluvia, hasta completar las fundaciones.

2.1.2 Ejecución

El Contratista deberá hacer conocer al inicio de cada semana, la programación de excavaciones, o notificar al Supervisor por escrito si hubiese modificación. Toda esta información se asentará en el libro de obras.

Se excavará a las líneas, pendientes y dimensiones especificadas, como se muestra en los planos que prepare el Contratista.

Después de haber terminado cada una de las excavaciones, el Contratista deberá comunicar al Supervisor y no se colocará material de asentamiento ni estructuras hasta tanto el Supervisor no haya aprobado la profundidad de la excavación, la naturaleza del material de fundación y el tipo de estructura de Hormigón armado.

El terreno resultante de la excavación deberá ser emparejado y su capacidad portante, minorada por 2,0, no será menor a la tensión máxima a ser producida en el suelo por la fundación, según el cálculo del Contratista. Caso contrario se procederá a la mejora de esa capacidad, como se indica más adelante en estas mismas condiciones técnicas.

El Contratista deberá limitar el número de excavaciones en preparación para fundaciones de estructuras, de manera que ninguna fosa sea dejada abierta por más tiempo que el necesario.

La restricción del número de fosas abiertas quedará sujeta a la aprobación del Supervisor.

Cuando el Contratista haga las excavaciones para las bases de las estructuras, deberá construir cercos que impidan el acceso del ganado a los sitios de trabajo y evite su caída a las excavaciones.

Toda excavación se mantendrá libre de suelo suelto y de cualquier otro material, hasta que la construcción de la subsiguiente etapa sea completada.

El material procedente de la excavación deberá ser acumulado al lado de ésta separando la capa vegetal, ya que para los rellenos compactados para los cuales pudiesen ser usados, deberán estar libres de toda materia orgánica.

El material adecuado proveniente de la excavación podrá ser utilizado, con autorización del Supervisor, para el relleno de fundaciones de Hormigón Armado.

Todo material no utilizado como relleno, será trasladado, colocado y nivelado en lugares aprobados, de tal manera que no se obstruya el drenaje, ni se provoquen erosiones del suelo. Ninguna porción de material excavado podrá depositarse en momento alguno de manera que pueda poner en peligro las obras concluidas o parcialmente terminadas, ni obstruir caminos públicos, privados ni cursos de agua.

2.1.2.1 Tipos de excavación según el suelo

La excavación podrá ser en suelo seco o en suelo bajo agua.

a) Excavación en suelo seco

La excavación en suelo seco se realizará con maquinaria apropiada y/o manualmente de acuerdo al tipo de terreno.

En algunas excavaciones el Contratista debe prever el entibado adecuado o algún otro método para impedir la entrada de material a la fosa y controlar las entradas posibles de agua durante el colocado de la fundación elegida.

b) Excavación bajo agua

La excavación en suelo bajo agua se considera aquella donde existe un tirante de 30 cm. de agua subterránea entre el fondo de la excavación y la superficie del pelo libre de agua dentro de la excavación.

El Contratista para estas excavaciones debe prever entibado, tablestacado, bombeo u otro método adecuado para evitar el desmoronamiento de las paredes y control de aguas, así mismo, tiene que prever una sobre-excavación para ubicación de la bomba y drenajes laterales para agotar la fundación durante el colocado y nivelado de la grilla o construcción de cabezal y/o estructura de Ho Ao. Todo material, material auxiliar, equipos y otros serán retirados por el Contratista cuando ya no sean necesarios.

2.1.3 Bombeo

El Contratista, en las excavaciones para fundaciones deberá desaguar completamente las excavaciones mediante un sistema de bombeo para el colocado de la fundación elegida, así como también para el relleno y compactación de excavaciones, de acuerdo a las condiciones del terreno y como apruebe el Supervisor.

Sistema de bombeo significa: Diseño, construcción y operación del equipo apropiado de todos los sistemas de desagüe, y de otros medios necesarios para mantener las obras, cuando se requiera, en condiciones de facilidad de trabajo durante la construcción, excepto que se especifique de otro modo.

El agua bombeada o desaguada será descargada a distancia adecuada del área de trabajo, en forma tal que en ningún momento se originen disturbios en el terreno, erosiones o daños a las obras o a terceros.

2.1.4 Tablestacado y Entibado

Durante la excavación para fundaciones, el Contratista deberá considerar en los lugares donde el terreno sea inestable o donde las obras lo requieran: el diseño, colocación y construcción de entibado y/o tablestacado.

Estas estructuras provisionales de protección contra la presión lateral del terreno y del agua, durante el proceso de excavación y de la construcción de las cimentaciones, deberán ser resistentes, rígidas y razonablemente impermeables.

El terreno de la parte exterior no deberá tener posibilidades de deslizarse o de que se inicie un fallo en él. Deberán utilizarse riostras, marcos, cuñas, gatos y otros para asegurar que todos los largueros y puntales queden debidamente apoyados.

Los elementos han de ser lo suficientemente resistentes para absorber las cargas adicionales que puedan originar los equipos de construcción que pudieran apoyarse en ellos.

Los métodos y procedimientos de este trabajo deberán ser presentados por el Contratista al Supervisor para su aprobación, por lo menos 15 días hábiles antes de la implementación de estos trabajos.

Nada de lo estipulado en esta sección será interpretado como exoneración al Contratista, de su responsabilidad única por la calidad y seguridad de estas obras, o de su responsabilidad por accidentes o muerte de personas, animales y/o daños a terceros.

2.1.5 Medición

Ni la excavación de cualquier tipo ni las sobre excavaciones de cualquier origen, serán medidas con fines de pago, aún en el caso de que éstas últimas hayan sido aprobadas por el Supervisor.

2.1.6 Pago

Ninguna excavación será pagada aparte, por lo que su precio deberá estar prorrateado en la Suma Alzada de su Oferta.

2.2 Excavación en Roca

2.2.1 Descripción

Se considerará excavación en roca, todo corte que deba efectuarse en material pétreo o bolones cuyo volumen sea mayor o igual a 0.75 metros cúbicos. Pedrones de menor volumen se considerarán como excavación común. Así mismo se considerará excavación en roca la realizada en pizarras no descompuestas y rocas sedimentarias fuertemente consolidadas para las que en su remoción se use martillo neumático o explosivos.

2.2.2 Ejecución

Donde se encuentre roca sólida, no se permitirá la voladura de la roca, a fin de preservar las características mecánicas de la misma. Donde no pueda extraerse a mano o por medio de equipos mecánicos, se permitirá la voladura controlada que garantice se vaya a sufrir la mínima fractura posible en la roca circundante, en forma limitada en lugares donde el Supervisor autorice por escrito al Contratista.

Donde dichas voladuras sean permitidas, el Contratista deberá usar la carga mínima necesaria para aflojar la roca, de manera que el material circundante sufra un mínimo de disturbado. El Contratista deberá asegurar el uso correcto de explosivos con la utilización de malla para voladuras, etc. y que el efecto por las operaciones de voladura no provoquen heridas al personal o terceros, daños a equipos, caminos, edificios, etc.

El material adecuado proveniente de la excavación en roca podrá ser utilizado según lo indique el Supervisor, para el relleno de los diferentes tipos de fundaciones.

2.2.3 Uso de explosivos

El Contratista recabará de las autoridades de gobierno, todos los permisos para el transporte, almacenamiento y la utilización de explosivos. Seguirá también estrictamente, las condiciones medioambientales al respecto.

Los explosivos se deberán almacenar, manipular y utilizar tal como las leyes y reglamentos bolivianos lo prescriban. Se deben eliminar en forma inmediata las envolturas de papel de explosivos, que son venenosas para el ganado.

Las voladuras sólo serán realizadas por personal calificado del Contratista con certificados de personas o entidades confiables y sujetas a la aprobación del Supervisor.

Antes de proceder a cualquier voladura mediante el uso de explosivos, el Contratista presentará para aprobación del Supervisor un plan donde indique los procedimientos y metodología del trabajo. Este plan deberá indicar, en forma enunciativa y no limitativa, la forma de perforación de taladros, martillos a utilizar, número y profundidad de las perforaciones, poder explosivo y cantidad de las cargas y, sobre todo, medidas de seguridad a ser tomadas.

Los explosivos y fulminantes que serán utilizados en el sitio de trabajo deben ser transportados y almacenados en cajas separadas adecuadas claramente marcadas con: "PELIGRO - EXPLOSIVOS".

No se permitirá el almacenamiento de explosivos en el sitio de la obra, ni en los almacenes de materiales. Los explosivos deberán ser almacenados en sitios denominados "polvorín" que reunirán las condiciones mínimas de seguridad.

El Contratista deberá alertar a los habitantes de viviendas vecinas y a cualquier otra persona en la zona y deberá contar además con vigías o guardias durante la ejecución de estos trabajos.

La aprobación del Supervisor no exime al Contratista de su responsabilidad por daños a las instalaciones del Supervisor, su personal o terceros y/o sus propiedades que resulten afectados por la utilización de explosivos. Para el traslado, almacenamiento y uso de explosivos, debe seguirse las recomendaciones de EEIA.

2.2.4 Medición

No será medida con fines de pago la excavación de ningún tipo en roca.

2.2.5 Pago

Ninguna excavación en roca será pagada aparte por lo que su precio deberá estar prorrateado por el Contratista, en la Suma Alzada de su Oferta.

2.3 Relleno

2.3.1 Relleno compactado

El relleno consistirá en la selección, provisión, transporte, colocación y compactación de material adecuado sobre el terreno preparado u otra superficie de acuerdo a estas Condiciones técnicas y en conformidad con las líneas, cotas, niveles y secciones transversales mostradas en los planos, o como apruebe el Supervisor.

Este trabajo comprende, sin estar limitado, todo el relleno compactado necesario para la construcción de fundaciones, obras de arte, etc.

También comprende el relleno y compactado de todas las sobre-excavaciones con material de empréstito para llegar a los niveles y cotas que señalen los planos.

2.3.1.1 Materiales

El material apropiado para ser empleado en rellenos estará libre de material orgánico y otras sustancias deletéreas. Turba, tierra orgánica y otro material de baja densidad no podrá ser usado como relleno para fundaciones.

El Supervisor determinará si el material proveniente de excavaciones para fundaciones o de otras fuentes, previsto por el Contratista para ser usado como relleno, es adecuado para el uso en rellenos compactados.

Los rellenos podrán ser de tipo granular, mixto u otro material. Este material será proporcionado por el Contratista.

Ningún bolón o roca de tamaño mayor a 15 cm. podrá ser utilizado como material de relleno.

Si durante la excavación, el Supervisor determinara que las características geomecánicas del suelo por debajo de la cota de fundación, no son adecuadas para el tipo de fundación empleado, ordenará un mejoramiento vía compactación o cambio de material a costo del Contratista.

El material apropiado para relleno deberá colocarse en capas que no excedan los 20 cm. (8") antes de compactar. Cada capa será emparejada y alisada por medio de equipo adecuado.

El tipo de material a ser usado para el cambio de material estará en función de su condición de adaptabilidad al proceso de compactación y la capacidad de soporte que se puede lograr para el suelo de fundación. El Supervisor será quién apruebe las fuentes de provisión de estos materiales eligiendo entre las propuestas del Contratista.

2.3.1.2 Ejecución

Antes de la colocación del material de relleno sobre cualquier superficie, ésta deberá estar libre de material orgánico y aprobada por el Supervisor.

Cuando sea necesario o cuando el Supervisor así lo indique, la superficie que recibirá relleno será previamente compactada de modo de obtener una capacidad de soporte adecuada.

Deberá tenerse cuidado cuando se coloca y compacta el relleno, de manera que no se mueva la fundación fuera de su tolerancia.

Todo relleno de fundaciones se compactará en capas horizontales que no excedan de 15 cm (6") de espesor medido después de compactar. El compactado se hará mediante compactador mecánico.

El Contratista será responsable de establecer los niveles mínimos de compactación a ser alcanzados en las distintas partes de las obras. Sin embargo, el grado de compactación requerido para cualquier relleno no debe ser menor al 90% de la densidad máxima según el método Standard de Compactación, designación T-99, de la American of State Highway Officials (AASTHO).

Terminada la compactación de una capa, el Supervisor instruirá los sitios de donde se sacarán las muestras para la comprobación del grado de compactación, mandando a continuar el compactado en caso de no haber alcanzado el grado requerido. Sólo se podrá construir una capa después de que la anterior haya sido aprobada.

El Contratista deberá en todo momento facilitar la labor del Supervisor en el control de densidades de compactación.

El Contratista deberá recabar la autorización escrita del Supervisor por lo menos con un (1) día de anticipación, tanto para utilizar como para aprobar la calidad del material de relleno.

2.3.1.3 Medición y Pago

El relleno compactado no será medido ni pagado, por lo que el Contratista deberá prorratear su costo en la Suma Alzada de su Oferta.

2.4 Hormigón

2.4.1 Descripción

Este capítulo describe requerimientos mínimos para la fabricación de hormigón armado en fundaciones en general, postes de hormigón pretensados, obras de arte, protecciones y otros, ejecutadas de conformidad con

alineamientos, cotas y dimensiones indicadas en planos. El Contratista suministrará toda la mano de obra, insumos, equipos y servicios relacionados con los trabajos de hormigón en todas sus fases, colocación de barras de armadura, refuerzos y otros elementos embebidos en hormigón.

Los materiales, métodos y procedimientos de fabricación del hormigón, deberán ajustarse a la Norma Boliviana del Hormigón Armado, en adelante llamado CBH-87.

2.4.2 Clasificación y características

El Contratista deberá elaborar cuadros de hormigones a utilizarse en cada parte de la obra. Estos describirán en forma clara y fácil de entender, para evitar errores, las características del hormigón y su aplicación específica.

2.4.3 Materiales

Todos los materiales a proveer y utilizar no comprendidos en esta sección, deberán estar de acuerdo con las exigencias estipuladas para los mismos en otras secciones que les sean aplicables.

2.4.3.1 Cemento

El cemento Portland deberá estar de acuerdo con las Especificaciones para cemento del párrafo 2.1 de CBH-87. Se preferirá utilizar una sola marca de cemento en la obra.

El Contratista proveerá medios adecuados para almacenar el cemento protegido de la humedad, en lugares secos, cerrados y ventilados, etc.

Las bolsas de cemento que por cualquier circunstancia hayan fraguado parcialmente o que contengan terrones de cemento aglutinado, se rechazarán y su uso no será permitido en ninguna parte de la obra.

El Contratista deberá presentar copias certificadas de las pruebas realizadas a su costo, en conformidad a la Norma CBH-87, aplicables para todo el cemento utilizado en obra.

2.4.3.2 Agregados

Los agregados finos y gruesos deberán cumplir los requerimientos del párrafo 2.2 de CBH-87 y deberán consistir de un material duro, durable y bien graduado. El material que no esté exactamente de acuerdo con la Norma arriba mencionada, podrá ser aprobado luego de pruebas de laboratorio que establezcan que dicho agregado produce hormigones de la calidad especificada. Los costos de esas pruebas correrán por cuenta del Contratista.

El agregado grueso consistirá de piedra chancada o material rodado, con un tamaño máximo de acuerdo a la pieza a ser hormigonada.

El Contratista debe seleccionar bancos de agregado sujetos a aprobación del Supervisor. El agregado deberá ser almacenado y mantenido de modo de evitar inclusión de materiales extraños en el hormigón.

Los agregados en general, provenientes de distintas fuentes de origen, no deberán depositarse o almacenarse en un mismo acopio, ni usarse en forma alternada en la misma obra en construcción.

2.4.3.3 Agua

El agua para mezclado y curado del hormigón, mortero y argamasa se deberá tomar de un manantial o fuente aprobada por el Supervisor. Deberá ser limpia, incolora, libre de substancias deletéreas como sal, hidrocarburos líquidos, materias alcalinas y orgánicas y compuestos de azúcar; además no deberá tener un sabor áspero o salino. Al agitarla, no se deberá formar ninguna espuma permanente.

El agua no deberá contener más de 1.000 miligramos por litro de sulfatos (SO₄) ni más de 100 miligramos por litro de cloruros (Cl).

Cuando el Supervisor lo exija, el Contratista someterá el agua a un ensayo de comparación con agua destilada. La comparación se efectuará mediante la realización de ensayos normales para la durabilidad, tiempo de fraguado y resistencia del mortero.

Cualquier indicación de falta de durabilidad, variación en el tiempo de fraguado en mas de 30 minutos, o una variación en menos o más de un 10% en la resistencia, obtenida en ensayos comparativos efectuados con mezclas que contengan agua destilada, será causa suficiente para proceder al rechazo del agua sometida a dicho ensayo. Ver párrafo 2.3 de CBH-87

2.4.3.4 Aditivos

El tipo y fuente de todos los aditivos debe ser autorizado por el Supervisor por escrito. La aplicación de los mismos debe efectuarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Contratista deberá también suministrar datos certificados sobre ensayos en los que se indiquen los resultados del uso de los aditivos y su efecto en la resistencia y características del hormigón con edades hasta un año y con una temperatura inicial entre 10 y 32 grados centígrados.

Los aditivos deberán tener una fecha de vencimiento no menor a 6 meses después de su incorporación en obra. Los aditivos que no cumplan este requisito o que estén vencidos, serán depositados por el Contratista en las oficinas del Supervisor. Se deberá además cumplir todo el párrafo 2.4 de CBH-87

2.4.4 Hormigón

El hormigón debe estar compuesto de cemento Portland, agua, agregado fino y grueso. La dosificación será tal que permita obtener una mezcla plástica fácil de trabajar, adecuada a las condiciones específicas del colocado y que cuando sea curada adecuadamente el hormigón tenga dureza, impermeabilidad y resistencia de acuerdo con los requisitos de diseño. Al respecto, los trabajos se regirán al párrafo 15.5.2 de CBH-87.

Una copia de la dosificación de la mezcla, muestra del agregado, informes y certificados de pruebas de los materiales y pruebas de resistencia sobre los que se ha basado la dosificación, debe entregarse al Supervisor por lo menos dos semanas antes del colocado de cualquier hormigón de esas características, para su aprobación.

El Supervisor será notificado y aprobará cualquier cambio que sea necesario para ajustar la dosificación entregada previamente.

2.4.4.1 Muestras de hormigón para propósitos de prueba

El Contratista suministrará el hormigón y los materiales necesarios para muestreo y ensayos de hormigón, en presencia del Supervisor. Tomará muestras, preparará, controlará el fraguado, transportará y probará todas las piezas de ensayo, de acuerdo a normas de pruebas, métodos y laboratorios previamente aprobados por el Supervisor, sin ningún costo para ENDE.

El muestreo del hormigón se efectuará por lo menos una vez, por tipo de concreto mezclado y por cada 10 estructuras con vaciado de hormigón.

Las muestras consistirán por lo menos en 3 piezas del concreto preparado, una de las piezas será probada a los 7 días después del vaciado, y las otras 2 piezas a los 28 días.

El muestreo se efectuará de acuerdo con la norma del párrafo 16.5.4 de CBH-87. En cada caso, el Supervisor determinará la muestra a probarse.

El Contratista, en presencia del Supervisor, efectuará la prueba de revenimiento. El revenimiento se adecuará al tipo de hormigón y la pieza que se esté vaciando, para lo que incorporará estos datos en el cuadro de características que debe preparar según lo indicado antes. El Contratista preparará los cilindros de concreto y efectuará las pruebas de acuerdo con el párrafo 16.5 de CBH-87, a través de un laboratorio calificado aprobado por el Supervisor.

El Contratista entregará al Supervisor copias de los reportes de las pruebas de laboratorio, dentro de los dos días después de la ejecución de ensayos y el Supervisor los evaluará para dar aprobación de las obras.

2.4.4.2 Falla de muestras de prueba

Si la resistencia de los cilindros de prueba obtenidos de cualquier estructura, cae por debajo de los requisitos especificados, el Supervisor puede requerir del Contratista que obtenga especímenes para prueba de hormigón endurecido.

Los especímenes deben ser obtenidos y probados de acuerdo con la designación del párrafo 16.5.5, inciso b), de CBH-87.

Si el espécimen de prueba del hormigón endurecido confirma que el hormigón representado por los cilindros de prueba tiene una resistencia por debajo de la especificada, el Supervisor ordenará que el hormigón sea retirado y reemplazado a costo del Contratista.

2.4.4.3 Colocado del Hormigón

El tiempo de mezclado deberá ser aprobado por el Supervisor, y no será menor a 90 segundos para hormigones hasta de 1 metro cúbico. El tiempo entre el mezclado y el colocado deberá minimizarse.

No se colocará ningún hormigón hasta que todo el encofrado, instalación de partes metálicas y otros que serán embebidos en la masa y las superficies relacionadas al colocado, hayan sido inspeccionados y aprobados por el Supervisor.

No se colocará ningún hormigón *bajo aguas quietas*, excepto con el permiso escrito del Supervisor, el método de colocación deberá ser aprobado por el Supervisor.

No se colocará hormigón en corrientes de agua; el hormigón no deberá estar sujeto a la acción de corrientes de agua hasta que el mismo haya fraguado a satisfacción del Supervisor. Las superficies de los encofrados y los materiales embebidos que tengan incrustaciones de mortero previo ya seco, barro o cualquier otro material extraño, debe ser limpiado antes que el nuevo hormigón sea colocado.

Antes del colocado del hormigón, todas las superficies de fundación encima o contra las cuales el hormigón debe ser colocado, deben estar libres de agua estancada, barro o cualquier otra materia extraña.

La superficie de hormigón fraguado contra la que se colocará hormigón nuevo, debe ser completamente limpiada para retirar todo material extraño y luego se la saturará con agua antes del colocado del hormigón. El hormigón deberá colocarse en forma continua y tan rápidamente como sea posible hasta que se termine el hormigonado de la pieza, en capas que no excedan los 50 cm. de espesor para el vibrado.

Si por cualquier razón el trabajo es paralizado antes de completar la fundación, se instalará una junta de construcción de acuerdo con los planos, o como lo indique el Supervisor.

El hormigón se depositará en tal forma que mantenga hasta la conclusión de la fundación una superficie plástica horizontal.

No se permitirá agregar agua a la mezcla después de que el hormigón haya salido de la hormigonera.

Se evitará toda segregación de los materiales.

No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores a 0.50 m.

2.4.4.4 Protección del Hormigón Contra Daños

El Contratista deberá proteger todas las obras de hormigón contra daños, hasta la recepción final por parte del Supervisor.

El Contratista deberá estar preparado para proteger todo el hormigón, de acuerdo con los requisitos especificados en el CBH - 87 capítulo 11.7 Protección y Curado y las instrucciones del Supervisor.

2.4.4.5 Requisitos para la Superficie del Concreto

Todas las fundaciones de hormigón tendrán superficies suaves, sólidas y uniformes. La superficie superior del hormigón debe ser terminada conforme a los detalles que muestren los planos.

En general el terminado de las superficies, es un frotachado con badilejos de madera sobre el concreto.

Cuando lo instruya el Supervisor, se permitirá terminar algunas superficies con badilejo metálico, pero se tendrá cuidado de que la operación con esta herramienta no provoque que una cantidad excesiva de material fino suba a la superficie.

El terminado de la superficie del hormigón debe ser ejecutado únicamente por obreros especializados.

2.4.4.6 Curado del Hormigón

Tan pronto como haya sido vaciado y acabado, el hormigón será protegido de la lluvia, agua en movimiento, viento, sol y de toda acción que pudiera dañarlo.

El curado será iniciado tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para que la superficie no quede afectada. El curado durará siete días consecutivos a partir del endurecimiento inicial y consistirá en mantener la superficie del hormigón constantemente húmeda. El curado en zonas de temperaturas superiores a 21 grados deberá ser efectuado mediante un riego sobre arpillera o una capa de arena de aproximadamente cinco centímetros de espesor, que será retirada por el Contratista después de los siete días.

2.4.4.7 Transporte del Hormigón

El método y equipo utilizado para transportar el hormigón será tal que la mezcla de concreto mantenga su composición y consistencia y pueda ser entregada tan cerca como sea posible a su posición final, sin que exista mayor segregación o pérdida de revenimiento.

Todo el equipo para el mezclado de hormigón, así como los métodos de mezclado y transporte estarán sujetos a la aprobación por parte del Supervisor.

2.4.4.8 Compactación del Hormigón

El hormigón será consolidado a la máxima densidad práctica, sin segregación, mediante vibrado de tal forma que esté libre de toda cangrejera y tenga una completa adherencia contra todas las superficies y materiales embebidos.

La vibración del hormigón en fundaciones será mediante el uso de vibradores eléctricos o neumáticos, del tipo de inmersión; operando a velocidades de por lo menos 8.000 r.p.m. cuando estén sumergidos en el concreto.

Los vibradores serán colocados en forma vertical a intervalos suficientemente cercanos, para que todas las zonas de influencia se superpongan. Los vibradores deben ser sumergidos en toda la profundidad de la capa que está siendo tratada.

Cuando el hormigón se coloca en capas, la punta del vibrador debe extenderse aproximadamente 10 centímetros dentro de la capa colocada con anterioridad.

Los vibradores no deben ser utilizados para mover hormigón horizontalmente. Debe tenerse cuidado para evitar cualquier contaminación del hormigón a través del uso descuidado de los vibradores.

2.4.4.9 Temperatura para el Colocado de Hormigón

La temperatura del hormigón cuando sea colocado debe ser:

- a. No menor a 4 grados centígrados en tiempo frío.
- b. No mayor a 32 grados centígrados en tiempo caliente.

No se permitirá el colocado de hormigón cuando, en opinión del Supervisor, las condiciones climáticas u otros factores pertinentes, no garanticen el colocado y consolidación adecuada.

La temperatura de la mezcla deberá ser controlada tomando la temperatura de los agregados y del agua.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para efectuar vaciados del hormigón en clima cálido, obedeciendo la práctica recomendada por el párrafo 11.6 de CBH-87.

2.4.5 Encofrados para Hormigón

Los encofrados deben estar conforme a la forma, líneas y dimensiones del concreto, tal como lo detallan los planos. Deben ser suficientemente fuertes para soportar el peso muerto del hormigón sin sufrir gran deformación y además ser estancos para evitar pérdidas de mortero.

Los encofrados deben estar adecuadamente apuntalados y amarrados, de tal forma que mantengan su posición y forma durante el vaciado y después hasta el desencofrado.

La madera u otro material de encofrado utilizado en superficies expuestas, tendrá la superficie interior uniforme y estará libre de nudos y otros defectos.

La madera que se reutiliza en encofrados debe estar libre de clavos y las superficies que estén en contacto con el hormigón, deben estar completamente limpias antes de ser utilizadas nuevamente.

Las superficies interiores de encofrados y el terreno sobre el que el hormigón va a ser colocado, serán humedecidos antes de que el hormigón sea colocado.

Los encofrados pueden ser tratados con aceite aprobado por el Supervisor, para facilitar la remoción de ellos.

Los encofrados no deben ser removidos hasta que el hormigón haya fraguado lo suficiente para soportar cualquier sobrecarga en el concreto.

Para remover los encofrados, no se utilizarán cuñas metálicas o herramientas contra la estructura de hormigón. Si se necesitan cuñas, éstas serán de madera y podrán ser ligeramente golpeadas para romper la adhesión entre el hormigón y el encofrado.

2.4.6 Especificaciones para Barras de Refuerzo

Las barras de refuerzo deberán estar en conformidad con el capítulo 4 de CBH-87 para barras de acero de refuerzo de hormigón armado. El Contratista presentara los certificados de calidad del fabricante, para cada uno de los tipos de acero que utilizará en las obras.

2.4.6.1 Colocado de Barras de Refuerzo o Armadura

Se deberán colocar barras de refuerzo de acero en el hormigón, donde lo muestren los planos o donde lo instruya el Supervisor.

Antes que las barras sean colocadas, la superficie de las mismas y las superficies de cualquier soporte metálico, deben ser limpiadas de escamas de corrosión, suciedad, grasa o cualquier otra sustancia extraña.

Luego de ser colocadas, las barras de refuerzo deben ser mantenidas limpias hasta que queden completamente embebidas en el concreto.

El recubrimiento para el refuerzo debe ser de 50 mm (2”) en cualquier superficie y 75 mm (3”) en superficies expuestas, a menos que los diseños y planos del Contratista, aprobados por el Supervisor, especifiquen otros recubrimientos.

Las barras de refuerzo deben ser colocadas y fijadas exactamente en su posición, de forma tal que no sufran desplazamiento durante el colocado del hormigón. Se debe tener especial cuidado para evitar cualquier desplazamiento de las barras de refuerzo en el hormigón ya colocado.

Se podrán utilizar soportes y espaciadores metálicos, o cualquier otro soporte satisfactorio para mantener las barras de refuerzo en la posición indicada. Se pueden utilizar también bloques de cemento para soportar las barras, sujeto a la aprobación del Supervisor.

Se construirán parrillas de refuerzo utilizando alambre de amarre para su configuración. No está permitido el uso de soldadura en lugar de alambre de amarre. Las mallas electro-soldadas solo podrán ser utilizadas con la aprobación escrita del Supervisor.

Los empalmes de las barras de refuerzo tendrán una longitud mínima de 30 diámetros para el acero estriado y 48 diámetros para el acero liso. No se permitirá el uso de empalmes soldados a menos que lo autorice el Supervisor.

2.4.7 Medición

No se medirá con fines de pago el hormigón de ningún tipo, ni el fierro de refuerzo que se colocara en el mismo.

2.4.8 Pago

El hormigón armado no será pagado aparte, por lo que el Contratista deberá prorratear sus costos en la Suma Alzada de su Oferta.

2.5 Hormigón Ciclópeo

2.5.1 Descripción

Este trabajo tendrá lugar, para la construcción de obras de arte, protecciones de estructuras y otras obras de hormigón ciclópeo, especificadas en planos o propuesto anticipadamente por el Contratista y aceptado por el Supervisor u ordenadas por este último.

El hormigón ciclópeo será de resistencia a la compresión a los 28 días de 150 kg/cm² (H15 según CBH-87) y piedra “bolón”. La piedra para esta clase de trabajo será sólida, durable, libre de segregaciones, rajaduras y otros desperfectos de estructura o imperfecciones que tiendan a disminuir su resistencia a los agentes climatológicos.

La piedra deberá ser cuidadosamente colocada, no deberá dejarse caer libremente ni deberá ser lanzada, para evitar daños al encofrado o a la mampostería adyacente parcialmente fraguada.

Antes de su colocación en el hormigón, todas las piedras deberán ser lavadas y saturadas en agua.

La dimensión de cada piedra individual no deberá exceder el 50% de la dimensión más pequeña de la estructura en la cual va a ser colocada.

El volumen total de las piedras colocadas en el hormigón no deberá exceder el treinta por ciento (30%) del volumen total de la parte del trabajo o estructura en la cual dichas piedras deberán ser colocadas.

Cada piedra deberá estar lo suficientemente recubierta de hormigón, para lo que se seguirá las instrucciones del párrafo métodos constructivos.

2.5.2 Materiales

Todos los materiales a proveer y utilizar, no comprendidos en esta cláusula deberán estar de acuerdo con las exigencias estipuladas para los mismos en otras cláusulas que les sean aplicables.

2.5.2.1 Métodos Constructivos

Para el hormigón ciclópeo se utilizará por volumen 30% de piedra bolón, debiendo ser el 70% restante relleno con hormigón H15. Las piedras de desplazado deberán estar siempre completamente recubiertas de mezcla no permitiéndose el contacto directo entre ellas.

Para el objeto de que las piedras estén siempre cubiertas de mezcla, se deberá siempre verter primero una capa de hormigón, de alto mayor a las piedras, para colocar luego éstas a mano, completamente embebidas en la mezcla. No se permitirá hacer esta operación al revés, bajo ningún pretexto.

Las especificaciones para el hormigón relativas a encofrado, dosificación, curado y remoción de encofrados serán regidas por la sección pertinente.

2.5.3 Medición

No se medirá con fines de pago, el hormigón ciclópeo de ninguna parte de la obra.

2.5.4 Pago

El hormigón ciclópeo no será pagado aparte, ni siquiera cuando haya sido ordenado por el Supervisor, por lo que el Contratista deberá prorratear sus costos en la Suma Alzada de su Oferta.

3 OBRAS CIVILES PARA SUBESTACIONES

3.1 Diseño de obras civiles

El Contratista será responsable de efectuar el diseño y planos constructivos de todas las obras civiles faltantes en las cinco subestaciones del Proyecto.

El Contratista también será responsable de elaborar las Especificaciones con que se construirán las obras indicadas. Éstas estarán de acuerdo a las Normas que sean aplicables en cada caso.

Terminados sus Diseños y Especificaciones, el Contratista pedirá aprobación de ellos al Supervisor, antes de proceder a construirlos. No se permitirá ninguna construcción mientras esta aprobación no sea hecha. Sin embargo, el Contratista podrá ir entregando los diseños por etapas, para adelantar determinadas obras.

La aprobación no significa liberar al Contratista de sus responsabilidades contractuales.

Los criterios de seguridad para el cálculo de fundaciones de pórticos y equipos eléctricos, serán los establecidos en los párrafos pertinentes de estas mismas Condiciones Técnicas.

3.1.1 Alcance del diseño

El diseño de obras civiles faltantes en las cinco subestaciones del Proyecto alcanza, en forma enunciativa pero no taxativa, los siguientes ítems.

Subestación Trinidad:

Diseño de la malla de tierra de la subestación.

Diseño de fundaciones de pórticos y equipos eléctricos de la subestación.

Diseño de zanjas para cables eléctricos en la Sala de Control, sus pisos y aceras.

Diseño de zanjas en el patio, para cables eléctricos, incluso sectores de paso de movilidades pesadas. Diseño del sistema de drenaje pluvial de estas zanjas.

Subestación San Ignacio:

Diseño de la malla de tierra de la subestación.

Diseño de fundaciones de pórticos y equipos eléctricos de la subestación.

Diseño de zanjas para cables eléctricos en la Sala de Control y sus pisos y aceras.

Diseño de zanjas en el patio, para cables eléctricos, incluso sectores de paso de movilidades pesadas. Diseño del sistema de drenaje pluvial de estas zanjas.

Subestación San Borja:

Diseño de la malla de tierra de la subestación.

Diseño de fundaciones de pórticos y equipos eléctricos de la subestación.

Diseño de zanjas para cables eléctricos en la Sala de Control y sus pisos y aceras.

Diseño de zanjas en el patio, para cables eléctricos, incluso sectores de paso de movilidades pesadas. Diseño del sistema de drenaje pluvial de estas zanjas.

Subestación Yucumo:

Diseño de la malla de tierra de la subestación.

Diseño de fundaciones de pórticos y equipos eléctricos de la subestación.

Diseño de zanjas para cables eléctricos en la Sala de Control y sus pisos y aceras.

Diseño de zanjas en el patio, para cables eléctricos, incluso sectores de paso de movilidades pesadas. Diseño del sistema de drenaje pluvial de estas zanjas.

Subestación Caranavi:

Diseño de ampliación de la malla de tierra de la subestación.

Diseño de fundaciones de equipos eléctricos de la subestación.

Diseño de zanjas en el patio para cables eléctricos, incluso sectores de paso de movilidades pesadas. Diseño del sistema de drenaje pluvial de estas zanjas.

Diseño de ductos para cables eléctricos..

3.1.1.1 Medición y pago

La elaboración de los diseños de las obras civiles faltantes en las subestaciones no será pagado aparte, por lo que el Contratista deberá prorratar sus costos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2 Construcción de obras civiles

Una vez obtenida la aprobación del Supervisor a los Diseños, Planos y Especificaciones constructivas, el Contratista procederá a construir las obras.

El Contratista estará obligado a respetar en un todo los Diseños y Especificaciones que se hayan aprobado. No obstante, a continuación se listan algunos requerimientos mínimos de calidad para las obras, que no podrán ser desmejoradas bajo ningún argumento durante la construcción.

Antes de entrar a las faenas constructivas, el Contratista procederá a la Instalación de Faenas, donde construirá ambientes para oficinas, almacenes, depósitos y otros, que le serán necesarias durante las actividades posteriores. También ejecutará un riguroso replanteo de las obras.

Para supervisar ambas actividades, el Supervisor aplicará las partes pertinentes de lo establecido para ellos, en la construcción de Líneas.

Ni la Instalación de Faenas ni el Replanteo serán objeto de pago, por tanto el Contratista deberá prorratar el costo de los mismos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.1 Malla de tierra

El Contratista debe diseñar, proveer e instalar una malla de conductor de cobre destinada a descargar a tierra sobre-tensiones eléctricas que ocurran en el área de la subestación. Esta malla debe preverse para proteger tanto el área neta de la subestación como la sala de control, cerco perimetral y otros puntos importantes.

3.2.1.1 Descripción

Constará de una malla reticulada de cables de cobre, enterrados horizontalmente en el terreno de la subestación de acuerdo a los planos de malla de tierra de las subestaciones. En los cruces de cables o donde el diseño del Contratista lo señale, se dispondrá una varilla del mismo metal (jabalina) que será introducida aún más dentro el terreno, en forma vertical. Además, en cada cruce de cables y/o jabalinas, se procederá al electrosoldado de los mismos entre sí. Finalmente, en los sitios necesarios, se dispondrá terminales del mismo conductor (chicotillos) que emergerán del terreno para conectarse a los equipos u otros objetos, según se requiera.

El diámetro del conductor y jabalinas, dimensiones de las cuadrículas y varillas, así como la profundidad a la que se instalará toda la malla, serán calculadas por el Contratista, tomando en cuenta las sobretensiones que se prevén en los equipos que va a proveer, así como los datos de conductividad de los terrenos de cada subestación, que deberá obtener por pruebas en cada sitio.

En todo caso, la resistencia de la malla de tierra será igual o menor a 5 ohmios. El Contratista deberá también diseñar, si corresponde, un sistema para mejorar la conductividad de los terrenos, por ejemplo, la mezcla de material orgánico en el relleno de zanjas que se excaven para enterrar la malla.

Antes de proceder a los trabajos de instalación de la malla de tierra, los diseños y cálculos del Contratista deberán ser aprobados por la Supervisión. No se ejecutará ningún trabajo en el terreno sin este requisito.

En caso de que existan mallas de tierra por áreas, estas deben unirse entre sí en un solo punto a través de una plancha de Cobre de sección adecuada.

3.2.1.2 Ejecución

La instalación de la malla de tierra, preferiblemente se hará antes de cualquier otro trabajo, sobre todo de la construcción de fundaciones, para evitar disturbar el terreno de asiento de las mismas.

De acuerdo a los planos que elabore el Contratista, éste procederá a replantear la posición de la malla de tierra y excavar las zanjas a lo largo de las líneas de la malla. Esta excavación se hará hasta la profundidad prevista por el diseño. Se preferirá ejecutar el trabajo por tramos, para evitar derrumbes y otros problemas derivados de dejar mucho tiempo abiertas las zanjas.

Terminada la excavación se colocará una capa de 10 cm. de tierra vegetal u otro material apropiado y aprobado por la Supervisión, sobre la que se instalará los conductores de cobre de la malla y se introducirá las jabalinas, en las posiciones previstas. Continuará con el soldado de cruces de cables y jabalinas, para lo que obligatoriamente se requerirá la presencia de la Supervisión.

Finalmente, una vez aprobado el soldado de la malla por el Supervisor se procederá a cubrir los conductores con una capa de tierra vegetal para posteriormente proceder al relleno compactado con el material de excavación, mejorado o no, de acuerdo a Diseño.

La resistencia de la malla de tierra será igual o menor a 5 ohmios, construida como mínimo de acuerdo a lo establecido en el plano aprobado. Si este valor de resistencia no se alcanzase, el Contratista deberá ampliar la malla de tierra o efectuar mejoras hasta alcanzar el nivel de resistencia requerido. Cualquier alternativa de mejora debe ser aprobada por la Supervisión.

Todos los trabajos de excavación y relleno, se harán tomando en cuenta lo indicado en los párrafos pertinentes de este mismo Pliego.

3.2.1.3 Medición

No se medirá con fines de pago la construcción de las mallas de tierra, así como tampoco ninguna de sus actividades componentes.

3.2.1.4 Pago

Ni la construcción de las mallas de tierra ni sus actividades componentes serán objeto de pago aparte, por tanto el Contratista deberá prorratear el costo de los mismos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.2 Fundaciones de pórticos y equipos eléctricos

El Contratista deberá construir fundaciones de hormigón armado para pórticos y equipos eléctricos de la subestación. Se incluyen las fundaciones de equipos, si corresponden, para equipos que se colocaran dentro la Sala de Control.

3.2.2.1 Materiales y construcción

El Contratista proveerá todo el material en cantidad y calidad suficientes para realizar todo el trabajo de construcción de fundaciones de pórticos metálicos y equipos eléctricos de las subestaciones.

Las fundaciones, salvo excepciones aprobadas por el Supervisor, serán de hormigón armado. Se aplicarán los mismos criterios para excavación, hormigón, hierro de refuerzo y relleno compactado, establecidos para fundaciones en las estructuras de la Línea. Si corresponde, el Contratista diseñará la mejora del terreno de soporte, *aún en el caso de la fundaciones que se vayan a construir en las plataformas de San Borja o Trinidad ya construidas. En todo caso la superficie resultante de la excavación, al menos será recompactada a 90% de la densidad máxima, según T-99 de la AASTHO₂*

Terminada la construcción de fundaciones, el Contratista deberá reponer las áreas circundantes, de modo de dejarlas en las mismas condiciones establecidas en los planos de acabado de superficies del terreno. Los escombros y material sobrante serán llevados a sitios de disposición final aprobados por el Supervisor.

3.2.2.2 Medición

No se medirá con fines de pago la de fundaciones así como tampoco ninguna de sus actividades componentes.

3.2.2.3 Pago

Ni la construcción de fundaciones ni sus actividades componentes serán objeto de pago aparte, por tanto el Contratista deberá prorratear el costo de los mismos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.3 Sistema de colocación y retiro de transformadores de potencia

El Contratista será responsable de diseñar y construir un sistema de descargado y movimiento de los transformadores de potencia, desde su punto de descarga de los camiones de cada subestación, hasta la fundación previamente construida.

3.2.3.1 Descripción

Este sistema constará, en forma enunciativa pero no taxativa, de una bahía para descarga de camiones, una plataforma para descarga del transformador y una red, preferiblemente de rieles y durmientes, que lo traslade, utilizando medios sencillos, hasta su fundación.

En los planos del propietario, existe un pre-diseño que puede servir de guía para el diseño final. En caso de aceptarlo, el Contratista deberá complementarlo y adaptarlo a cada subestación, considerando que en las de Trinidad y San Borja, existen desniveles que pueden utilizarse, mientras que en San Ignacio y Yucumo, estos desniveles deberán ser creados. Estos desniveles podrán ser utilizados posteriormente como zonas de almacenamiento de aceite en caso de derrames por explosión de transformadores o reactores.

3.2.3.2 Ejecución

El Contratista efectuará el diseño de cada una de las partes componentes del sistema, considerando la circulación de camiones de alto tonelaje y el peso propio de los transformadores. Antes de proceder a construirlos, el Contratista presentará sus diseños, cálculos, planos y especificaciones de construcción para aprobación del Supervisor.

De este modo, el camino de aproximación de camiones, además de estar conectada a la red interna de caminos interiores de la subestación, tendrá sus mismas características de capacidad portante. El muro de contención, la plataforma de cargado y descargado, el sistema de rieles y otros componentes, serán diseñados y construidos para el peso de los transformadores.

El Contratista deberá tomar en cuenta que este sistema de traslado, no será utilizado solamente durante el montaje de la subestación, sino que permanecerá en el sitio y servirá en la fase futura de operación para eventuales retiros de los transformadores para reparación y mantenimiento. Por tanto el sistema, durante un traslado del equipo, no debe perjudicar la posición y operación de otros equipos, pórticos, zanjas, etc. de la subestación.

3.2.3.3 Medición

No se medirá con fines de pago la construcción del sistema de traslado de transformadores, así como tampoco ninguna de sus actividades componentes.

3.2.3.4 Pago

Ni la construcción de del sistema de traslado de transformadores ni sus actividades componentes serán objeto de pago aparte, por tanto el Contratista deberá prorratear el costo de los mismos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.4 Zanjas exteriores e interiores para cables

El Contratista construirá un sistema de zanjas *exteriores e interiores* a la Sala de Control, adecuado para conducir todos y cada uno de los cables necesarios, desde los distintos equipos y pórticos, hasta dicha Sala.

3.2.4.1 Materiales y construcción

Las zanjas serán de hormigón armado, de sección adecuada al número de cables que van a conducir, pero no menor a 0.60 de ancho x 0.50 de alto. La red de zanjas se construirá de modo que ingresen a la Sala de Control, por los puntos por los cuales el Supervisor ha previsto, cuando construyó los cimientos de dicha Sala.

Las tapas serán también de hormigón *armado para las zanjas exteriores y de madera o plancha de acero estampada de 6 mm para las interiores*. Serán de dimensiones y formas que permitan sacarlas y reponerlas, a pulso, con facilidad. Cuando estén puestas en su sitio, deberán quedar muy estancas para evitar entrada del agua de lluvias.

En tramos en que las zanjas atraviesen caminos interiores por donde circularán vehículos, éstas deberán reforzarse contra las cargas de los camiones antes establecidos.

A pesar de la estanqueidad de las tapas, se espera ingrese algo de agua de lluvias a las zanjas, por lo que el Contratista diseñará y construirá un sistema de drenaje que estará coordinado con el sistema de drenaje global de la subestación. Se sugiere que este drenaje consista en construir la solera con pendientes apropiadas para conducir las aguas hacia puntos a determinar, desde donde se retirarán mediante tuberías u otros, hasta la red de drenaje principal.

Terminada la construcción de zanjas exteriores para cables, el Contratista deberá reponer las áreas circundantes, de modo de dejarlas en las mismas condiciones establecidas en los planos de acabado de superficies del terreno. Los escombros y material sobrante serán llevados a sitios de disposición final, aprobados por el Supervisor.

3.2.4.2 Medición

No se medirá con fines de pago la construcción de zanjas exteriores para cables, así como tampoco ninguna de sus actividades componentes.

3.2.4.3 Pago

Ni la construcción de zanjas exteriores para cables ni sus actividades componentes serán objeto de pago aparte, por tanto el Contratista deberá prorratar el costo de los mismos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.5 Manto de grava en la subestación

El Contratista proveerá y colocará grava, según especificaciones, en la superficie del área de las subestación donde estarán ubicados los equipos y pórticos.

Este trabajo comprende, sin estar limitado a, la provisión, transporte y colocación de material pétreo aprobado, sobre el terreno. Se deberá formar una capa uniforme de no menos de 10 cm de espesor en ningún punto.

3.2.5.1 Materiales y colocación

El material a ser empleado será grava natural o piedra chancada, de granulometría uniforme entre ½” como grano más pequeño y 2” como máximo. La piedra será de buena calidad, estructura interna homogénea, durable, limpia y de buen aspecto. Deberá estar libre de material orgánico y otras suciedades.

El Contratista propondrá el banco del material a proveer para la aprobación del Supervisor, antes de su transporte al sitio.

Las áreas que recibirán el manto de grava serán previamente emparejadas y, si necesario, compactadas según las pendientes de drenaje previstas para ellas.

Todo el material provisto, se debe extender en una capa uniforme en la que ningún punto debe tener espesor menor a 10 cm. Dicha capa no será compactada.

3.2.5.2 Medición

No se medirá con fines de pago la construcción del manto de grava, así como tampoco ninguna de sus actividades componentes.

3.2.5.3 Pago

Ni la construcción del manto de grava ni sus actividades componentes serán objeto de pago aparte, por tanto el Contratista deberá prorratear el costo de los mismos en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.6 Sistema de recuperación de aceite derramado

El Contratista diseñará y construirá un sistema de recolección destinado a la recuperación de eventuales derrames de aceites provenientes de los transformadores de potencia de la subestación.

El Diseño se efectuará de manera de satisfacer las Normas de medio ambiente vigentes en el país. Comprende sin estar limitado, muros contra fuego, cámaras de recuperación y de depósito transitorio del aceite derramado, tuberías de conducción, etc.

3.2.6.1 Diseño y construcción

Una vez aprobado por parte del Supervisor el Diseño del Contratista, éste procederá a efectuar los Planos de detalle y Especificaciones constructivas, que a su vez deberán ser aprobados por el Supervisor.

Posteriormente, el Contratista construirá las distintas partes del sistema, cuidando que todo esté en estricta concordancia con los planos aprobados. A su vez los materiales empleados y forma de construir de los componentes, deberán respetar las Especificaciones aprobadas.

3.2.6.2 Medición

No se medirá con fines de pago la construcción del sistema de recuperación de aceites, así como ninguna de sus partes componentes.

3.2.6.3 Pago

No será objeto de pago aparte la construcción del sistema de recuperación de aceites, así como ninguna de sus partes componentes. Por tanto el Contratista deberá prorratear sus costos, en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.7 Pisos de Cerámica y Aceras

Se entiende como pisos de la sala de control, todos los pisos de las Salas de control acabados en cerámica de alto tráfico y las aceras de las Casas de control acabadas en hormigón; en las subestaciones de Trinidad, San Ignacio, San Borja y Yucumo, que el Contratista deberá construir. La construcción de pisos en la salas de control, implica también la construcción de sus zócalos; y la de aceras implica la construcción de sus bordillos. Todo ello de acuerdo a estas Condiciones Técnicas.

Antes de construir los pisos y aceras, el terreno será emparejado en el nivel requerido mediante relleno compactado o excavación, si esta última correspondiera. La superficie actual de los pisos existentes, así como las capas de relleno de no más de 25 centímetros de espesor, se compactarán rigurosamente hasta el grado no menor a 95% según T-99 A (AASHTO). La Supervisión controlará estrictamente esta compactación.

También antes de construir los pisos y aceras, el Contratista construirá las zanjas para cables de hormigón que haya diseñado con la aprobación del Supervisor.

3.2.7.1 Aceras (pisos de hormigón)

Para las aceras o pisos de hormigón, donde sólo se espera tráfico peatonal, se vaciará una carpeta de hormigón de 10 cm. de espesor, con una relación de 1:2:4 (cemento, arena, grava). El acabado deberá ser frotachado con plancha de madera sin añadir ningún árido ni cemento, de tal manera de conseguir una conformación de carpeta de hormigón uniforme sin alteración de áridos ni ligantes que afecten la homogeneidad de la mezcla y el fraguado de la misma. El revenimiento (Slump) no deberá ser mayor a 5 cm. El apisonado o compactado deberá ser prolijo, poniéndose especial atención en producir superficies

perfectamente horizontales, sin ondulaciones, depresiones o irregularidades. Se construirán juntas de dilatación cada 2 m., las cuales serán vaciadas a manera de tablero de ajedrez, es decir, por placas independientes las unas de las otras: El contenido mínimo de cemento para pisos será de 250 Kg/m³.

Donde se espere tráfico vehicular o tránsito de materiales pesados, estas losas se podrán reforzar con fierro de refuerzo, a juicio de la Supervisión.

3.2.7.2 Bordillos

Las veredas de hormigón terminarán en bordillos que deberán ser construidos según el Diseño del Contratista, aprobado por el Supervisor. Construidos en forma previa a la soladura de piedra de las aceras, los bordillos constituirán las maestras con pendientes y cotas definidas para el hormigón de las aceras.

3.2.7.3 Pisos de Cerámica

Los pisos de cerámica rugosa de alto tráfico, con grado de cocimiento no menor al No. 4, serán colocados en el piso de la Sala de Control. Su ejecución se basa en la colocación de cerámica de primera calidad, sobre una capa de mortero 1:3 de arena cernida, asentada sobre un contrapiso de cemento y capa base de terreno previamente compactado. El espesor del hormigón de contrapiso será de 10 cm. como mínimo y la capa de mortero de 2 cm. aproximadamente. La marca y el color de la cerámica estarán sujetos a elección o aprobación del Supervisor.

Las juntas serán selladas con lechada de cemento blanco puro.

3.2.7.4 Zócalos de Cerámica

Los zócalos en general, serán colocados en la Sala de Control. Deben ser colocados de tal manera que éstos y sus correspondientes pisos presenten una intersección de sus planos a 90°, guardando perfecta alineación; y estén perfectamente pegados a sus paredes.

Los zócalos de cerámica serán pegados con mortero 1:4. Las juntas se sellarán con una lechada de cemento puro. El color del zócalo y su correspondiente piso debe ser el mismo y el zócalo deberá guardar relación de dimensiones con las plaquetas de cerámica empleadas en los pisos.

3.2.7.5 Medición

No se medirá con fines de pago la construcción de piso y aceras, así como ninguna de sus partes componentes.

3.2.7.6 Pago

No será objeto de pago aparte la construcción de piso y aceras, así como ninguna de sus partes componentes. Por tanto el Contratista deberá prorratar sus costos, en la Suma Alzada de su Oferta.

3.2.8 Acabado de paredes

El contratista deberá, terminadas las faenas de montaje, proceder al pintado de paredes de la Sala de Control, con no menos de 3 manos de pintura latex y un retoque, a satisfacción de la supervisión, en otros ambientes en que hubiera causado daños al acabado de paredes, debido a las faenas de montaje.

Así mismo, en las paredes exteriores de las casa de control de Trinidad, San Borja y Yucumo, procederá al acabado del ladrillo visto, con sellantes apropiados, a satisfacción de la supervisión.

3.2.8.1 Medición

No se medirá con fines de pago el acabado de paredes, así como ninguna de sus partes componentes.

3.2.8.2 Pago

No será objeto de pago aparte el acabado de paredes, así como ninguna de sus partes componentes. Por tanto el Contratista deberá prorratear sus costos, en la Suma Alzada de su Oferta.

SECCION II

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA
SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA
SUBESTACIONES**

**LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL E INTERNACIONAL
DISEÑO, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO,
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES**

PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CARANAVI - TRINIDAD

VOLUMEN II

SECCIÓN II

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA SUBESTACIONES**

INDICE

1	CONDICIONES GENERALES.....	1
1.1	DESCRIPCIÓN.....	1
1.2	CONDICIONES GENERALES TÉCNICAS.....	1
1.3	CÓDIGOS Y NORMAS.....	2
1.4	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE FÁBRICA.....	2
1.5	INSPECCIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	3
1.6	REQUERIMIENTOS GENERALES.....	4
1.7	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS.....	4
1.8	ALCANCE DE SUMINISTRO.....	5
2	PLACAS DE CARACTERISTICAS TECNICAS.....	5
3	TERMINALES.....	5
4	PLANOS, MANUALES, INSTRUCTIVOS Y PROTOCOLOS DE PRUEBA.....	5
4.1	PLANOS PARA EQUIPOS Y ESTRUCTURAS SOPORTE DE EQUIPOS.....	5
4.2	APROBACIÓN DE PLANOS.....	6
4.3	CRONOGRAMA DE ENTREGA DE MANUALES Y PLANOS.....	6
4.4	TRANSPARENCIAS REPRODUCIBLES.....	6
5	EQUIPOS Y MATERIALES DE ALTO VOLTAJE Y MEDIO VOLTAJE.....	7
5.1	INTERRUPTORES DE POTENCIA.....	7
5.2	SECCIONADORES TRIPOLARES.....	15
5.3	TRANSFORMADORES DE VOLTAJE CAPACITIVO CCVT.....	21
5.4	TRANSFORMADORES DE VOLTAJE INDUCTIVO.....	27
5.5	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE CT.....	30
5.6	PARARRAYOS.....	37
5.7	RECONECTADORES.....	42
5.8	SECCIONADORES FUSIBLES.....	45
5.9	AISLADORES TIPO POSTE.....	48
5.10	ESTRUCTURAS SOPORTE DE EQUIPOS.....	50
6	TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	55
6.1	TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	55
7	REACTORES.....	67
7.1	REACTORES DE IMPEDANCIA VARIABLE CON CAMBIADOR DE DERIVACIONES BAJO CARGA O CON CONTROL MAGNÉTICO.....	67

8	EQUIPOS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICION, COMUNICACIONES, SISTEMA SCADA, SERVICIOS AUXILIARES AC/DC E INGENIERÍA DE PLANTA Y SISTEMA.....	71
8.1	PROTECCIÓN DE LÍNEA, TRANSFORMADOR, REACTORES, ALIMENTADORES, TABLEROS DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN.....	71
8.2	SISTEMA SCADA.....	79
8.3	CABLES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN.....	89
8.4	EQUIPOS Y MATERIALES DE SERVICIOS AUXILIARES AC.....	94
8.5	SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE CONTINUA DC.....	98
8.6	SISTEMA DE COMUNICACIONES PLC (Power Line Carrier).....	109
9	ESTRUCTURAS DE ACERO PARA PÓRTICOS DE BARRAS FLEXIBLES.....	117
10	BARRAS FLEXIBLES Y CABLE DE GUARDIA.....	117
11	MATERIAL Y ACCESORIOS PARA PUESTA A TIERRA, AISLADORES Y FERRETERÍA DE LINEA.....	118
11.1	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	118
11.2	AISLADORES DE SUSPENSIÓN.....	120
11.3	CONECTORES Y FERRETERÍA DE LÍNEA.....	121
11.4	INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA.....	121

VOLUMEN II

SECCIÓN II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA SUBESTACIONES

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 DESCRIPCIÓN

Estas especificaciones técnicas establecen los criterios, las características técnicas y de fabricación para la provisión completa de equipos y materiales necesarios para cinco subestaciones asociadas al Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica Caranavi Trinidad.

Las especificaciones cubren las normas, las condiciones especiales para provisión de equipos, materiales de accesorios así como las pruebas y ensayos en fábrica, condiciones de embarque, seguros, transporte hasta los sitios de obra, verificación en sitio de obra y verificación de instalación y montaje, pruebas en sitio y puesta en servicio.

Las especificaciones, cuantificación y provisión de los materiales y accesorios no incluidos en la presente especificación las deberá realizar el Proveedor.

La provisión de equipos y materiales en estas especificaciones se divide en grupos como sigue:

- Equipos y materiales de alto voltaje y de medio voltaje.
- Transformadores de potencia.
- Reactores de impedancia variable con control magnético.
- Equipamientos de protección y control, equipos y materiales de comunicaciones, PLC voz/datos, relaying, terminales remotas, equipos de centro de control y software para sistema SCADA, equipamientos y materiales de servicios auxiliares AC/DC y cables y terminales, incluyendo ingeniería de planta..
- Otros Materiales

1.2 CONDICIONES GENERALES TÉCNICAS

Todos los equipos y materiales serán de alta calidad, libres de defectos y fallas.

Equipos y materiales que aunque no se hayan descrito deberán satisfacer las normas y códigos citados más adelante

El Proveedor deberá adjuntar a su oferta un documento para cada clase de tipo de equipo o material a ser provisto, donde mencione las limitaciones y excepciones que este equipo presente con relación a estas especificaciones, así como las razones que justifiquen tales excepciones. El Proveedor mantendrá total responsabilidad sobre todas las modificaciones y excepciones propuestas, ENDE se reserva el derecho de aceptar o rechazar tales modificaciones.

Los proponentes incluirán en su propuesta todos los dibujos, planos, diagramas de montaje y conexiones de equipos provistos, revisión final después del montaje e instalación de equipos para dar el visto bueno para las pruebas de puesta en servicio y energización de los mismos bajo la responsabilidad del suministrador de ingeniería de planta y el sistema, así como también se incluirán o serán descritos todos los estándares y códigos de fabricación.

Todos los materiales y accesorios que componen el equipo provisto que no sean fabricados directamente por los proponentes, deberán ser provistos de fabricantes de reconocida calidad y fabricados bajo las

normas descritas en este documento. El Proveedor enviará a ENDE los nombres y experiencia de tales fabricantes para su aprobación.

Estas especificaciones y sus anexos establecen sólo los parámetros y características de fabricación, por esta razón el Proveedor no es liberado de ninguna responsabilidad con respecto al diseño, concordancia con las normas y/o circunstancias imprevistas que pudiesen surgir durante la provisión.

1.3 CÓDIGOS Y NORMAS

Se especifican todas las normas técnicas y reglamentaciones a las que deben sujetarse los fabricantes para la provisión de los equipos así como la información técnica de los materiales.

Las normas requeridas en esta provisión son las generalmente aceptables para este tipo de bienes.

Toda vez que se citen códigos y/o normas se sobreentiende que se refieren a la última edición de éstas, según versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación.

En el documento se usarán las siguientes abreviaciones para referirse a los distintos códigos y normas:

Nombre	Abreviación
International Electrotechnical Commission	IEC
American Society for Testing and Materials	ASTM
American National Standards Institute	ANSI
American Standards Association	ASA
Institute of Electrical and Electronic Engineers	IEEE
National Electrical Manufacturers	NEMA
American Welding Society	AWS
American Society of Mechanical Engineers	ASME
International Standards Organization	ISO
American Concrete Institute	ACI
American Institute of Steel Construction	AISC
American Society of Civil Engineers	ASCE
Environmental Protection Agency	EPA

El proponente podrá ofertar equipos y materiales fabricados bajo normas regionales o nacionales. Tales ofertas serán consideradas por ENDE sólo si el proponente presenta copias certificadas de estos códigos o normas donde se pruebe que estas son superiores o equivalentes a las especificadas. Tal aceptación requerirá una conformidad expresa, escrita por parte de ENDE.

ENDE se reserva el derecho de rechazar tales ofertas o productos fabricados bajo normas de inferior requerimiento que aquellas especificadas en estos documentos o aquellas correcciones que sean emitidas.

1.4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE FÁBRICA

Todos los equipos y componentes provistos serán probados de acuerdo con procedimientos de fabricación regulares, normas aplicables y otros métodos aceptables.

Ningún equipo o componentes serán aceptados hasta que todas las pruebas, análisis e inspecciones finales sean efectuados y completados a satisfacción de ENDE.

Previo al embalaje y embarque de los equipos, copias de las pruebas y resultados de los análisis debidamente certificados o la garantía del Proveedor será enviada para aprobación por ENDE. Es obligación del Proveedor realizar todas las pruebas requeridas por estas Especificaciones Técnicas.

En caso de que el Proveedor desee usar partes o componentes no específicamente fabricados para los equipamientos cubiertos por estas especificaciones, el Proveedor enviará una solicitud de aprobación a

ENDE a objeto de verificar que tales partes o componentes satisfacen los requerimientos de estas especificaciones técnicas.

El Proveedor informará a ENDE, con 30 días de anticipación acerca de la fecha de ejecución de las pruebas de comportamiento e incluirá un documento que especifique en detalle, los procedimientos de las pruebas. ENDE designará y enviará un inspector para presenciar y certificar las pruebas por cada lote de equipos. El Proveedor asumirá todos los gastos de pasajes (ida y vuelta), transporte, local, alojamiento y alimentación, a no ser que este derecho sea específicamente liberado.

Los procedimientos a ser usados para las pruebas de comportamiento (performance) serán enviados para aprobación por ENDE, quien en coordinación con el Proveedor aprobará el plan de pruebas y la recolección de muestras si fuese necesario.

Los resultados de las pruebas serán presentados de manera tal que ellos permitirán, a través de un simple método, determinar el cumplimiento de las normas. El Proveedor proporcionará a ENDE 5 copias certificadas de los informes de pruebas en un período no mayor de 15 días de haber sido efectuadas éstas. Los informes de pruebas certificados serán complementados con todos los requerimientos de información explicativa (métodos, instrumentos y constantes usadas) y el alcance total de la prueba.

Estos reportes de pruebas incluirán los nombres de los inspectores de ENDE y del Proveedor, el número de orden o contrato, el lugar y la fecha de las pruebas, el modelo del equipo y el número de serie, características del equipo verificado o probado, garantías y los resultados de las pruebas.

Todas las copias de los informes de pruebas serán firmadas por el responsable de las pruebas, el responsable de pruebas del Proveedor y el inspector designado por ENDE (en caso de que exista). En todos los casos, el Proveedor presentará certificados que muestren que equipos verificados satisfacen todos los requerimientos efectuados en estas especificaciones técnicas y estén en concordancia con la información del equipamiento ofertado.

Si ENDE no está de acuerdo con los resultados de las pruebas, que indiquen que los equipos o materiales cumplen con esta especificación y las normas pertinentes, podrá solicitar al Proveedor la repetición de estas pruebas en otro laboratorio independiente elegido por ENDE. Si estos resultados son razonablemente coincidentes con los previos y muestran que el equipo cumple con estas especificaciones, todos los gastos inherentes de la segunda serie de pruebas correrán por cuenta del ENDE. En caso de que los resultados no sean razonablemente coincidentes, el pago corresponderá al Proveedor, estos costos serán descontados la suma total que ENDE debe al Proveedor y el equipo será rechazado por no cumplir los requerimientos del Contrato.

Todo equipamiento que sea rechazado como efecto de las pruebas de ENDE, será reemplazado por el Proveedor, sin costo para ENDE, el equipamiento reemplazado debe satisfacer las especificaciones técnicas de este documento.

Todo el equipamiento provisto debe satisfacer estas especificaciones técnicas. Si los requerimientos técnicos, la calidad del equipo o las condiciones de fabricación no estuviesen especificados, el Proveedor debe elegir el equipamiento estándar más comúnmente utilizado para esta clase de equipamiento. El equipo así como sus características estará disponible para inspección de ENDE en cualquier momento.

Cualquier omisión o ausencia de aprobación de equipos por parte de ENDE no significará, de ninguna manera, que el equipo o sus componentes hayan sido aceptados, estando este equipo aún sujeto a un rechazo en caso de que se determine que éste no satisface las especificaciones técnicas de este documento.

1.5 INSPECCIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS EQUIPOS

Cuando la inspección se efectúe en el sitio de fabricación, la aceptación preliminar será efectuada en el sitio de la provisión, después de que el equipamiento transportado haya sido verificado en su integridad, inspeccionado y verificado que no haya sufrido ningún daño durante el transporte.

En caso de que noventa (90) días después que los equipos y materiales hayan sido entregados en sitio; presentaran raspaduras, daños o el no cumplimiento de especificaciones sean detectadas, ENDE tendrá el derecho de revocar la aceptación preliminar y de acuerdo con la magnitud de los daños, ENDE podrá rechazar o condicionar la aceptación de estos equipos.

La última inspección de los equipos y materiales provistos tendrá lugar en el sitio de montaje una vez que las instalaciones sean completadas y las pruebas de comportamiento y funcionamiento se hayan efectuado.

El montaje será considerado completo, sólo cuando todas las características de trabajo y de funcionamiento hayan sido cumplidas a satisfacción de ENDE.

El Certificado de Aceptación Provisional será emitido una vez que, todo el equipamiento y materiales hayan sido completamente montados e instalados y todas las pruebas hayan sido efectuadas y completadas a satisfacción de ENDE de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas en estos documentos.

Una vez concluido el montaje de los equipos, efectuadas las pruebas de funcionamiento y las pruebas de puesta en servicio hayan sido efectuadas de forma satisfactoria, ENDE emitirá el Certificado de Aceptación Provisional. A partir de este momento se iniciará el plazo de garantía de funcionamiento de los equipos.

Cumplido el plazo de garantía de todos los equipos, funcionando y operando a satisfacción, ENDE emitirá el Certificado de Aceptación Definitiva.

1.6 REQUERIMIENTOS GENERALES

Los proponentes, necesariamente, deberán anexar a sus ofertas la siguiente información:

- a. Catálogos y folletos conteniendo toda la información técnica del equipamiento aceptado y materiales, así como información de operación y de mantenimiento.
- b. Dibujos, diagramas dimensionales, tablas y planos del equipo ofertado.
- c. Hojas de información técnica garantizada del equipo ofertado
- d. Normas y códigos de fabricación de materiales y equipos
- e. Códigos de identificación de equipos
- f. Catálogos y dibujos para el montaje, instalación, pruebas, operación y mantenimiento de los equipos
- g. Nombre del fabricante, procedencias de los componentes y partes fabricadas por otros proveedores.
- h. Lista de repuestos recomendada por el fabricante.
- i. Normas y regulaciones de las pruebas de aceptación de fábrica.
- j. Cronogramas de fabricación pruebas transporte, inspección de equipos y materiales. Éste cronograma incluirá también lo siguiente:
 - Fechas límites para entregar equipo o, diagramas especificaciones técnicas del equipamiento para aprobación final.
 - Condiciones de fabricación de equipo y cronogramas.
 - Cronograma de pruebas de aceptación de fábrica (FAT).
 - Condiciones de transporte indicando medios de transporte característicos.
 - Recomendaciones de embarque, transporte y almacenamiento.
 - Volúmenes enteros finales del equipamiento.
 - Certificados de calidad y referencias de instalaciones similares en operación con equipo similar al ofertado.

1.7 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, para toda la provisión de equipos y materiales, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

Los datos técnicos garantizados cumplirán mínimamente los requerimientos descritos en las especificaciones técnicas.

Para la evaluación, los proponentes deberán llenar Formularios de Datos Técnicos Garantizados específicos para cada tipo de equipos que ofertan, los cuales deberán cumplir lo establecido en las especificaciones técnicas y las normas mencionadas en las mismas.

Los proponentes que oferten equipos construidos o fabricados bajo normas diferentes a las establecidas, deberán adjuntar copia de las mismas para determinar su equivalencia.

1.8 ALCANCE DE SUMINISTRO

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el diseño, fabricación, pruebas, entrega de materiales, pruebas en sitio y puesta en servicio para equipamiento de subestaciones de potencia, para el Proyecto de Línea de Transmisión Eléctrica Caranavi – Trinidad.

2 PLACAS DE CARACTERISTICAS TECNICAS

Todos los equipos e ítems auxiliares de importancia, incorporados en los equipos, deberán llevar fijada una placa de características, mostrando de una manera legible y duradera, el número de serie, nombre y dirección del fabricante, capacidad nominal, características eléctricas e información adicional significativa que sea aplicable. Los textos de todas las placas de características deberán ser en idioma Español y aprobados por ENDE.

3 TERMINALES

Todos los equipos a ser suministrados deberán proveerse con terminales tipo NEMA adecuados para conectores terminales de aluminio y/o cobre. Donde se requiera, cada equipo se deberá proveer con terminales tipo grampa adecuados para el plan de barras de cada subestación. Cada conector terminal deberá sujetarse al lado del equipo con dos o cuatro pernos y al lado de las barras con 4 pernos como mínimo. Los conectores terminales a ser empleados deberán fijarse al equipo con 4 pernos como mínimo.

Los requerimientos exactos de los conectores se hallan indicados en las especificaciones de los equipos y en los planos.

Se deberán proveer todos los pernos, tuercas y arandelas que se requieran para fijar el conector terminal a los terminales del equipo y barras respectivas.

Ubicados en su parte inferior y con excepción de los pararrayos, todos los equipos se deberán suministrar con conectores de puesta a tierra adecuados para cable de cobre 2/0 AWG.

Todos los terminales y conectores terminales se deberán diseñar para cumplir los requerimientos de efecto corona y voltaje de radio interferencia, como se señalan en esta Especificación.

4 PLANOS, MANUALES, INSTRUCTIVOS Y PROTOCOLOS DE PRUEBA

4.1 PLANOS PARA EQUIPOS Y ESTRUCTURAS SOPORTE DE EQUIPOS

El Proveedor deberá suministrar planos mecánicos y de fundaciones, de disposición eléctrica y de cableados, para todos los equipos cubiertos por esta especificación. Deberá suministrar tres (3) juegos completos de planos para cada ítem. Los equipos completos de planos eléctricos y en correspondencia con los planos de cableado de manera de permitir una verificación completa y la identificación y localización de posibles errores de los circuitos de los equipos.

Después de que la orden de compra haya sido dada y antes de que el Proveedor empiece los planos, debe suministrar una muestra de los planos que se propone emplear para aprobación del formato por ENDE.

Deberán enviarse los planos e instructivos identificados por número de ítem y número de orden del suministrador, de acuerdo con las instrucciones de la Tabla 2-1 de esta sección.

4.2 APROBACIÓN DE PLANOS

El Proveedor deberá suministrar para su aprobación los siguientes planos y datos.

- A. Planos completos de todos los equipos con todas las dimensiones.
- B. Plantilla de base completa con todas las dimensiones, para montaje del equipo en la fundación base y/o estructura base. Se deberán incluir el diseño de la fundación completa y de los pernos de anclaje.
- C. Detalle de estructuras y planos de disposición.
- D. Diagramas de cableado de equipos.
- E. Lista de todos los ítems componentes de todos los equipos por subestación.
- F. Placa de características para todos los equipos y componentes principales.
- G. Cualquier otro plano o dato necesario para instalación de los equipos.
- H. Cálculo completo de diseño para las estructuras soporte de acero galvanizado para pórticos (barras flexibles) y equipos.
- I. Cálculo y diseño de sistema de puesta a tierra.

4.3 CRONOGRAMA DE ENTREGA DE MANUALES Y PLANOS

Con el objeto de proveer una adecuada información para el diseño y construcción de las Subestaciones, los planos se requieren con cierto tiempo después de la firma de Contrato.

- A. Planos para aprobación sesenta (30) días después de la Orden de Proceder.
- B. Planos finales aprobados noventa (60) días después de la orden de Proceder.
- C. Manuales, catálogos de operación y mantenimiento de los equipos, deberán presentarse treinta (30) días antes de la fecha de embarque del equipo.
- D. Planos finales tal como se construyó" (As Built) de los equipos, deberán ser presentados a más tardar treinta (30) días después de la fecha de embarque.

4.4 TRANSPARENCIAS REPRODUCIBLES

Los planos que se mencionan en esta Sección se refieren a transparencia apropiada para una clara y legible reproducción por método directo y de una calidad que permita cambios. Los planos incluidos en los instructivos deberán ser impresos.

TABLA 2-1
DISTRIBUCION DE PLANOS, INSTRUCTIVOS Y PROTOCOLOS DE PRUEBA

	Transparencia Reproducibile (a)	Planos Impresos (c)	Planos en medios magnéticos
Planos para aprobación		3	2
Planos finales aprobados (b)		3	2
Planos finales "tal" como se construyó"	1	5	3
Instructivos		5	3
Protocolos de prueba		5	3

(a) Transparencias reproducibles - No plegables de todos los diagramas finales.

(b) Solamente aquellos planos que requirieron cambios sobre los planos para aprobación.

(c) Deberán ser compatibles con AUTOCAD 2004 o posterior.

5 EQUIPOS Y MATERIALES DE ALTO VOLTAJE Y MEDIO VOLTAJE

5.1 INTERRUPTORES DE POTENCIA

5.1.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas de aceptación y garantías de funcionamiento para interruptores de alto voltaje con cámaras de interrupción en SF₆, para servicio exterior para un voltaje nominal de 115 kV, 34.5 kV y/o 24.9 kV, 50 Hz de frecuencia, con estructura soporte y conectores terminales.

Los interruptores serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo a las últimas normas NEMA, ANSI e IEC.

5.1.2 Características eléctricas

Las características eléctricas que debe satisfacer la provisión, pero sin limitarse a éstas son las siguientes:

N°	Descripción	Unidad	Requerimiento
1	Normas		IEC: 60056, 60060, 60267, 60376, 60427 ANSI: C 37.04, C 37.06, C 37.09, C 37.010 u otras equivalentes.
2	Condiciones de instalación		Al aire libre en subestación
2.1	Lugar de instalación		Caranavi, Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad
2.2	Altitud	m	Menor a 1000 m.s.n.m
2.3	Temperatura	°C	5<t<45
2.4	Velocidad máxima del viento	km/h	120
3	Polos /fase		3
4	Medio de extinción de arco		SF6 o vacío
5	Voltaje Nominal (fase - fase)	KVef.	115 (34.5 ó 24.9)
6	Voltaje Máximo (fase- fase)	kVef.	123 (36 ó 25)
7	Frecuencia Nominal	Hz	50
8	Capacidad de aislamiento		
8.1	Voltaje de Prueba de Impulso Valor de cresta (pico) 1.2/50 microsegundos	kV	550 (170 ó 150)
8.2	Voltaje de prueba a baja frecuencia Relación de 1 minuto seco y húmedo	kV	230 (70 ó 60)
9	Corriente nominal	Aef.	1200
10	Capacidad de corte de Corriente nominal de corto circuito componente AC	kAef.	32
11	Tiempo de apertura	miliseg	Menos de 60
12	Secuencia de operación normalizada		0-0.3s-CO-3min-CO
13	Capacidad nominal de ruptura de corriente de líneas en vacío	Aef.	50
14	Tiempo de interrupción nominal	ciclos	3 a 4
15	Voltaje de prueba a baja frecuencia para circuitos de control. Duración de un minuto	kVef.	2
16	Voltaje de Control	VDC	125
17	Número de contactos auxiliares Normalmente abiertos/cerrados 10 amperes		10NA/10NC
18	Contactos por baja presión alarma/disparo		2NA/2NC para cada uno
19	Contactos de estado del resorte cargado – descargado		3NA/3NC

5.1.3 Características constructivas

El diseño electromecánico de los interruptores y accesorios deberán cumplir estrictamente las recomendaciones de las últimas versiones de las normas IEC y ANSI/IEEE, debiéndose estos equipos ser adecuados para operar como equipamiento de corte para líneas de transmisión.

Los interruptores serán capaces de resistir sobrevoltajes 1,5 veces su voltaje nominal de fase a tierra, con una atmósfera de presión de gas SF₆ en el polo. Bajo estas circunstancias los interruptores no estarán habilitados para operar.

Los interruptores serán trifásicos, de tanque de interrupción vivo con sus tres polos montados en una misma base y mecanismo de operación monopolar para bahía de líneas y operación tripolar para bahía de transformadores y reactor.

El gabinete de comando montado en la parte inferior del interruptor será instalado en un lugar de fácil acceso y tener una altura conveniente. Para comandar localmente, estos gabinetes serán adecuados para un servicio exterior debiéndose ser completamente herméticos contra el agua y el polvo. Los gabinetes serán equipados con calefactores controlados por termostatos, interruptor de control de lámparas y un tomacorriente de potencia de 15 A, estos accesorios serán adecuados para operar con 230 VAC/50 Hz.

Los gabinetes de comando tendrán puertas colgantes, chapas de seguridad y ventanillas de visualización para verificar desde el suelo sin necesidad de abrir la puerta, la posición del interruptor y el estado del mecanismo de operación. Dentro del gabinete, preferiblemente sobre la puerta, será colocado el plano del circuito completo del interruptor incluyendo componentes y accesorios. Adicionalmente, para permitir el ingreso de los cables, el gabinete tendrá placas removibles en sus bases.

Los interruptores deberán poseer un contador mecánico de operaciones, ubicado en el gabinete de comando.

Los mecanismos de operación, dispositivos auxiliares y de servicio se incluirán en los gabinetes de comando y serán claramente identificados y sus circuitos serán protegidos con interruptores termomagnéticos. Todas las partes del mecanismo que salgan del gabinete serán adecuadamente protegidas contra el ambiente y daños de terceros.

El cableado de los paneles de control y los bloques terminales serán adecuados para 600 VAC. Se suministrará un 20% adicional de cada tipo de bloque de terminales empleados. Los circuitos terminales de voltaje serán adecuados para cables número 10 AWG y número 8 AWG para los de corriente, el resto de los bloques terminales será adecuado para cable número 12 AWG.

Los terminales y los bloques terminales de servicios auxiliares serán diseñados según la capacidad de los equipos de control, sin embargo se aceptarán terminales para cable número 12 AWG.

Las operaciones de cierre o apertura de los interruptores serán llevadas a cabo por medio de pulsadores en posiciones locales o remotas, seleccionadas a través de llaves de tres posiciones claramente identificadas: LOCAL, DESCONECTADA y REMOTA. Adicionalmente los gabinetes serán provistos con botones de accionamiento mecánico-manual para acciones de cierre, disparo de emergencia o para efectuar labores de mantenimiento y ajuste.

La condición del mecanismo de operación de resorte (cargado-descargado) y la posición del interruptor (cerrado-abierto), serán claramente identificadas, podrán ser visibles desde el piso sin necesidad de abrir la puerta del gabinete.

El mecanismo del interruptor será operado por un resorte cargado por un motor eléctrico de alta calidad y confiabilidad, que tenga una duración de al menos 10000 operaciones de carga. El mecanismo de operación debe abrir o cerrar simultáneamente las tres fases bajo cualquier condición de comando.

El mecanismo de operación no requerirá ningún ajuste crítico y deberá ser equipado con dispositivos que sean necesarios para permitir una operación de reconexión instantánea. Una llave de enclavamiento-supervisión o dispositivo equivalente debe proveerse en el mecanismo de disparo libre mecánico para prevenir recierre antes que los enclavamientos del interruptor hayan sido repuestos, balanceando operaciones indeseables así como con dispositivos antibombeo.

El mecanismo de operación así como todos los componentes del circuito de disparo, serán diseñados de manera tal que en caso de falla del resorte, las operaciones de cierre o apertura no sean alteradas y en ningún caso ocurra una operación accidental.

Las partes del mecanismo de operación que requieran lubricación serán suministradas con aplicadores de grasa.

Para controlar el estado del interruptor, el mecanismo de operación será equipado con por lo menos 10 contactos auxiliares tipo "a" y 10 contactos auxiliares tipo "b", éstos serán eléctricamente aislados y totalmente independientes. Estos contactos serán adicionales a los contactos auxiliares requeridos para la operación normal y el control del interruptor. Todos los contactos de los mecanismos auxiliares serán diseñados para 125 VDC/AC. Las bobinas de cierre/disparo serán capaces de operar con voltajes entre el 70% y el 125% de 125 VDC para operaciones de disparo y entre el 85% y 120% de 125 VDC para operaciones de cierre del interruptor.

Como parte del mecanismo de operación se suministrará un relé de sobre/sub voltaje (27/59), éste relé dispondrá por lo menos dos contactos auxiliares normalmente abiertos.

Los resortes de operación serán comprimidos-tesados, por un motor universal de 125VDC y 230 VAC, capaz de comprimir o tesar el resorte en un periodo no mayor a 20 segundos. El resorte será inmediatamente recargado después de cada cierre del interruptor.

El mecanismo de operación tendrá también un dispositivo de cargado manual del resorte, éste dispositivo tendrá un mecanismo de bloqueo que evite la operación del motor cuando esté conectado. Para poder detectar el estado del resorte (cargado-descargado), el mecanismo tendrá un bloque de contactos auxiliares con por lo menos tres contactos normalmente cerrados y tres contactos normalmente abiertos.

El motor eléctrico de cargado del resorte, será protegido con un mini-interruptor termomagnético instantáneo contra cortocircuitos y de reacción retardada para condiciones de corrientes de arranque y sobrecorrientes de carga.

Para disparos eléctricos, el mecanismo de operación será equipado con dos bobinas de disparo eléctricamente independientes sin conflictos de operación simultánea.

Si existiese un mecanismo de operación hidráulica, tendrá indicadores de presión con dos niveles de indicación; el primer nivel como un indicador de falla temprana y el segundo nivel como un indicador de falla mayor. Cambios de falla tendrá por lo menos dos contactos auxiliares normalmente abiertos y dos contactos auxiliares normalmente cerrados.

El sistema de gas de SF₆ será provisto con un dispositivo de compensación de presión por temperatura. Este dispositivo también controlará continuamente la presión del gas SF₆, dando dos niveles de alarma cuando la presión del gas o su densidad sean reducidas.

El primer nivel de alarma de presión o densidad proveerá señales eléctricas de falla temprana, si la presión del gas o densidad continúa bajando a niveles críticos, el segundo nivel de alarma será activado, bloqueando inmediatamente el interruptor y simultáneamente el mecanismo de operación.

Los interruptores serán provistos con suficiente gas SF₆, libre de humedad e impurezas en contenedores aprobados ambientalmente. Los productos corrosivos que puedan aparecer como resultado de extinción de arco eléctrico y de la infiltración de humedad, serán filtrados y disecados adecuadamente en cámaras provistas con filtros absorbentes y materiales disecantes adecuados.

Todo el sistema de sellos y empaquetaduras de SF6 será propiamente verificados y protegidos, reduciendo los riesgos de fugas de gas; la provisión garantizará que en ninguna situación existan fugas mayores al 1% del peso nominal del gas.

Los aisladores de los interruptores serán del tipo condensador hechos de porcelana, diseñados de manera tal de no sufrir tensiones impropias causadas por cambios de temperatura, mecanismos de operación ni por la acción de otros dispositivos. En todos los interruptores debe usarse el mismo tipo de aislador.

Los aisladores de los interruptores serán diseñados de tal forma que si ocurriera una descarga a tierra por Tensión de Impulso con el interruptor en las posiciones de abierto o cerrado, deberá efectuarse por la parte externa, sin que se presente descarga parcial o disruptiva en la parte interna o perforación del aislamiento.

Los aisladores y sus sellos y empaquetaduras asociados serán estancas a fugas y tendrán características electromecánicas adecuadas que satisfagan los requerimientos del sistema eléctrico y medioambiental.

Los interruptores estarán provistos de terminales NEMA de cuatro perforaciones con sus respectivas terminales para cables 397.5 MCM ACSR en 115 kV.

Los conectores terminales deberán ser a prueba de efecto corona y con capacidad de corriente mayor que la nominal de los bushings a los que estén acoplados. La superficie de contacto no producirá calentamientos excesivos; el incremento de temperatura no deberá ser mayor de 30 °C.

La cámara de extinción de arco será diseñada de manera tal que pueda resistir los incrementos de presión debido a la interrupción de corrientes de falla, tendrá un bajo nivel de riesgo durante las operaciones de disparo del interruptor en condiciones de corrientes de falla. Para reducir todos los efectos mencionados, el uso de dispositivos de alivio de presión será aceptado, debiendo estar claramente identificados en la sección de datos garantizados de la propuesta.

Los dispositivos de llenado de gas SF6 y accesorios provistos incluirán válvulas de regulación de presión de gas y herramientas que garanticen un adecuado control y detección de fugas.

Todas las partes metálicas serán pintadas y adecuadamente protegidas para el transporte para evitar que sufran daños. Para retocar la pintura dañada durante el transporte y el montaje se suministrará por lo menos un galón de pintura de cada tipo.

Los interruptores deberán estar diseñados mecánicamente para soportar entre otros, esfuerzos debidos a:

- Cargas del viento.
- Fuerzas electrodinámicas producidas por cortocircuito.
- Fuerzas de tracción en las conexiones horizontales y verticales en la dirección más desfavorable.

Asimismo, los interruptores deberán soportar esfuerzos de origen sísmico calculados sobre la hipótesis de aceleraciones verticales de 0.1 g y horizontales de 0,05 g, donde "g" es la aceleración de la gravedad.

Las estructuras soporte de los interruptores serán de acero galvanizado tipo reticulado o tipo C y soportarán los esfuerzos que le transmita el interruptor y deberán resistir las condiciones sísmicas establecidas en párrafo anterior. Así mismo el diseño contemplará la unión de sus partes estructurales para transmitir los esfuerzos a la fundación.

El Proveedor suministrará la estructura completa, incluyendo los pernos de anclaje de la fundación, cuyo costo estará incluido en el precio del equipo.

Los interruptores serán provistos con un nivel reducido de presión de gas SF6, mantenimiento en la presión positiva interna así como con todos los accesorios de control de llenado y purga de gas, equipamiento que debe cumplir las recomendaciones medioambientales.

5.1.4 Accesorios

Los siguientes accesorios deberán ser provistos como mínimo para cada conjunto de interruptor:

- Placa de identificación
- Medidores de Presión
- Indicadores de Posición Mecánicos (rojo y verde).
- Argollas o ganchos para el Izaje.
- Contador de operaciones.
- Terminales bimetálicos para la conexión del interruptor al sistema de barras.
- Terminal de Puesta a Tierra con conector para conductor de cobre cableado de 70 mm² a 120 mm² de sección.
- Dispositivo de operación Manual.
- Contactos auxiliares.
- Gabinete de control tropicalizado IP 55 con calefacción.
- Estructura Soporte completa, incluyendo pernos de anclaje.
- Herramientas necesarias para montaje y mantenimiento.
- Contactos adicionales previstos para control, supervisión e indicación de posición (futuros).
- Dotación completa de gas hexafluoruro de azufre SF₆ en balones metálicos.
- Herramientas y Equipo de llenado de gas SF₆.
- Otros accesorios.
- Adicionalmente, en la oferta deberá incluirse, el costo de un (1) botellón metálico con 40 kg de gas hexafluoruro de azufre para cada una de las subestaciones.

5.1.5 Puntos a ser especificados en la documentación del proponente en su oferta

Los siguientes puntos deben estar especificados con claridad en los catálogos de fabricación.

- Certificación de conformidad con las Normas IEC y las ANSI si fueran interruptores de "tanque muerto".
- Descripción del proceso de interrupción, del mecanismo de operación y del mecanismo de disparo de emergencia.
- Capacidad y características.
- Tiempo de corte (break time).
- Tiempo de cierre (closing time).
- Tipo de sistema de mando.
- Límites superior e inferior de la tensión de control dentro de los cuales se pueda operar el interruptor.
- Corriente de cierre y de disparo a la tensión nominal de mando.
- Planos de dimensiones.
- Distancia entre polos.
- Dimensiones en detalle de los aisladores de porcelana.
- Masa del interruptor y masa total con embalaje.
- Forma y dimensiones de los terminales del circuito principal.
- Descripción de los procedimientos para el ensamblaje, desensamblaje e inspección.
- Potencia en Watt del calefactor eléctrico de la caja de control.
- Plan de mantenimiento preventivo según el número de operaciones y/u horas de utilización, así como la relación de repuestos a utilizar en cada mantenimiento.

5.1.6 Repuestos y herramientas especiales

La provisión incluirá como un global un lote de los siguientes repuestos: Dos juegos completos de polos incluyendo aisladores, dos juegos de sellos y empaquetaduras, dos mecanismos completos de operación y dos detectores de fugas de gas SF₆.

Por cada dos interruptores se suministrará 01 juego de herramientas especiales y 01 juego compuesto por mangueras, válvulas e instrumentos para la medición de la presión y densidad del gas SF₆, necesarios para los trabajos de mantenimiento y reparación de los interruptores. El costo de estos materiales estará incluido en el precio del Interruptor.

Deberán listarse tanto las piezas de repuesto recomendadas como las herramientas especiales que se requieran.

5.1.7 Controles y pruebas

5.1.7.1 Generalidades

- a) Las inspecciones y pruebas se realizarán de acuerdo a lo establecido en las normas indicadas en el numeral 5.1.1
- b) Todas las inspecciones y ensayos requeridos deberán ser presenciados por representantes autorizados de ENDE y ningún equipo podrá ser embarcado antes que se reciba la correspondiente autorización de ENDE.
- c) Todos los documentos de Protocolos de Pruebas serán entregados por el Proveedor (Fabricante) con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el Proveedor inmediatamente después de la realización de las pruebas. Tales informes serán elaborados en idioma español y enviados al Propietario.
- d) Salvo acuerdo en sentido contrario durante la ejecución del Contrato, los métodos de prueba, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos estarán de acuerdo con las normas indicadas en el numeral 5.1.1
- e) Si las pruebas revelasen deficiencias en los interruptores o en sus componentes, ENDE podrá exigir las nuevas pruebas que en su opinión fuesen necesarias para asegurar la conformidad con las exigencias del Contrato. Los gastos por tales pruebas suplementarias serán cubiertos por el Proveedor.
- f) La aprobación de las pruebas, la aceptación de los certificados (informes) de ensayos no libera de ninguna manera al Proveedor de sus obligaciones contractuales.
- g) ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) ingeniero por cada lote de interruptores. El Proveedor asumirá todos los gastos de pasajes, transporte, local, alojamiento y alimentación.

5.1.7.2 Pruebas de Rutina

Los interruptores de potencia serán sometidos a las pruebas de Rutina comprendidas en las Normas vigentes en la fecha de suscripción del Contrato e indicadas en el numeral 5.1.1

Las Pruebas de Rutina serán las siguientes:

- Pruebas de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el circuito principal.
- Pruebas de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en los circuitos de control y auxiliar.
- Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal
- Pruebas de operaciones mecánicas
- Verificación visual de las características del interruptor

5.1.7.3 Pruebas Tipo

Al recibir la orden de proceder, el Proveedor remitirá las copias de las Pruebas Tipo, certificadas por una entidad independiente de prestigio, que permitan comprobar que los interruptores y sus dispositivos de mando han pasado satisfactoriamente las siguientes pruebas:

- Pruebas dieléctricas para verificar el nivel de aislamiento.
- Pruebas de elevación de temperatura.
- Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal.

- Pruebas de sostenimiento a las corrientes pico y a las corrientes de corta duración.
- Pruebas para verificar la operación mecánica y de impacto al medio ambiente.
- Pruebas para verificar el comportamiento de la apertura y cierre del interruptor en cortocircuito.
- Pruebas para verificar el comportamiento de apertura y cierre del interruptor en cortocircuito con discordancia de fases (out of phase).
- Pruebas para verificar el comportamiento del interruptor cuando se interrumpen corrientes capacitivas.
- Pruebas para verificar el comportamiento del interruptor cuando se interrumpen pequeñas corrientes inductivas.
- Pruebas del interruptor en cortocircuitos de líneas cortas

5.1.8 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

5.1.9 Planos, diagramas y manuales

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

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación, tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos, planos de fundaciones y anclajes para su aprobación por parte de ENDE, por tanto el Proveedor no podrá introducir cambios en los valores de los Datos Técnicos Garantizados.

Antes del embarque de los interruptores, el Proveedor deberá suministrar Tres (03) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por ENDE y tres (03) de los reportes de prueba del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento. Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el Contrato.

5.1.10 Embalaje

El embalaje y la preparación para el transporte será tal que se garantice un transporte seguro de todo el material considerando todas las condiciones climatológicas y de transporte. El daño debido a un embalaje no adecuado será considerado como causal no atendible para casos de retraso en el cumplimiento del Contrato.

Las cajas y los bultos deberán marcarse con el número del contrato u orden de compra, y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

5.1.11 Cronograma de aprobación

El Proveedor enviará a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos de los anclajes y fundaciones, planos de montaje e instalación completos, planos de partes y dispositivos del interruptor. Esta información será enviada de acuerdo al siguiente cronograma:

- Planos dimensionales, peso del interruptor, planos de fundaciones y anclajes y cronogramas de partes y materiales requeridos serán presentados no más después de 30 días de la orden de Proceder.
- Dibujos de detalles constructivos incluyendo partes de conexionado de accesorios de componentes y características técnicas de las placas del interruptor serán presentados no más de 60 días después de la Orden de Proceder.
- Cronogramas de las pruebas de aceptación en fábrica será presentado no más de 120 días después de la Firma de Contrato.
- Manuales de operación y mantenimiento serán enviados 30 días antes de la fecha de embarque del equipo.

5.2 SECCIONADORES TRIPOLARES

5.2.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas de aceptación de fábrica, pruebas en sitio de montaje, puesta en servicio y garantías de seccionadores tripolares motorizados con y sin cuchillas de puesta a tierra; para servicio en exteriores, tensión nominal de 115 KV, 34.5 kV, 24.9 kV y frecuencia de 50 Hz.

Los seccionadores serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo a las normas NEMA, ANSI o IEC.

Sin afectar ninguna de sus características electromecánicas, los seccionadores tendrán opciones para montaje vertical u horizontal.

5.2.2 Características eléctricas

Los equipos provistos satisfarán las características técnicas descritas en las siguientes especificaciones:

Nº	Descripción	Unidad	Requisitos
1	Normas		IEC: 60129, 60168, 60265, 60273 u otras equivalentes.
2	Condiciones de instalación		Intemperie
2.1	Lugar de instalación		Subestación al aire libre
2.2	Altitud		Menor a 1000 msnm
2.3	Temperatura	°C	$5 < t < 42$
2.4	Velocidad del viento (máx.)	km/h	120
3	Polos/Fase		3
4	Valor de Voltaje (fase – fase)	kVef	115 (34.5 – 24.9)
5	Voltaje máximo (fase - fase)	kVef	123 (36 – 26)
6	Tasa de frecuencia	Hz.	50
7	Capacidades de aislamiento		

7.1	Valor de resistencia voltaje por impulso de rayo (pico) 1.2/50 microsegundos		
7.1.1	Entre tierra y polos	kVef	550 (170 – 150)
7.1.2	Entre contactos abiertos	kVef	550 (170 – 150)
7.2	Valor de sostenimiento de voltaje para 1 minuto a baja frecuencia industrial clima seco/lluvia		
7.2.1	Entre la tierra y los polos	kVef	230 (70 – 60)
7.2.2	Entre contactos abiertos	kVef	315 (95 – 70)
8	Corriente nominal	A.ef.	1200
9	Capacidad de conducción de corriente de cortocircuito, 1 segundo	kA ef.	32
10	Capacidad de conducción de corriente de corta duración, 1 segundo	kA cr.	20
11	Tipo de construcción		Apertura central/horizontal (115 kV) Apertura rotación central/horizontal (34.5 y 24.9)
12	Tensión de sostenimiento, 1 minuto a la frecuencia de voltaje para circuitos de control	kV ef.	2
13	Carga mecánica de Terminal Admisible	N	150
14	Voltaje del motor	VDC	125
15	Voltaje de Control	VDC	125
16	Número de Contactos Auxiliares normalmente abiertos/cerrados – 10 amperios		8/8 para interruptores y 4/4 para conmutadores enterrados

5.2.3 Características constructivas

El diseño electromecánico de los seccionadores y accesorios seguirán estrictamente las recomendaciones de IEC y ANSI/IEEE, siendo estos adecuados para operar equipo de desconexión de líneas de transmisión.

Los seccionadores se proveerán completos, con cuchillas de desconexión, contactos, terminales, bases, dispositivos de nivelación soportes, pernos, tuercas, arandelas y todos los accesorios requeridos para el montaje.

Los seccionadores serán de tres fases, con mecanismo de accionamiento manual y motorizado del tipo tripolar, con los tres polos de apertura simultánea, montados en una base simple diseñada para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que pudieran surgir durante el montaje y operación.

El motor del mecanismo de operación deberá ser de alto torque, de modo tal que la apertura o cierre del seccionador se realice en no más de siete (07) segundos.

Todas las bases y soportes serán construidos con acero galvanizado en caliente.

Todos los componentes de acero del seccionador deberán ser galvanizados en caliente o de acero inoxidable.

Las partes energizadas o los componentes de los conductores para los seccionadores serán hechos de cobre o aleación de aluminio.

Todas las cuchillas, juntas y contactos deben ser hechos de cobre y cubiertos de estaño después de la fabricación, las cuchillas, juntas y contactos hechos con aluminio serán del tipo de extrusión T6 6063.

Las partes de cobre que vienen en contacto con las partes de aluminio serán cubiertas de estaño y deberán incluir contactos eléctricos bimetálicos que evitarán cualquier reacción química.

Las principales superficies de contacto eléctrico deberán ser plateadas usando el método de inyección a alta presión, ellas serán diseñadas de manera que grandes corrientes de falla incrementarán la presión de contacto. Todas las partes conductoras de los seccionadores y contactos serán diseñados para operar sin ninguna lubricación

Los seccionadores estarán provistos de terminales simples, adecuadas para terminales NEMA de cuatro (4) huecos y terminales para cable 397.5 AWG ACSR en 115 kV y 4/0 AWG ACSR en 34.5 y 24.9 kV.

Las posiciones para apertura y cierre de los seccionadores serán claramente identificadas y deben tener dispositivos de interbloqueo mecánicos y eléctricos.

Los seccionadores serán provistos con gabinetes adecuados para contener dispositivos motorizados y manuales, estos gabinetes estarán adecuados para ser instalados en los soportes de los seccionadores. Los gabinetes locales de comando serán diseñados para servicio en exteriores, tropicalizados, herméticos contra el polvo y agua. Los gabinetes estarán equipados con calefactores controlados por termostato, lámparas de iluminación controladas por interruptor y un tomacorriente de fuerza de 15 A, todos estos accesorios estarán adecuados para 230 V AC, 50 Hz.

Los gabinetes de comando tendrán puertas con bisagras, candados de seguridad y ventanillas de visión para controlar desde el piso, sin abrir las puertas, la posición del seccionador y el estado del mecanismo de operación. Dentro de los gabinetes, preferiblemente en las puertas, se ubicará el plano de los interruptores de desconexión incluyendo componentes y accesorios. Los gabinetes tendrán placas removibles adicionales para permitir la entrada de cables en sus bases.

Los mecanismos de operación, dispositivos auxiliares y de servicio incluidos en los gabinetes de comando estarán claramente identificados y con sus circuitos eléctricos protegidos con interruptores termomagnéticos.

Los gabinetes de comando deberán estar fijadas a la estructura soporte del seccionador, deberá ser a prueba de intemperie y dispondrá de un control y calefactor a 230 VAC controlado por termostato para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos.

Todas las partes del mecanismo de comando que salen fuera del gabinete deben ser apropiadamente protegidas contra daños causados por el ambiente o terceros.

Todo el cableado, terminales y bloques terminales en los paneles de control serán adecuados para voltaje de 600 VAC; un 20% de excedente de cada clase de bloque terminal usado estará previsto como repuesto. Bloques terminales para circuitos de baja tensión serán adecuados para cables de cobre de 10 AWG y cable 8 AWG para los circuitos de corriente, los bloques terminales sobrantes serán al menos adecuados para cable 12 AWG.

Las operaciones de cierre o apertura para los seccionadores se efectuarán a través de botones pulsadores en posiciones local o remota, seleccionadas a través de una llave con tres posiciones claramente identificadas: Local, Desconectado y Remoto. Adicionalmente, los gabinetes se proveerán con dispositivos manuales mecánicos para acciones de apertura y cierre de emergencia o para realizar labores de ajuste y mantenimiento.

El mecanismo de operación será activado por un motor universal de 125 VDC o 230 VAC, capaz de completar la operación de cierre y apertura en un período no mayor a 20 segundos. El resorte será retensado eléctricamente, inmediatamente después de haber sido completada la operación de cierre del seccionador.

El mecanismo de operación será comandado por un motor universal de 125 VDC, éste debe garantizar la más alta calidad y niveles de confianza posibles sin mostrar signos de desgaste. El mecanismo de operación debe abrir o cerrar simultáneamente las tres fases de los seccionadores bajo cualquier condición de comando.

Las partes del mecanismo de operación que requieran lubricación estarán provistas de aplicadores de grasa.

Para controlar el estado del seccionador, el mecanismo de operación será equipado con al menos ocho contactos auxiliares tipo "a", y ocho tipo "b", eléctricamente aislados y totalmente independientes, estos contactos se sumarán a los contactos auxiliares requeridos para la operación normal y control de los seccionadores. Todos los contactos auxiliares y dispositivos del mecanismo de operación estarán diseñados para 125 VDC, sin embargo, ellos serán capaces de operar con voltajes entre 85% y 120% de 125 VDC.

El mecanismo de operación también tendrá un dispositivo mecánico de cierre y apertura manual, éste dispositivo tendrá mecanismos de bloqueo que evitará que el motor eléctrico sea energizado.

Los seccionadores equipados con cuchillas de puesta a tierra, tendrán un dispositivo mecánico de enclavamiento que bloqueará la operación del seccionador de puesta a tierra cuando el seccionador está cerrado.

Las cuchillas de puesta a tierra serán operadas sólo manualmente y serán equipadas con un gabinete auxiliar tropicalizado, hermético contra agua y polvo, provisto de un calefactor controlado por termostato.

Los gabinetes auxiliares para las cuchillas de puesta a tierra estarán equipados con por lo menos cuatro contactos auxiliares tipo "a" y cuatro tipo "b", aislados eléctricamente y totalmente independientes, estos contactos se sumarán a los contactos auxiliares requeridos para la operación normal y control de las cuchillas de sujeción.

Los bloques terminales para los gabinetes auxiliares serán adecuados para cable 12 AWG y tendrán bases removibles para el cableado.

Los mecanismos de operación para ambos: los seccionadores y las cuchillas de puesta a tierra se equiparán con seguros mecánicos que les permitirán ser bloqueados en ambas posiciones de apertura y cierre. Adicionalmente ellos tendrán indicadores de posición claramente identificados como Abierto y Cerrado.

Los aisladores de los seccionadores serán del tipo condensador, hechos de porcelana, diseñados de manera que no sufrirá esfuerzos impropios causados por cambios de temperatura, mecanismos de operación ni por otras acciones del dispositivo. En todos los seccionadores se utilizará el mismo tipo de aislador y deben ser intercambiables entre ellos.

Todos los acabados metálicos serán pintados y protegidos apropiadamente durante el transporte para prevenir que la superficie no sufra daños. Para retocar la pintura en la parte dañada durante el transporte y erección, debe suministrarse por lo menos un galón de cada tipo de pintura.

La provisión de los seccionadores para 115 kV deberá incluir la estructura soporte completa y los pernos de anclaje para aquellos que no estén montados en pórtico, cuyo costo deberá estar incluido en el precio del seccionador. Las cantidades requeridas están indicadas en la lista de precios.

La provisión en media tensión 34.5 y 24.9 kV, no incluye estructura soporte, se deberá prever para montaje en pórtico. El tipo de operación de estos seccionadores será manual con enclavamientos mecánicos y eléctricos.

5.2.4 Accesorios

Los siguientes accesorios deberán ser provistos para cada conjunto de seccionador.

- Placa de identificación.
- Gabinete de control.
- Lámparas o indicadores mecánicos de posición.
- Terminales de fase adecuados para conectarse al sistema de barras de la Subestación, fabricados con un material bimetálico para Cobre-Aluminio.
- Terminales de tierra con conector para conductor de cobre cableado de 70 mm² a 120 mm² de sección, fabricados de bronce.
- Contactos auxiliares: los necesarios para los enclavamientos, indicadores de posición y alarmas; el número mínimo será el consignado en la Tabla de Datos Técnicos garantizados.
- Dispositivos de bloqueo.
- Estructura de soporte, con todas las tuercas y pernos necesarios para fijar adecuadamente el equipo; la provisión incluye los pernos de anclaje.
- Manivelas para operación manual.
- Herramientas necesarias.
- Otros accesorios necesarios para la operación del seccionador.

5.2.5 Datos a ser proporcionados por el proponente en su oferta

- Certificación de cumplimiento con las Normas IEC.
- Descripción de la estructura, características y tipo de seccionador.
- Valor garantizado de la sobreelevación de temperatura de los contactos.
- Plano con dimensiones y masas.
- Dimensiones en detalle de los aisladores de porcelana.
- Distancia de fuga respecto a tierra.
- Forma y dimensiones de los terminales principales del circuito.
- Calidad y marca de la grasa para contactos (si fuese necesario).
- Descripción del ensamblaje, desensamblaje y métodos de inspección.
- Potencia en Watts del calefactor eléctrico en la caja de control.
- Otros puntos necesarios.

5.2.6 Repuestos

Los repuestos necesarios para tres (03) años de operación normal, serán propuestos por el fabricante y su monto no será menor al 5% del costo de los equipos. El proponente adjuntará un listado de repuestos recomendados para dicha operación normal satisfactoria, indicando los precios unitarios a fin de precisarlos durante la ejecución del contrato.

Deberán listarse tanto las piezas de repuesto recomendadas, así como las herramientas especiales que se requieran.

5.2.7 Controles y pruebas

Los seccionadores, serán sometidos a las pruebas de rutina comprendidas en las Normas IEC vigentes en la fecha de suscripción del Contrato.

a) Pruebas Tipo

Al recibir la orden de proceder, el Proveedor remitirá los certificados de pruebas Tipo, emitidos por una entidad independiente de prestigio, que aseguren la conformidad de los seccionadores que ha ofertado. Se trata en particular de las pruebas siguientes:

- Prueba del nivel de aislamiento a frecuencia industrial, incluyendo el equipo auxiliar
- Prueba del nivel de aislamiento al impulso atmosférico.
- Ensayos para verificar que la elevación de temperatura no excederá los valores especificados en la norma IEC 129
- Ensayos para verificar el poder de cierre en cortocircuito de seccionadores y de las cuchillas de puesta a tierra.
- Ensayos para verificar que el funcionamiento y la resistencia mecánica del seccionador son satisfactorias.

b) Pruebas de Rutina

Las pruebas de rutina, ejecutadas en los talleres del fabricante, servirán de control final de la fabricación.

- Prueba de tensión de sostenimiento a frecuencia industrial en seco del circuito principal.
- Prueba de tensión de sostenimiento de los circuitos auxiliares y de mando medición de la resistencia eléctrica del circuito principal.
- Prueba de funcionamiento mecánico.

c) Inspección y pruebas funcionales

El fabricante deberá disponer de un inspector que efectúe la revisión y aprobación del montaje de los seccionadores, efectuará las pruebas funcionales y verificará todos los aspectos necesarios para la etapa de pruebas de puesta en servicio. El costo del inspector deberá estar incluido en el precio de la oferta del Proponente.

5.2.8 Datos técnicos garantizados

El Proveedor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

5.2.9 Planos, diagramas y manuales

El Proveedor deberá proporcionar folletos, Dibujos y Manuales de operación y montaje que ilustren ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece. Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación, tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos, planos de fundaciones y disposición de pernos de anclaje .

Antes del embarque de la Unidad, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por ENDE y Cinco (05) de los reportes de pruebas del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el Contrato.

5.2.10 Embalaje

El embalaje y la preparación para el transporte será tal que se garantice un transporte seguro de los seccionadores considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte. Los defectos de embalaje que ocasionen daños en los equipos, no serán considerados como causal de retraso atendibles.

Las cajas y los bultos deberán marcarse con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá dentro de las cajas una lista de embarque que detalle el contenido de las mismas.

5.2.11 Repuestos y Herramientas Especiales

La provisión entera deberá incluir en conjunto los tres juegos de las siguientes partes de repuesto: un juego completo de aisladores incluyendo los bloques de contactos, todas las juntas requeridas y tres juegos de mecanismos de operación.

5.2.12 Cronograma de aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE una copia de la siguiente información:

Planos y diagramas completos de las anclas y fundaciones, planos de erección e instalación con todos los materiales usados, planos de partes de los seccionadores y dispositivos. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

- Planos dimensionales, pesos de los seccionadores, horario de partes y materiales utilizados, serán presentados no más que 30 días después de firmado el contrato.
- Planos de detalles constructivos incluyendo conexión de partes y accesorios de componentes de anclajes, planos de fundaciones, placa con características técnicas de seccionadores, serán presentados no más que 60 días después de firmado el contrato.
- Cronograma de pruebas de aceptación de fábrica, será presentado no más que 120 días después de firmado el contrato.
- Manuales, catálogos de operación y mantenimiento, serán presentados 30 días antes del envío del equipo.

5.3 TRANSFORMADORES DE VOLTAJE CAPACITIVO CCVT

5.3.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas, pruebas de aceptación y garantías para transformadores de voltaje de acoplamiento capacitivo (CCVT), para montaje en intemperie, para un voltaje nominal de 115 KV y frecuencia de 50 Hz.

Los CCVT se diseñarán, fabricarán y probarán de acuerdo con normas NEMA, ANSI, IEEE e IEC.

5.3.2 Características eléctricas

Las características técnicas a satisfacer, pero sin limitarse son las siguientes especificaciones:

N°	Descripción	Unidad	Requisitos
1	Normas		IEC: 60186, 60156, 60358 u otras equivalentes.
2	Condiciones de Instalación		Subestación al aire libre
2.1	Lugar de instalación		Caranavi, Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad.
2.2	Altitud		Debajo de 1000m sobre el nivel del mar
2.3	Temperatura	°C	$5 < t < 45$
2.4	Velocidad del viento (max.)	Km./h	120
3	Polos / Fase		1
4	Voltaje de Sistema (fase – fase)	kVef	115
5	Voltaje Máximo de Sistema (fase – fase)	kVef	123
6	Frecuencia Nominal	Hz	50
7	Numero de arrollamientos		
7.1	Medición		1
7.2	Protección		2
8	Voltaje	V	$115000\sqrt{3}/115-115/\sqrt{3}$
9	Precisión de Clase		
9.1	Medición		ANSI 0.3 B-2
9.2	Protección		ANSI 0.6 B-2
10	Capacidades de Aislamiento		
10.1	Valor de tensión por Impulso de Rayo (pico) 1.2/50 microsegundos	kV	550
10.2	Valor de Voltaje de sostenimiento por Impulso de Rayo (pico) onda recortada	kV	550
10.3	Valor de tensión de sostenimiento a frecuencia industrial	kVef.	230
10.4	Valor de Voltaje de sostenimiento por Frecuencia industrial para arrollamientos secundarios	kVef.	2,5
11	Límite de Aumento de Temperatura acorde a norma ABNT NBR 6855 tabla 10		
12	Rango de Frecuencia Portadora	kHz	30-532
13	Capacitancia Mínima	pF	5000
14	Distancia de fuga (fase a tierra)	mm	145

5.3.3 Características constructivas

El diseño electromecánico de los CCVT y accesorios seguirá estrictamente las recomendaciones IEC y ANSI/IEEE, siendo éstos adecuados para operar equipo de medición del voltaje en líneas de transmisión.

Los CCVT serán de fase simple, del tipo sumergido en aceite dieléctrico, montado en una base diseñada para resistir todas las cargas estáticas y dinámicas que surjan durante el montaje y operación.

Los CCVT deben tener la capacidad de operar seguramente durante 60 segundos bajo 30% de sobrevoltajes. También deben ser capaces de operar continuamente bajo $\pm 10\%$ de variaciones de voltaje y $\pm 5\%$ de variaciones de frecuencia.

Los CCVT serán provistos con terminales NEMA adecuados para conductores ACSR de 397.5 MCM. Los tanques de los CCVT tendrán al menos dos terminales de conexión para cables de cobre 4/0 AWG.

Los arrollamientos se construirán de cobre electrolítico, con materiales aislantes IEC clase "A". El arreglo de los arrollamientos garantizará una adecuada circulación de aceite dieléctrico.

La base del tanque de los CCVT se diseñará de manera que se obtenga una posición sólida y base de ancla. Para el llenado y muestreo de aceite dieléctrico, los tanques del CCVT deben estar provistos de válvulas.

Los CCVT serán provistos totalmente llenos de aceite y dispondrán de accesorios de control para el llenado de aceite y de purga.

Las cajas de conexión y tableros de control de los CCVT serán herméticos, contra polvo y agua, tropicalizados, adecuados para servicio en exteriores, con puertas de bisagra y candados de seguridad. Estos tableros y cajas tendrán las bases removibles para permitir la entrada de cables. Todos los cables de medición y servicios auxiliares AC y DC deben alcanzar las cajas de junta. El suministro de voltaje auxiliar, para mantener calefacción, será de 400 / 230 VAC

Todos los acabados metálicos deberán ser pintados y apropiadamente protegidos para el proceso de transporte para prevenir daños en la superficie. Para retocar pintura de las partes dañadas durante el transporte y montaje, deberá suministrarse por lo menos un galón de pintura.

5.3.4 Clase y carga nominal de precisión

La Clase de Precisión se designa por el máximo error admisible, expresada en porcentaje (%) para los errores de relación y en minutos para los errores de fase, que el transformador puede introducir en la medición de potencia operando con su tensión nominal primaria y a su frecuencia nominal. En las Tablas de Datos Técnicos Garantizados se indican las clases de precisión requeridas.

La Carga Nominal de Precisión (BURDEN) debe estar basada en la tensión nominal secundaria y/o terciaria de acuerdo a lo indicado en la Tabla de datos técnicos Garantizados.

5.3.5 Esfuerzos por cortocircuito

Los transformadores se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en los terminales secundarios manteniendo, en los primarios, la tensión nominal del transformador, sin exceder los límites de temperatura recomendados por las normas IEC.

5.3.6 Frecuencia

Los transformadores deben ser readecuados para operar en sistemas con frecuencia nominal de 50 Hz. También deben ser capaces de operar continuamente a frecuencia nominal con una tensión de 1,1 veces la Tensión Nominal.

5.3.7 Polaridad e identificación de terminales

En los terminales del equipo se marcará la Polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable y a prueba de intemperie. Las marcas de los terminales deben identificar: los arrollamientos primarios, secundarios y terciarios, las secciones de cada arrollamiento, en caso de existir las derivaciones intermedias, las polaridades relativas de los arrollamientos y sus secciones.

5.3.8 Condiciones y altitud de instalación

Todos los transformadores de tensión serán para instalación a la intemperie en lugares cuya temperatura puede variar entre -5 y 40 °C, y una altitud sobre el nivel del mar de acuerdo con las indicadas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados.

El diseño de los transformadores deberán prever protección contra polvo, humedad y vibración, choques, golpes y transporte inadecuado.

5.3.9 Aisladores

Los aisladores de los transformadores de voltaje capacitivos deben ser a prueba de fugas, con drenaje o válvulas de purga, diseñadas para impedir formación de gases explosivos y permitir la libre circulación de aceite dieléctrico.

Los aisladores serán de porcelana homogénea libre de burbujas o cavidades de aire, fabricada por proceso húmedo. El acabado será vidriado, preferiblemente de color marrón, uniforme y libre de manchas u otros defectos. Serán adecuados para servicio a la intemperie y estarán dotados de Conectores tipo NEMA para conductor 397.5 MCM. Los aisladores que contengan aceite tendrán indicadores de nivel y medios para sacar muestras y drenarlo.

Los transformadores tipo Capacitivo tendrán las salidas y los aditamentos necesarios para efectuar mediciones de Capacitancia y Factor de Potencia.

5.3.10 Cajas terminales secundarias

Cada transformador deberá estar equipado con Caja de Conexiones para los terminales secundarios que incluirá los dispositivos de transformación, un reactor de ferresonancia. Los transformadores de tensión capacitivos también incluirán dispositivos de puesta a tierra, de protección contra sobretensiones y una bobina para el filtrado de armónicas. La caja deberá ser resistente a la intemperie con una protección del tipo IP55, a prueba de lluvias y del acceso de insectos y ventilada para evitar condensaciones. Tendrá cubierta removible y provisiones para la entrada de tubo conduit de 25 mm de diámetro para la acometida de cables, tendrá espacio suficiente para permitir la conexión de éstos.

Adicionalmente por cada tres (03) transformadores de tensión, se deberá suministrar una Caja de Agrupamiento metálica para instalación a la intemperie con puerta y chapa de seguridad, para los cables del secundario, conteniendo borneras, interruptores termomagnéticos de protección contra cortocircuitos, control y calefactor en 220 VAC y cualquier otro elemento que sea necesario para el buen funcionamiento del equipo. Deberá preverse la entrada de tubos conduit de 50 mm de diámetro para la acometida de cables, tendrá espacio suficiente para permitir la conexión de éstos.

5.3.11 Montaje

Los transformadores de tensión serán instalados en posición vertical.

5.3.12 Placa de Identificación

Deberá ser de acero inoxidable y se localizará en un lugar visible. Contendrá la siguiente información: Nombre del aparato, Marca, Número de serie, Tipo (designación del fabricante), Tensión máxima del

equipo, Relación de Transformación, Nivel de Aislamiento, Clase y Potencia de Precisión, Frecuencia y Posición de montaje. Adicionalmente indicarán los valores de Capacitancia y Factor de Potencia.

5.3.13 Acoplamiento y protección para ONDA PORTADORA

En los casos que se solicite se incluirá en el costo de la provisión e instalación de todos los accesorios necesarios para conexión a los equipos de Onda Portadora.

Este equipamiento deberá contener como mínimo los siguientes accesorios:

- Bobina de drenaje
- Seccionador de puesta a tierra
- Pararrayos
- Transformador de adaptación de impedancias

5.3.14 Accesorios

Se suministrarán los siguientes accesorios por cada unidad de transformador de tensión:

- Placa de identificación.
- Conmutador de puesta a tierra.
- Terminales de fase planos tipo NEMA con cuatro agujeros, fabricados de aluminio.
- Terminales de tierra para conductor de cobre cableado de 70 mm² a 120 mm² de sección, fabricados de bronce
- Caja de conexiones de cables.
- Caja de agrupamiento; una (01) por cada tres unidades.
- Estructura soporte con todas las tuercas y pernos de anclaje necesarios para fijar adecuadamente el equipo.
- Herramientas necesarias.
- Otros.

5.3.15 Datos a ser proporcionados por el Proveedor

Los siguientes datos deberán ser proporcionados por el proponente:

- Tipo y construcción de transformador de tensión.
- Capacidad en microfaradios y características.
- Planos con dimensiones, masa y cantidad de aceite.
- Dimensiones en detalle de los aisladores.
- Línea de fuga de los aisladores.
- Especificaciones del aceite aislante.
- Marca y cantidad del aceite aislante.
- Forma y dimensión de los terminales del circuito primario.
- Descripción del montaje, desensamblaje y métodos de inspección.
- Hoja de información técnica.
- Otros datos necesarios.

5.3.16 Controles y pruebas

Los transformadores de tensión deberán ser sometidos a las pruebas de rutina comprendidas en las Normas IEC vigentes en la fecha de suscripción del Contrato.

a) Pruebas Tipo

Al recibir la orden de proceder, el Proveedor remitirá los certificados de prueba Tipo, emitidos por una entidad independiente, que certifiquen la conformidad de las exigencias técnicas de los transformadores de tensión.

Las pruebas "Tipo" serán como mínimo las siguientes:

- Prueba de elevación de Temperatura
- Prueba de Impulso atmosférico en el primario del transformador
- Prueba de Determinación de error
- Prueba de resistencia de cortocircuito
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial bajo lluvia.

b) Pruebas de Rutina

Las Pruebas de Rutina efectuadas en los laboratorios y talleres del Fabricante servirán para el control final de los transformadores de tensión y serán:

Las pruebas "de Rutina" serán como máximo las siguientes:

- Prueba de verificación de la marcación de bornes
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el arrollamiento secundario.
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el arrollamiento primario.
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre secciones.
- Prueba de medición de descargas parciales
- Prueba de determinación del margen de error
- Prueba de la relación de transformación

c) Inspección y asistencia a las pruebas

ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) representante por el lote de transformadores de tensión. El costo de pasajes, transporte local, alojamiento y alimentación del inspector de ENDE, por el tiempo que duren las pruebas y ensayos, estará incluido en la oferta.

5.3.17 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta y el posterior control de la provisión.

5.3.18 Planos, diagramas y manuales

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

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos, de los Esquemas y Diagramas Eléctricos y planos de fundaciones y pernos de anclaje. Esta documentación deberá contener información suficiente para que ENDE prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de la Unidad, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de los reportes de prueba del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento por cada Transformador de voltaje de características diferentes y seis (06) por cada 2 de características iguales.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el Contrato.

5.3.19 Embalaje

El embalaje y la preparación para el transporte estará sujeto a la aprobación del representante de ENDE, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los transformadores de tensión capacitivos considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Las cajas de embalaje deberán marcarse con el número de contrato u orden de compra, la masa bruta y neta expresada en kg, incluirá una lista de embarque detallando el contenido de la misma

5.3.20 Partes de Repuesto y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuesto y de herramientas recomendadas para los primeros diez años de servicio, en caso de requerirse.

5.3.21 Cronograma de aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos de anclas y fundaciones, planos de montaje e instalación con todos los materiales usados, planos de partes de CCVT y dispositivos. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

- Planos dimensionales, pesos de los CCVT, cronograma de obtención de partes y materiales a ser usados, se presentarán a más tardar 30 días después de firmado el contrato.
- Planos de detalles constructivos incluyendo conexión de partes y accesorios de componentes, anclajes y placas de características técnicas del CCVT, deben ser presentados a más tardar 60 días después de firmado el contrato.
- Cronograma de pruebas de aceptación de fábrica, se presentarán a más tardar 120 días después de firmado el contrato.
- Manuales, Catálogos de operación y mantenimiento, deberán ser presentados 30 días antes del envío del equipo.
- Verificación de montaje, conexiónado y pruebas básicas funcionales.

5.4 TRANSFORMADORES DE VOLTAJE INDUCTIVO

5.4.1 Requerimientos Generales

Los transformadores de voltaje *para 115 kV*, deberán ser para instalación exterior, aislados en aceite y tipo pedestal *con estructura soporte de acero galvanizado*.

Los transformadores de voltaje para media tensión (34.5 y 24.9 kV), deberán ser para instalación exterior, aislados en aceite o secos, tipo pedestal adecuados para montaje en pórticos.

Los transformadores de voltaje deben diseñarse, fabricarse y probarse de acuerdo con la Norma IEC Publicaciones 358, 186 y 186A.

Todas las partes metálicas que no estén normalmente energizadas, como el depósito de aceite, la caja de terminales, etc., deberán ser fabricados de acero galvanizado y deberán tener conectores terminales de

puesta a tierra. Los conectores terminales de puesta a tierra deberán ser adecuados para un conductor de cobre de 2/0 AWG.

Los transformadores de voltaje, serán inductivos del tipo una (1) columna para su Conexión fase-tierra

5.4.2 Características Eléctricas

No	DESCRIPCION	VALORES	VALORES
1	Voltaje nominal del primario (kV).	$115/\sqrt{3}$	34.5/1.732 24.9/1.732
2	Voltaje de prueba de Impulso, 1.2/50 microseg. onda positiva o negativa (kV valor cresta).	550	170 (34.5 kV) 145 (24.9)
3	Voltaje de prueba a baja frecuencia (kV valor cresta).	230	70 70
4	Frecuencia nominal. (Hz)	50	50
5	Número de arrollamientos del secundario	2	2
6	Voltaje nominal en cada arrollamiento secundario. (V)	$115-115/\sqrt{3}$	115-115/3
7	Relación de transformación	$115/\sqrt{3}: 115/\sqrt{3}-115$	34.5/1.732: 115/√3-115 24.9/√3 115/√3– 1215
8	<i>Clase de precisión entre 25% al 100% de carga nominal con un factor de potencia de 0.8 retrasado</i>	0.3	0.6
8.1	<i>Medición</i>	<i>ANSI 0.3 B-2</i>	<i>ANSI 0.6 B-2</i>
8.2	<i>Protección</i>	<i>ANSI 0.6 B-2</i>	<i>ANSI 1.2 B-2</i>
9	Capacidad en el secundario (VA).		
	a) Arrollamiento No 1.	30	20
	b) Arrollamiento No 2	30	20
	c) Capacidad total	60	40

5.4.3 Requerimientos de Diseño

Cada transformador de voltaje aislado en aceite debe equiparse con un indicador de nivel de aceite y válvulas de llenado y drenaje.

Para las conexiones del secundario, debe proveerse una caja de terminales resistente a la intemperie, La localización de esta caja debe coordinarse con la ubicación de los transformadores, de tal manera que se facilite el acceso de ductos de acero galvanizado, además para el grupo de tres transformadores de voltaje debe proveerse una caja de empalme intermedia resistente a la intemperie.

Los arrollamientos primarios del transformador de voltaje, deberán soportar durante un minuto la prueba de aislación a baja frecuencia de cuatro veces el máximo voltaje de operación de la derivación en condiciones de voltaje nominal de línea a tierra, con la frecuencia y capacidad nominales.

Los transformadores de voltaje, deberán cumplir con los requerimientos de regulación de voltaje de un dispositivo de Clase A, como se define en la Norma NEMA Publicación SG11-44.01.

Las características térmicas del dispositivo, incluyendo todos sus componentes, deberán estar coordinados de tal manera que los cambios de temperatura no causen errores en exceso a los estipulados para dispositivos Clase A.

5.4.4 Conectores Terminales

Los transformadores de voltaje se deberán suministrar con terminales y conectores de puesta a tierra, como está especificado en la Sección 6, "Conectores Terminales". Los conectores terminales deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

Los transformadores de voltaje para 115 kV, deberán equiparse con conectores terminales tipo NEMA de 4 agujeros, adecuados para conductor de aluminio 397.5 MCM ACSR, para 34.5 kV y 24.9 kV, deberán equiparse con conectores terminales tipo grapa, adecuados para conductor 4/0, ACSR, PENGUIN, de acuerdo a la disposición de equipos en planos.

Para levantar el transformador de voltaje se deberán proveer ganchos, cáncamos o dispositivos similares.

5.4.5 Placa de Características

Las placas de características, deberán estar de acuerdo con la Norma IEC. Los textos deberán estar escritos en español.

Las placas de características deberán contener la siguiente información, como mínimo:

- Tipo y número de serie
- Relaciones de transformación
- Capacidad (salida)
- Precisión
- Nivel de aislación
- Peso
- Fabricante y dirección

5.4.6 Pruebas

El transformador de voltaje capacitivo, deberán someterse a pruebas de acuerdo con la Norma IEC Publicaciones 358, 186 y 186A. Los datos de pruebas deberán incluir curvas para capacidades (salidas) standard de los factores de conexión de relación y de fase.

5.4.7 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico – económica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

5.5 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE CT

5.5.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas en fábrica, pruebas de aceptación y garantías para transformadores de corriente (CT), para montaje en intemperie, 115, 34.5 y 24.9 kV de voltaje nominal y frecuencia de 50 Hz.

Los transformadores de corriente serán diseñados, fabricados, y probados de acuerdo con las últimas normas de NEMA, ANSI o IEC.

5.5.2 Características eléctricas

Las características técnicas se encontrarán, pero no se limitarán a las siguientes especificaciones:

N°	Descripción	Unidad	Requisitos
1	Normas		IEC: 60185, 60296 u otras equivalentes
2	Condiciones de Instalación		Subestación al aire libre
2.1	Lugar de instalación		Caranavi, Yucumo, San Borja, San Ignacio y Trinidad
2.2	Altitud		Menor a 1000 m.s.n.m.
2.3	Temperatura	°C	5<t<45
2.4	Velocidad del viento (max.)	Km./h	120
3	Polos / Fase		1
4	Voltaje de Sistema (fase – fase)	kVef	115 34.5 24.9
5	Voltaje Máximo de Sistema (fase – fase)	kVef	123 36 25
6	Frecuencia	Hz	50
7	Número de Núcleos		2
7.1	Medición		1 (115 kV) 1 (34.5 kV) 1 (24.9 kV)
7.2	Protección		3 (115 Kv)

			1 (34.5 kV) 1 (24.9 kV)
8	Relaciones de Corriente		
8.1	Medición	A	300-150-75-50/5 (115 kV) 100-75-50-25/5 (34.5kV) 175-100-75/5 (24.9 kV)
8.2	Protección	A	300-150-75-50/5 (115 kV) 100-75-50-25/5 (34.5kV) 175-100-75/5 (24.9 kV)
9	Valor de Factor Térmico		1.2
10	Precisión de Clase		
10.1	Medición		ANSI 0.3 B-0.9 (115 kV) ANSI 0.6 B-0.9(34.5 y 24.9 kV)
10.2	Protecciones		ANSI C B-2 (115 kV) ANSI C B-2 (34.5 Y 24.9 kV)
11	Capacidades de aislamiento		
11.1	Límite de Voltaje de sostenimiento por Impulso de Rayo (pico) 1.2/50 microsegundos	kV	550 (115 kV) 170 (34.5 kV) 145 (24.9 kV)
11.2	Valor de Voltaje de sostenimiento por Impulso de Rayo (pico) onda recortada	kV	550 (115 kV) 170 (34.5 kV) 145 (24.9 kV)
11.3	Límite de Voltaje de resistencia para Frecuencia de Poder en 1 minuto para arrollamiento secundario	kVef.	3
12	Características Transitorias		
12.1	Corriente térmica de corta duración, 1 segundo		20 x valor de corriente
12.2	Corriente dinámica de corta duración		50 x valor de corriente
13	Radio Interferencia		
13.1	Voltaje mínimo fase – tierra para prueba de	kVef	92

	radio interferencia		
13.2	Máximo nivel de radio interferencia con conectores de alto voltaje instalados	kV	250
14	Máxima Resistencia de protección del arrollamiento secundario a 75°C	Ohms	1.2
15	Límite de elevación de temperatura acorde a norma ANSI		
16	Distancia de fuga (fase a tierra)	Mm	Según norma IEC

5.5.3 Características Constructivas

El diseño electromecánico de los transformadores de corriente y accesorios seguirá estrictamente las recomendaciones de IEC y ANSI/IEEE, siendo éstos adecuados para operar equipos de medición de corriente para líneas de transmisión.

El transformador de corriente debe ser de fase simple, del tipo sumergido en aceite dieléctrico o aislado en SF6 en 115 kV, con estructura soporte incluida, montado en una base diseñada para resistir todas las cargas estáticas y dinámicas que surgen durante el montaje y operación.

El transformador de corriente en media tensión (34.5 y 24.9 kV, deberá ser aislado en aceite dieléctrico o seco, adecuado para montaje en pórtico.

Los transformadores de corriente deben tener la capacidad de operar en forma segura durante 60 segundos bajo 30% de sobretensión. También deben ser capaces de operar continuamente bajo variación de voltaje de + / - 10% y + / - 5% de variación de frecuencia.

Los transformadores de corriente serán provistos con terminales tipo NEMA adecuados para cable ACSR 397.5 MCM. Los tanques de los transformadores de corriente tendrán por lo menos dos terminales para fijación para cables de cobre 4/0 AWG para puesta a tierra.

Los transformadores de corriente deben ser del tipo multirrelación, con corriente nominal secundaria de 5 A.

Los arrollamientos de clase medición estarán separados eléctricamente y magnéticamente de los de clase de protección. El núcleo de clase de protección será equipado con tres arrollamientos secundarios de idéntica relación múltiple, el núcleo de clase medición será provisto con un arrollamiento multirrelación.

Los arrollamientos se construirán con cobre electrolítico y materiales aislantes IEC clase "A". La disposición de los arrollamientos garantizará una adecuada circulación de aceite dieléctrico.

Los selectores de derivación de los transformadores de corriente deben ser de fácil acceso y estar claramente identificados, adicionalmente ellos estarán equipados con dispositivos de fijación y enclavamientos que prevendrán conmutaciones accidentales o desconexiones por vibración.

Las bases del tanque de los transformadores de corriente se diseñarán de manera de obtener una superficie y base de anclaje sólida. Para el llenado de aceite dieléctrico y muestreo, los tanques de los transformadores de corriente serán provistos con válvulas.

Los TRANSFORMADORES DE CORRIENTE sumergidos en aceite serán provistos totalmente llenos de aceite, dispondrán de accesorios de control de llenado de aceite y purga.

Los TRANSFORMADORES DE CORRIENTE aislados en SF6 serán provistos con un nivel de gas reducido, manteniendo presión positiva dentro de sus tanques y se equiparán con accesorios de control

para llenado de gas y purga, dentro la provisión se incorporarán botellones con SF6 como relleno. Un botellón por cada 6 transformadores

Todo el cableado, terminales y bloques terminales en los gabinetes de conexión serán adecuados para un voltaje de 600 VAC, un 20% adicional de cada clase de bloques terminales empleados se preverán como de repuesto. Los bloques terminales serán adecuados para cable de cobre 10 AWG.

Todos los acabados metálicos deben ser pintados y protegidos debidamente durante el transporte para prevenir la superficie de sufrir daños. Para retocar la pintura en las partes dañadas durante el transporte y erección, debe suministrarse por lo menos un galón de pintura.

5.5.3.1 Aislamiento

El aislamiento de los transformadores de Corriente será adecuado para conectarlo a la red entre fase y tierra. En las Tablas de datos técnicos garantizados se indica las características técnicas. El Nivel de Aislamiento Nominal estará basado en la tensión máxima del equipo.

5.5.3.2 Corrientes

El comportamiento de los transformadores, tanto para medición como para protección, estará basado en la corriente nominal primaria y la carga secundaria.

En las Tablas de Datos Técnicos Garantizados se especifican la relación de transformación y la corriente nominal de los secundarios de los transformadores de corriente.

5.5.3.3 Clase y carga nominal de precisión

En la Tabla de Datos Técnicos Garantizados, se indican la clase y la carga nominal de precisión para los núcleos de medición y protección.

5.5.3.4 Esfuerzos por cortocircuito

Los transformadores de corriente se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en las terminales del primario, con el secundario en cortocircuito, sin exceder los límites de temperatura recomendada por la norma IEC.N° 60185

5.5.3.5 Polaridad e identificación de terminales

En los terminales del equipo se marcará la Polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable y a prueba de intemperie.

Las marcas de los terminales deben identificar: el arrollamiento primario, los arrollamientos secundarios de cada núcleo, las derivaciones intermedias y las polaridades relativas de los arrollamientos y sus secciones.

5.5.3.6 Condiciones y altitud de instalación

Todos los transformadores de corriente serán para instalación a la intemperie en lugares cuya temperatura puede variar entre 5 y 45 °C.

El diseño de los transformadores de corriente deberá prever protección contra polvo, humedad, vibración, choques, golpes y transporte inadecuado.

5.5.3.7 Aisladores

Los aisladores de los transformadores de corriente deben ser a prueba de fugas, con drenaje o válvulas de purga, diseñadas para impedir la formación de gases explosivos y permitir la circulación libre de aceite dieléctrico.

Los aisladores serán de porcelana homogénea libre de burbujas o cavidades de aire, obtenida por proceso húmedo. El acabado será vidriado, color marrón, uniforme y libre de manchas u otros defectos. Serán adecuados para servicio a intemperie y estarán dotados de Conectores apropiados.

Los aisladores que contengan aceite tendrán indicadores de nivel y medios para sacar muestras y drenarlo.

5.5.3.8 Cajas Terminales Secundarias

Cada transformador de corriente deberá estar equipado con caja de conexiones para los terminales secundarios, incluyendo borneras cortocircuitables. La caja deberá ser resistente a la intemperie IP55, a prueba de lluvias y del acceso de insectos y ventilada para evitar condensaciones. Tendrá cubierta removible y provisiones para la entrada de tubo conduit de 25 mm de diámetro para la acometida de cables con espacio suficiente para permitir la conexión de los mismos.

Las cajas de unión de los TRANSFORMADORES DE CORRIENTE serán herméticas, contra polvo y agua, adecuadas para montaje en exteriores, con puertas de bisagra y candados de seguridad. Estas cajas tendrán las bases removibles para permitir la entrada de cables a través de pasacables exteriores circulares.

Adicionalmente, por cada tres (03) transformadores de Corriente, se deberá suministrar una de caja de Agrupamiento metálica para instalación a la intemperie con puerta y chapa de seguridad para los cables del secundario.

Contendrá borneras tipo cortocircuito, control y calefactor en 220 Vca y cualquier otro elemento que sea necesario para el buen funcionamiento del equipo y provisiones para la entrada de tubos conduit de 50 mm de diámetro, para la acometida de cables, con espacio suficiente para permitir la conexión de los mismos.

5.5.3.9 Montaje

El Proveedor debe indicar claramente las posiciones posibles de montaje e indicar sus recomendaciones en cada posición.

5.5.3.10 Placa de Identificación

Deberá ser de acero inoxidable y se localizará en un lugar visible. Contendrá la siguiente información siguiente: Nombre del aparato, Tensión máxima del equipo y Niveles de aislamiento, Marca, Número de serie, Tipo (designación del fabricante), Relación de Transformación, Clase y Potencia de Precisión, Frecuencia y Posición de montaje.

5.5.4 Accesorios

Los siguientes accesorios deberán ser provistos por cada unidad de transformador de corriente:

- Placa de identificación.
- Terminales de fase, planos tipo NEMA con cuatro agujeros y fabricado de aluminio.
- Terminales de tierra para conductores de cobre cableados de 70 a 120 mm² de sección, fabricados de bronce
- Caja de conexiones de cables.
- Caja de agrupamiento. Una (01) por cada tres unidades.
- Estructura de soporte para transformadores de corriente, con todas las tuercas y pernos necesarios para fijar adecuadamente el equipo. La provisión incluye los pernos de anclaje.
- Herramientas necesarias.
- Otros.

5.5.5 Datos a ser proporcionados por el Proveedor

Los siguientes datos deberán ser proporcionados por el Proponente:

- Tipo y construcción de los transformadores de corriente.
- Características eléctricas.
- Planos con dimensiones, masa y cantidad de aceite.
- Dimensiones en detalle de los aisladores.
- Línea de fuga de los aisladores.
- Especificaciones del aceite aislante. Marca y cantidad del aceite aislante.
- Forma y dimensión de los terminales del circuito primario.
- Descripción del montaje, desensamblaje y métodos de inspección.
- Hoja de información técnica.
- Otros datos necesarios.

5.5.6 Controles y pruebas

Los transformadores de corriente deberán ser sometidos a las pruebas comprendidas en las Normas IEC vigentes en la fecha de suscripción del Contrato.

a) Pruebas Tipo

Al recibir la orden de proceder, el Proveedor remitirá los certificados de prueba tipo, emitidos por una entidad independiente, que certifiquen la conformidad de las exigencias técnicas de los transformadores de corriente.

Las pruebas "Tipo" serán como mínimo las siguientes:

- Prueba de elevación de Temperatura
- Prueba de Impulso atmosférico
- Prueba de Determinación de error
- Prueba de resistencia de cortocircuito
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial, bajo lluvia.

b) Pruebas de Rutina

Las Pruebas de Rutina efectuadas en los laboratorios y talleres del Fabricante servirán para el control final de los transformadores de corriente y serán:

Las Pruebas de Rutina serán como mínimo las siguientes:

- Prueba de verificación de la marcación de bornes
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el arrollamiento secundario.
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el arrollamiento primario.
- Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre secciones.
- Prueba de medición de descargas parciales
- Prueba de determinación del margen de error
- Prueba de sobretensión entre espiras.
- Prueba de relación de transformación.

c) Inspección y asistencia a las pruebas

ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) representante por el lote de transformadores de corriente que en lo posible, deberá coincidir con las pruebas del resto de los equipos del lote. El costo de pasajes, transporte local, alojamiento y alimentación del inspector de ENDE, por el tiempo que duren las pruebas y ensayos, estará incluido en la oferta.

5.5.7 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico – económica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

5.5.8 Planos, diagramas y manuales

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

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación tres (03) ejemplares de los planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que ENDE prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de los transformadores de corriente, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de los reportes de prueba del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento por cada Transformador de Corriente de características diferentes y seis (06) por cada 2 de características iguales.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de sus obligaciones.

5.5.9 Embalaje

El embalaje y la preparación para el transporte estarán sujetos a la aprobación del representante de ENDE, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los transformadores de corriente considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Las cajas de embalaje llevarán impresas las marcas con el número de contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá dentro de las cajas una lista que detalle el contenido de las mismas.

5.5.10 Partes de Repuesto y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuesto requeridas y herramientas recomendadas para los primeros diez años de servicio.

5.5.11 Cronograma de aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos de anclas y fundaciones, planos de erección e instalación con todos los materiales usados, planos de partes y dispositivos de los transformadores de corriente. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

- Planos dimensionales, pesos de los transformadores de corriente, cronograma de adquisición de partes y materiales a ser empleados, deberán ser presentados a más tardar 30 días después de firmado el contrato.
- Planos de detalles constructivos, incluyendo conexión de partes y accesorios de componentes, placa de características técnicas, de anclajes y transformadores de corriente, se presentarán a más tardar 60 días después de firmado el contrato.
- Cronograma de pruebas de aceptación de fábrica, se presentarán a más tardar 120 días después de firmado el contrato.
- Manuales, catálogos de operación y mantenimiento, se presentarán 30 días antes del envío del equipo.

5.6 PARARRAYOS

5.6.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas, pruebas de aceptación y garantías pararrayos de óxido de zinc, tipo estación para montaje en exteriores, voltajes nominales de 115, 34.5 y 24.9 kV y frecuencia de 50 Hz.

Los Pararrayos se diseñarán, fabricarán y probarán de acuerdo con normas de NEMA, ANSI e IEC.

5.6.2 Características Eléctricas

Las características técnicas mínimas, pero no limitativas son las siguientes:

N°	Descripción	Unidad	Requerimiento
1	Normas		IEC: 60099-3, 60099-4 u otras equivalentes
2	Condiciones de Instalación		Subestación al aire libre
2.1	Lugar de instalación		Caranavi, Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad.
2.2	Altitud		Menor a 1000 m.s.n.m
2.3	Temperatura	°C	5<t<45
2.4	Velocidad del viento (máx.)	Km./h	120
3	Polos / Fase		1
4	Aplicación		Protección de subestación
5	Instalación		Subestación al aire libre
6	Frecuencia	Hz	50
7	Límite de Corriente de descarga	kAcr.	10

8	Límite de Voltaje	kVef.	96-160
9	Voltaje de Sistema (fase – fase)	kVef.	115 34.5 24.9
10	Voltaje Máximo de Sistema (fase – fase)	kVef.	123 36 25
11	Capacidad de Sobre- Voltaje Temporario		
11.1	1,0 seg.	kVef.	120 33 24
11.2	10 seg.	kVef.	
12	Máximo Voltaje Residual con onda de corriente, conmutación por elevación 30/60 microsegundos		
12.1	1,0 kA	kVcr.	192 60 42
12.2	2,0 kA	kVcr.	
13	Máximo Voltaje Residual con onda de corriente, conmutación por rayo 8/20 microsegundos		
13.1	5 kA	kVcr.	219 68 48
13.2	10 kA	kVcr.	231 72 50
14	Capacidad de Absorción de Energía	KJ/kV	
15	Capacidad de Corriente de rayo		
15.1	Onda rectangular, tiempo largo 2000 microsegundos	Acr.	
15.2	Onda rectangular, tiempo corto 4x10 microsegundos	KA.	
16	Capacidad soportable de impulso		
16.1	Simétrica	kAcr.	

16.2	Asimétrica	kAcr.	
17	Distancia de fuga (fase - fase)	mm	Según norma IEC

5.6.3 Características Constructivas

El diseño electromecánico de los pararrayos y accesorios seguirán estrictamente las recomendaciones IEC y ANSI/IEEE, siendo estos adecuados para operar líneas de transmisión como equipo de protección de sobrevoltaje atmosférico.

Los pararrayos serán fabricados con bloques de resistencias a base de óxido metálico; se instalarán al exterior y serán diseñados para proteger transformadores y equipos de media y alta tensión contra las sobretensiones atmosféricas. En los planos de Ingeniería de Detalle y en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados se deberá indicar los pararrayos que tienen estructura soporte y los pararrayos que se fijarán al tanque de los transformadores de potencia.

Cada polo estará formado por una o varias secciones, según sea requerido por necesidad de fabricación, y contendrá todos los elementos del pararrayos.

Las columnas soportes serán de porcelana, según se indiquen en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados, deberán tener una adecuada resistencia mecánica y eléctrica, así como una adecuada línea de fuga. De acuerdo con la capacidad de disipación de energía, los pararrayos serán CLASE 2 y 3 de acuerdo a la norma IEC, según se indique en las tablas de datos técnicos garantizados.

Los pararrayos contarán con un dispositivo apropiado para liberar las sobrepresiones internas que pudieran ocurrir ante una circulación prolongada de una corriente de falla o ante descargas internas en el pararrayos, para evitar una explosión violenta de la columna-soporte.

Las partes de los pararrayos deberán ser de construcción totalmente a prueba de humedad, de tal modo que las características eléctricas y mecánicas permanezcan inalterables aún después de largos períodos de uso. Las partes selladas deberán estar diseñadas de modo que no penetre agua por ellas.

En caso de requerirse, se suministrará, en cada polo, un anillo para la mejor distribución del gradiente de potencial en el Pararrayos.

Cada polo deberá tener dos conectores, uno para el terminal que se conectará a la línea y otro para el terminal que se conectará a tierra.

Se dotará a cada Pararrayos de CONTADORES DE DESCARGAS E INDICADOR DE CORRIENTES DE FUGA, los que operarán debido a la corriente de descarga que pasa a través del pararrayos. Con cada contador se suministrará la base aislante y los accesorios de fijación.

Los pararrayos serán de simple fase, montados en una base diseñada para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que surgen durante el montaje y operación.

Cuando el sistema es energizado a su voltaje de operación máximo, los pararrayos deben estar libres de efecto corona bajo variaciones de voltaje de + / - 10% y variaciones de frecuencia de +/- 5%.

Los pararrayos deberán ser provistos con terminales adecuados para cable 397.5 MCM y conectores de puesta a tierra para cable de cobre 4/0 AWG.

Todos los acabados metálicos serán galvanizados en caliente después de la fabricación y debidamente protegidos durante el transporte para prevenir a la superficie de sufrir daños.

5.6.4 Accesorios

Los siguientes accesorios deberán ser provistos para cada juego de pararrayos.

- Placa de identificación.
- Contador de descargas (uno por cada pararrayos), cuando sean solicitados.
- Terminales de fase, para cable de aluminio en el rango de 120 a 240 mm².
- Terminales de tierra para conductor de cobre cableado de 70 a 120 mm² de sección, fabricados de bronce.
- Los pararrayos en sistemas con una tensión desde 60 kV y superiores deberán suministrarse con Estructura de soporte, con todas las tuercas y pernos necesarios para fijar adecuadamente el equipo, incluyendo los pernos de anclaje. Los pararrayos a instalarse en el tanque de los transformadores serán provistos sin estructura de soporte.
- Herramientas necesarias.
- Otros accesorios.
- Catálogo de operación, mantenimiento, características técnicas y constructivas.

5.6.5 Datos a ser proporcionados por el Proveedor

- Certificación de cumplimiento con las Normas IEC.
- Tipo y construcción.
- Características de comportamiento eléctrico.
- Servicio.
- Descripción del contador de descarga.
- Descripción del equipo y su comportamiento bajo condiciones de contaminación.
- Planos con dimensiones y pesos.
- Forma y dimensión de los terminales.
- Otros puntos necesarios.

5.6.6 Pruebas

Los pararrayos deberán ser sometidos a las pruebas comprendidas en las Normas IEC vigentes en la fecha de suscripción del Contrato.

a) Pruebas Tipo

Al recibir la orden de proceder, el Fabricante remitirá los certificados de prueba Tipo, emitidos por una entidad independiente, que certifiquen la conformidad de las exigencias técnicas de los transformadores de medida.

Las pruebas Tipo serán como mínimo las siguientes:

- Prueba de tensión de sostenimiento de aislamiento externo
- Prueba de Tensión residual
- Prueba de tensión de sostenimiento al impulso de maniobra
- Prueba de Operación de Servicio
- Prueba de alivio de presión
- Prueba de envejecimiento acelerado
- Prueba de Descarga parciales
- Pruebas de Estanqueidad

b) Pruebas de Rutina

Las pruebas de rutina, ejecutadas en los talleres del fabricante, servirán de control final de la fabricación

- Prueba de medición de la tensión de referencia a frecuencia industrial
- Prueba de la tensión residual
- Prueba de medición de las corrientes a través del pararrayos
- Prueba de medición de descargas parciales

c) Inspección y asistencia a las pruebas

ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) representante por el lote de pararrayos. El costo de transporte, alojamiento y estadía del inspector de ENDE, por el tiempo que duren las pruebas y ensayos, estarán incluidos en las ofertas.

5.6.7 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

5.6.8 Planos, diagramas y manuales

El Proveedor deberá proporcionar folletos manuales de operación y montaje suficientemente detallados que permitan un montaje apropiado y planos que ilustren ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece.

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que ENDE prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de los equipos, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de los reportes de prueba del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento por cada Pararrayo de características diferentes y tres (03) por cada 2 de características iguales.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del embalaje.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el pedido.

5.6.9 Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación de ENDE, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de todos los pararrayos considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Las cajas y los bultos deberán marcarse con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

5.6.10 Partes de Repuesto y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuestos requeridos y herramientas recomendadas durante los primeros diez años de servicio.

5.6.11 Documentación y Cronograma de Aprobación

El Proveedor deberá remitir a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos de anclajes y fundaciones, planos de erección e instalación con todos los materiales usados, planos de partes de los Pararrayos y dispositivos. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

Planos dimensionales, pesos de los Pararrayos, calendarios de partes y materiales usados, anclajes y fundaciones se presentarán a más tardar 30 días después de firmado el contrato.

Manuales, catálogos de operación y mantenimiento, se presentarán 30 días antes del envío del equipo.

5.7 RECONNECTADORES

5.7.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas de aceptación, pruebas funcionales, pruebas de puesta en servicio y garantías para la provisión de reconectadores trifásicos (interruptores de recierre automático denominados reclosers) equipados con sistema de control electrónico para montaje en exteriores, voltaje nominal de 34.5 y 24.9 kV y frecuencia de 50 Hz, para su utilización en las subestaciones de potencia de media tensión.

5.7.2 Normas

Los reconectadores serán fabricados y probados de acuerdo con la última Publicación de la norma IEC-56, ANSI/IEEE C 37.60 y ANSI/IEEE 37.90 o su equivalente con normas NEMA.

5.7.3 Características constructivas

Los reconectadores serán trifásicos automáticos, de control electrónico, con cámara de extinción en SF6 o vacío, para operar en 24.9 kV para subestación Trinidad y 34.5 kV en las subestaciones Yucumo, San Borja y San Ignacio de Moxos.

Los reconectadores deberán ser suministrados completos con conectores terminales, gabinete de mando, estructura reticulada galvanizada, bobinas de disparo, sensores de corriente, sensores de tensión, contactos principales, bushings y demás accesorios.

Los reconectadores deberán ser autoalimentados y autocontrolados, estos deberán incluir acceso para comando remoto de cierre y apertura.

Los reconectadores deberán llevar incorporados los dispositivos y accesorios para el despeje de corrientes de fallas monofásicas y trifásicas con un solo mando.

5.7.4 Características eléctricas

- Tensión nominal de operación, en kV.	24.9	34.5
- Tensión máxima, en kV.	27	38
- Nivel Básico de Impulso (BIL), en kV.	150	170
- Tensión de prueba, seco a 50 Hz., 1 min. kV	60	70
- Tensión de prueba, húmedo a 50 Hz., 10 seg. kV	50	50
- Máxima corriente continua A	400	400
- Máxima corriente de interrupción simétrica en kA	12.5	12.5
- Corriente nominal contactos principales		
- Corriente nominal de bobinas de disparo		
- Duración de cortocircuito, en seg.	1	1
- Máximo tiempo de interrupción, en seg.	0.04	0.04
- Máximo tiempo de cierre en seg.	0.06	0.06
- Tiempo de recierre o apertura entre el	máx 120	máx 120

primer polo y los otros polos. (grados eléctricos)		
- Frecuencia, en Hz.	50	50
- Tensión de control en VDC	125	125
- Temperatura de operación °C	5 a 70	5 a 70

5.7.5 Requerimientos de las bobinas de disparo

Las bobinas de disparo en serie de los reconectores deberán operar a 140% y 200% de su corriente nominal.

El reconector deberá permitir el intercambio de las bobinas de disparo con corrientes nominales desde 5 hasta 100 A sin afectar mecánicamente, ni eléctricamente la disposición de todos sus componentes como también a la operación normal de cierre y apertura de los contactos principales.

El fabricante deberá suministrar los manuales y herramientas especiales que se requieran para el rápido y fácil intercambio de las bobinas de disparo.

- Notas: a) Se requieren dos (2) reconectores cuyos contactos principales tengan una corriente nominal de 400 A.
- b) Se instalará un reconector por cada alimentador, total dos (2) reconectores por subestación.

5.7.6 Requerimientos complementarios

Por la naturaleza de su función deberán tener también las siguientes características:

- Apertura/cierre, simultaneo de las tres fases, con mando local/remoto.
- Mecanismo de operación eléctrico y resortes.
- Los reconectores podrán disparar automáticamente por comando local/remoto.
- Poseerán el sistema antibombeo.
- Los reconectores deberán ser capaces de operar en un ambiente altamente húmedo y con temperaturas entre 5 y 55 °C.
- Llave selectora para mando local y a distancia.
- Pulsadores independientes para cierre y apertura.
- Señalizaciones luminosas y mecánicas de abierto-cerrado.
- Panel de control tipo intemperie.
- Calefactores para 220 VAC controlados automáticamente con higrostatos o termostatos (hum.>50%, temp.<40°C).
- Los reconectores deberán tener al menos cinco (5) contactos normalmente cerrados y cinco (5) contactos normalmente abiertos. Además de interruptores de posiciones limites.
- Estructura soporte, pernos, tuercas, volandas planas y de presión galvanizados para su montaje.
- Terminales de la línea para conductor 1/0 a 4/0 AWG, ACSR.

- Terminales de puesta a tierra para conductor desnudo de cobre 1/0 a 2/0 AWG.
- La secuencia mínima de operación de los reconectores serán al menos dos veces seguidas.
- La reconexión podrá ser ajustada en el tiempo.
- Los reconectores tendrán incorporados dispositivos de protección ajustables para operar por sobrecorriente, con posibilidad de almacenamiento de eventos, software incluido con protocolos compatibles, puerto de comunicación RS-485 e interface para conexión con PC.
- Cada reconector deberá tener la posibilidad de alimentar desde su gabinete de mando instrumentos de medición de parámetros eléctricos que estarán ubicados en la sala de control, en el cubículo de control, protección y medición.
- Los reconectores estarán provistos con un contador de operaciones.

5.7.7 Repuestos

Los proponentes deberán suministrar una lista de repuestos con precios itemizados (unitarios) que incluyan por lo menos los elementos indicados a continuación y/u otros que los fabricantes recomiendan por un período de operación de diez años para los reconectores.

- a) 1 juego de contactos móviles.
- b) 1 juego de contactos fijos.
- c) 1 juego de empaquetaduras.
- d) 1 motor completo.
- e) 1 cámara de extensión.
- f) 1 juego de límites SWITCH.
- g) 1 juego completo de todas las otras partes del mecanismo que requieran reemplazos.
- h) Herramientas adecuadas y especiales para los reconectores.

5.7.8 Placa de características

La placa de características de los reconectores deberá estar de acuerdo con la Norma IEC. Los textos serán escritos en español. Deben contener la siguiente información como mínimo:

- Tipo y número de serie.
- Corriente nominal.
- Voltaje nominal.
- Nivel Básico de aislación (BIL).
- Nivel de aislación a frecuencia industrial.
- Peso.
- Fabricante y dirección.

5.7.9 Pruebas

Las pruebas en fábrica deberán efectuarse de acuerdo con la Norma consignadas en el numeral 5.7.2. Los protocolos de pruebas serán entregados antes del embarque de los reconectores.

Adicionalmente a las pruebas de rutina, el Proveedor deberán efectuar las siguientes pruebas:

- Simultaneidad de cierre y apertura de contactos.
- Pruebas de resistencia, calefactores y bobinas.
- Pruebas de energía almacenada de del sistema.
- Pruebas de operación mecánica.

- Medición de tiempos de operación.
- Verificación de distancias mínimas y ajuste mecánico.
- Pruebas de fugas SF6.

5.7.10 Planos, diagramas y manuales

El Proveedor deberá proporcionar folletos, Dibujos y Manuales de operación y montaje que ilustren ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece. Al mes de la firma de Contrato, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación, tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos, planos de fundaciones y disposición de pernos de anclaje .

Antes del embarque de la Unidad, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por ENDE y Cinco (05) de los reportes de pruebas del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el Contrato.

5.7.11 Embalaje

El embalaje y la preparación para el transporte será tal que se garantice un transporte seguro de todo el material considerando todas las condiciones climatológicas y de transporte. El daño debido a un embalaje no adecuado será considerado como causal no atendible para casos de retraso en el cumplimiento del Contrato.

Las cajas y los bultos deberán marcarse con el número del contrato u orden de compra, y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

5.8 SECCIONADORES FUSIBLES

5.8.1 Consideraciones generales

Estas especificaciones técnicas tienen por objeto definir las condiciones de Diseño, Fabricación, método de prueba para el suministro de seccionadores tipo expulsión (Cut Out) y tipo fijo (cartucho).

5.8.2 Normas aplicables

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

ANSI C37.40 : Standard Service Conditions and definitions or High-Voltage Fuses, and Accessories.

ANSI C37.42 : Specifications for Distribution Cut Outs and Fuse Links.

5.8.3 Características generales

a) Tipo

Los seccionadores fusible tipo expulsión (Cut Out) y los del tipo fijo, serán unipolares para instalación exterior sobre estructura metálica, de concreto o madera, de accionamiento manual mediante pértiga.

b) Características Eléctricas

Las características técnicas se indican en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados.

5.8.4 Requerimientos de diseño y construcción

a) General

Los seccionadores - fusibles serán unipolares, para instalación exterior y serán montados en crucetas o perfiles metálicos de estructuras tipo celosía de concreto y/o de madera, montaje vertical y para trabajo pesado.

Los seccionadores - fusibles tipo expulsión (Cut Out), serán diseñados para proteger los transformadores de servicios auxiliares y los del tipo fijo para los transformadores de potencia y transformadores de tensión contra corrientes de cortocircuito. La base de los seccionadores – fusibles deberá soportar los esfuerzos electrodinámicos producidos por la corriente de cortocircuito instantánea.

Estos equipos serán accionados mediante pértigas aisladas, de dimensiones apropiadas y con aislamiento eléctrico suficiente para garantizar la seguridad humana, aún al usarse en condiciones desfavorables.

b) Contactos y bornes terminales

Los contactos y bornes terminales serán del tipo universal, diseñados para que en cada soporte pueda alojarse portafusibles en el rango de 90 a 200 A.; su diseño considerará un portafusibles que pueda intercambiarse con los de otros fabricantes (deberá indicarse en la oferta claramente el tipo y marca de los seccionadores fusibles intercambiables).

Los contactos operarán a la temperatura más baja posible y serán recubiertos con plata para mantener un bajo valor de resistencia eléctrica; los bornes terminales de los fusibles serán estañados o galvanizados con un material compatible con conductores de cobre y aluminio, y. deberán garantizar un buen contacto eléctrico.

c) Aislador

Los aisladores soporte serán sólidos de porcelana.

d) Señalización

La señalización en los seccionadores tipo expulsión deberá ser visible por la apertura del portafusibles, el cual quedará suspendido en forma vertical. Los fusibles fijos deberán estar dotados de un sistema que permita la indicación visual de fusibles quemados desde el nivel de piso.

5.8.5 Accesorios

Se deberá suministrar los siguientes accesorios:

- Placa de Identificación.
- Elementos de fijación (Pletinas metálicas, pernos, tuercas, etc.)
- Elemento fusible (Incluido)
- Asimismo para el juego de seccionadores se considerará lo siguiente:
 - Un (01) par de guantes para 25 kV para subestación Trinidad.
 - Un (01) par de guantes para 36 kV para subestaciones Yucumo, San Borja y San Ignacio de Moxos.

- Una (01) pértiga de desconexión para 36 kV para subestaciones Yucumo, San Borja y San Ignacio de Moxos.
- Una (01) pértiga de desconexión para 25 kV para subestación Trinidad.

5.8.6 Puntos a ser definidos en la propuesta

- Catálogos descriptivos de las bases portafusibles.
- Curvas características del elemento fusible.
- Forma de operación.
- Deberá indicarse en la oferta claramente el tipo y marca del portafusible compatibles con el ofertado.
- Características técnicas de la pértiga.
- Dimensiones.

5.8.7 Inspecciones y pruebas

Todo el equipamiento suministrado será sometido a las pruebas de rutina y de recepción que se establecen en las Normas ANSI C37.42.

5.8.8 Repuestos

Para los seccionadores-fusibles de 34.5 kV y 24.9 kV se suministrarán como repuestos los siguientes elementos:

- Un juego de 3 fusibles para cada subestación.
- Grasa para los contactos.

5.8.9 Datos técnicos garantizados

El Proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico-económica de la oferta y el posterior control del suministro.

5.8.10 Planos, diagramas y manuales

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

Al mes de firmado Contrato, el fabricante deberá suministrar para revisión y aprobación, tres (03) ejemplares de los planos de Dimensiones Generales que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los esquemas y diagramas eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que el propietario prevea los requerimientos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de los seccionadores – fusibles, el fabricante deberá suministrar tres (03) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por el propietario y tres (03) de los reportes de pruebas del fabricante y de los manuales de operación y mantenimiento.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma español.

5.8.11 Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación del Propietario, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los seccionadores fusibles considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Las cajas deberán marcarse con el número del contrato u orden de compra, y la masa bruta y neta expresada en kg; incluirá una lista de embarque detallando el contenido de la misma.

5.9 AISLADORES TIPO POSTE

5.9.1 Requerimientos Generales

Los aisladores tipo poste serán porcelana, de clase estación 550 kV BIL, para uso exterior, con diámetro de fijación de cinco pulgadas y provistos en paquetes individuales. Deberán ser dimensionados de acuerdo con la última revisión de la siguiente Publicación de la Norma IEC:

- Publicación No.273 "Dimensions of indoor and outdoor post insulators and post insulators units for systems with nominal voltajes greater than 1000 Volts".

Cada aislador de soporte de barra se deberá proveer completo con su respectiva estructura de acero galvanizado tal como se muestra en los planos de disposición de equipos, con conectores terminales para conductor de aluminio 397.5 MCM ACSR IBIS.

5.9.2 Características Eléctricas y Mecánicas - Aisladores Tipo Poste 115 kV

Nº	DESCRIPCIÓN	SUBESTACIONES YUCUMO, SAN BORJA, SAN IGNACIO DE MOXOS Y TRINIDAD
1	Designación IEC-273	C6-550
2	Voltaje de prueba de impulso 1.2/50 microseg. onda positiva o negativa. (kV valor cresta)	550
3	Voltaje de prueba a frecuencia industrial (kV eficaz)	230
4	Frecuencia nominal (Hz)	50
5	Distancia de fuga mínima (mm)	1720
6	Cargas de ruptura mínima: a. A la flexión (N) b. A la torsión (Nm)	6000 2500
7	Altura del aislador (mm)	1200
8	Diámetro del círculo de ubicación de agujeros en la parte superior (mm)	76
9	Diámetro del círculo de ubicación de agujeros en la parte inferior (mm)	76
10	Dimensiones de la rosca parte superior e inferior (mm)	12

5.9.3 Requerimientos de diseño y fabricación

El diseño de los aisladores deberá ser tal que los esfuerzos de expansión y contracción en cualquier parte de los aisladores no ocasionen su deterioro.

Los aisladores se deberán diseñar y fabricar para tener una máxima resistencia mecánica, sin sacrificar las características eléctricas de operación de estas especificaciones. Las superficies inferiores y acanaladuras se deberán moldear para posibilitar una limpieza fácil. Las polleras deberán ser substancialmente simétricas en su moldeado y sin combaduras apreciables.

La superficie de porcelana vidriada deberá estar libre de irregularidades y partículas ásperas. El vidriado deberá presentar buen lustre y un acabado de color uniforme. El vidriado deberá ser de tipo compresión que no sea afectado por súbitos cambios de temperatura e inmune a los efectos del ozono, substancias ácidas o básicas que puedan presentarse dentro del rango de las condiciones normales de servicio.

La porcelana no deberá estar en contacto con metal duro. El cemento usado en la fabricación de un aislador no deberá causar fracturas por expansión o aflojamiento por contracción y se deberá tener el apropiado cuidado de colocar correctamente las partes individuales durante el cementado. El cementado no deberá reaccionar químicamente con los terminales de metal y su espesor deberá ser lo más uniforme posible.

Todas las partes metálicas deberán galvanizarse en caliente.

Todos los pernos, tuercas, contratueras, arandelas y terminales, necesarios para el ensamblaje de las unidades deberán ser de acero galvanizado.

Los aisladores deberán diseñarse para evitar una excesiva concentración de esfuerzos eléctricos en alguna sección o a través de las superficies de fuga.

Las características de diseño que ocasionen efecto de radio interferencia deberán ser evitados tanto como sea posible.

5.9.4 Ensamblaje de los aisladores

Para obtener los datos de prueba a suministrar, cualquier espaciador requerido en el ensamblaje para desarrollar la totalidad de las características eléctricas requeridas por estas especificaciones o incluidas en los ensamblajes realizados por el fabricante deberán considerarse como un componente o parte y se deberán mostrar en los planos de ensamblaje.

Cada aislador ensamblado consistente de dos o más unidades de distintas resistencias a los esfuerzos deberá ser claramente codificado de manera de facilitar su ensamblaje correcto.

Cada aislador deberá llevar marcas de identificación del fabricante y año de fabricación. Las marcas deberán ser legibles y duraderas.

5.9.5 Estructuras soporte

Cada uno de los aisladores que se instalarán independientemente deberán ser suministrados con su estructura soporte de acero galvanizado. Esta estructura se deberá diseñar y fabricar de acuerdo con lo señalado en 5.10 "Estructuras Soporte de equipos". Se deberá tomar particular atención en lo que se refiere a las distancias y elevaciones contenidas en las especificaciones de la referencia.

Se deberán proveer todos los pernos, arandelas, tuercas, rellenos y ferretería requerida para el montaje de los aisladores. Todos estos ítemes deberán ser galvanizados. El suministro deberá incluir los pernos de anclaje y ferretería necesaria para fijar los aisladores a su estructura.

5.9.6 Norma

Los aisladores se deberán probar de acuerdo con la Norma IEC recomendaciones 168 y 437.

5.9.7 Conectores Terminales

Cada uno de los aisladores tipo poste se deberá suministrar con conectores terminales de aislador a cable. Los conectores terminales deberán ser del tipo grapa apernada.

Los conectores terminales para 115 kV deberán ser adecuados para conductor de aluminio 397.5 MCM ACSR IBIS.

5.10 ESTRUCTURAS SOPORTE DE EQUIPOS

5.10.1 Requerimientos Generales

Esta sección de las especificaciones provee los requerimientos de las estructuras de acero galvanizado destinados a soporte de equipos. En la especificación de equipos de las secciones correspondientes se señalan requerimientos adicionales que son aplicables a los equipos en particular.

Donde el equipo exterior requiera una estructura soporte, éstas deberán fabricarse de acuerdo con estos requerimientos.

El costo de las estructuras soporte de equipos deberá estar incluido en el precio de los equipos que requieren estructura soporte.

5.10.2 Requerimientos Técnicos

Las estructuras deberán proveerse completas con todas sus partes, accesorios, traliches, placas, pernos, tuercas, contratuercas, arandelas, etc., que se requieran para la erección de las estructuras y la fijación de los equipos a las mismas.

Cada estructura deberá suministrarse completa con pernos de anclaje. Las dimensiones de los pernos de anclaje deberán ser determinadas por el proveedor de acuerdo con los criterios de esta especificación.

5.10.3 Materiales y Normas

A menos que se especifique otra cosa, los materiales y la fabricación de las estructuras deberán estar de acuerdo con las siguientes normas, de las que tomará como referencia su última revisión.

- Los materiales para componentes deberán cumplir con la Norma ASTM, especificación A36 como mínimo.
- Todo el acero debe satisfacer los requerimientos de la Norma ASTM, especificación A143 "Safe Guarding Against Embrittlement of Hot Galvanized Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement".
- Los pernos y tuercas deberán cumplir con la Norma ASTM, especificación 394 "Galvanized Steel Transmission Tower Bolts and Nuts", debiendo emplearse pernos de acero de alta resistencia. Todos los pernos deberán tener cabezas y tuercas hexagonales. Las tuercas deberán tener un ajuste de rotación libre en el roscado de los pernos galvanizados.
- El material de los pernos de anclaje deberá estar de acuerdo con los requerimientos de la Norma ASTM, especificación A36, la rosca deberá ser de paso ancho, series, Norma ANSI B1-1, clase 2A.

Los pernos de anclaje deberán galvanizarse en caliente por inmersión de acuerdo con la Norma ASTM, especificación A-153 en la parte superior.

- Si ENDE considera que deberá probarse la uniformidad del recubrimiento de los productos terminados, las pruebas se efectuarán de acuerdo con la Norma ASTM, Especificación A239, "Standard Method of Test for Uniformity of Coating by de Preese Test (Cooper Sulfate Dip) on Zinc- Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles". Las aristas vivas de radios menores a 2,4 mm. (3/32 pulgadas) deben soportar cuatro (4) inmersiones de un (1) minuto, todas las otras partes deben soportar seis (6) inmersiones de un (1) minuto.

5.10.4 Criterios de Cargas

El proveedor deberá determinar las condiciones de carga resultantes de las máximas condiciones estáticas y dinámicas, en base a las condiciones que se indican en esta sección.

El diseño de las estructuras deberá ser tal que todos los esfuerzos en los componentes sean estáticamente determinados y puedan ser computados con una razonable precisión.

Las siguientes condiciones de carga deberán considerarse para el diseño:

- a) Carga ligera Norma NESC (temperatura = -10 C)
 - Viento 77.5 kg/m² aplicado sobre los equipos por dos veces el área proyectada de una cara de la estructura.
 - Viento 44 kg/m² sobre el área proyectada de las superficies cilíndricas.
- b) Sísmico 0.1 g
- c) Cortocircuito eléctrico
 - Sistema 115 kV, 1500 MVA (simétrico)
- d) Gravedad - carga muerta de equipo y estructura 1.5.
- e) Condición de viento máximo (120 Km/h) (temperatura = 15o C)
 - Viento 68 kg/m² sobre superficies cilíndricas
 - Viento 121 kg/m² sobre superficies planas por dos veces al área proyectada de una cara de la estructura.

Para las estructuras de los equipos, los siguientes factores de sobre carga deberán usarse con propósitos de diseño:

- a) Para condición de carga NESC
 - Viento 1.1
 - Cargas verticales 1.5
 - Cargas longitudinales 1.65
- b) Para condición de viento máximo (todas las cargas) 1.1.
- c) Sísmico 1.0
- d) Cortocircuito 1.0

5.10.5 Conexiones

Todas las conexiones a efectuarse en el sitio deberán ser apernadas.

Los empalmes deberán desarrollar los máximos esfuerzos en los componentes sin el empleo de los correspondientes ensamblajes lindantes. El número de empalmes deberá tomarse en un mínimo. La excentricidad de los componentes deberá reducirse al mínimo valor practicable.

Tanto como sea posible, los pernos de ensamblaje no deberán conectar más de tres espesores de material.

Los agujeros de los pernos deberán localizarse tan cerca del centro de gravedad de los ángulos como sea posible.

5.10.6 Agujeros de Erección y Drenaje

Las estructuras deberán diseñarse de manera que todas las partes sean accesibles para inspección y limpieza. Las cavidades o depresiones en las cuales puede acumularse agua deberán tener agujeros de drenaje.

Agujeros en los componentes deberán proveerse donde sea necesario y practicable para una fácil erección.

5.10.7 Pernos, Tuercas, Contratuercas y Arandelas

Pernos y tuercas

- A. El diámetro mínimo de los pernos de conexión debe ser de 5/8 de pulgada.
- B. El diámetro de los pernos será limitado a dos pulgadas y las diferentes longitudes del mismo diámetro de perno deberán limitarse a un mínimo para cada tipo de estructura.
- C. Después que el perno haya sido ajustado, la proyección del perno más allá de la tuerca no deberá ser menor a lo siguiente:

Pernos de 16 mm. 8 mm.
Pernos de 19 mm. 9 mm.

5.10.8 Contratuercas

- A. Se deberán suministrar contratuercas para todas las conexiones apernadas.
- B. Las contratuercas deberán ser de ajuste libre en los pernos galvanizados, tal que resulte fácil hacerlas girar con los dedos. Las dimensiones a través de las caras de la contratuerca deberán ser igual a la tuerca hexagonal.

5.10.9 Rellenos

- A. Se deberá proveer rellenos tipo arandela, tanto como se necesite, para todos los espacios con el objeto de prevenir distorsiones de los componentes de la estructura.
- B. Los pernos y tuercas que se soporten en superficies con pendientes deberán proveerse con arandelas tipo cuña.

5.10.10 Pernos, Arandelas, etc., Extras

De las cantidades normales requeridas de pernos, tuercas, contratuercas y arandelas deberá suministrarse un cinco (5) por ciento en exceso, para reemplazar daños o pérdidas.

5.10.11 Requerimientos de Fabricación

5.10.11.1 Mano de obra

La hechura y acabado deberá ser similar a las más modernas prácticas de trabajo para subestaciones. Las piezas de la misma marca deberán ser intercambiables. Todos los componentes deberán ser rectos. Todas las partes deberán estar totalmente acabadas.

El material deberá ser enderezado completamente, por métodos no perjudiciales. Cantos doblados o acodados en cualquier estado de fabricación pueden ser causa de no aceptación.

El cizallamiento y cortadura deberá realizarse con justeza y precisión. Los rebordes deberán limpiarse sin provocar estiramientos o bordes dentados.

Los diámetros de los agujeros no excederán el de los pernos por más de 1,5 milímetros o 1/16 pulgadas.

Los agujeros deberán ser cilíndricos de corte limpio y perpendiculares al plano del material. La periferia deberá estar libre de rebabas. Donde sea necesario y para evitar la distorsión de los agujeros se los deberá hacer en los codos solo después de realizado el acodamiento.

Los agujeros deberán localizarse con precisión y bien maquinaados. La máxima variación tolerable, en el espaciamiento entre agujeros con respecto al indicado en los planos, para todos los agujeros de los pernos deberá ser de 1 milímetro o 1/32 pulgadas.

5.10.11.2 Soldaduras

Todas las soldaduras deberán estar de acuerdo con la Norma "American Welding Society Code" AWS D1.1, última revisión.

Las distorsiones provocadas por el calor deberán corregirse antes del galvanizado por métodos que no dañen los materiales.

5.10.11.3 Normas de Fabricación

Todo el trabajo y los materiales especificados en esta sección deberán estar conformes con las Normas del American Institute of steel Constructions "Specification for Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", décima séptima edición y las Normas de la National Electrical Manufacturers Associations, publicación SG6, parte 8 u otra norma aceptable.

5.10.11.4 Marcado

Se utilizarán marcas de bajo relieve, para identificar los componentes de las estructuras, las que deberán estar compuestas por una letra seguida por un número. Cada tipo de estructura deberá tener una letra diferente de designación y los diferentes componentes de una estructura deberán tener la misma letra de prefijo pero un número diferente.

5.10.11.5 Embalaje y embarque

Todas las partes de las estructuras deberán embarcarse desmontadas. Los componentes duplicados, requeridos para una subestación particular, deberán formar parte de un mismo atado o bultos que no deberán ser muy grandes para un manipuleo conveniente. En general, las partes de estructura y los atados no deberán pesar más de 1.000 kilogramos. Para minimizar el daño en el transporte varios atados pueden

embarcarse en un fardo de mayor peso previendo que, el fardo, puede ser fácilmente separado en sus atados individuales, luego de su arribo a Bolivia. Los extremos de los atados deberán ser cubiertos.

Los componentes o piezas de los diferentes tipos de estructuras o estructuras para diferentes subestaciones no deberán empacarse juntos en un mismo atado.

La longitud de las piezas más grandes no deberá exceder los 10 metros. Las máximas dimensiones de los atados deberán considerar las restricciones de transporte contenidas en esta especificación.

Los pernos armados y completos, con arandelas y tuercas deberán embarcarse en cajas de madera con refuerzos de bandas de acero, de suficiente resistencia, para aguantar el necesario manipuleo y prevenir daños en el transporte.

Los perfiles y placas pequeñas, que se requieran para cada estructura, deberán ensartarse juntos con alambre. Los alambres de ensartado deberán ser lo suficientemente fuertes como para soportar el necesario manipuleo de transporte.

El tamaño, cantidad y designación de estructura, etc., deberá señalarse claramente en el exterior de cada caja de pernos, piezas pequeñas y/o accesorios.

Todas las estructuras de soporte de equipos deberán tener la suficiente altura como para proveer una distancia mínima entre la parte superior de la fundación y la base del aislador de porcelana, bushing, soporte de columna, etc.

Las estructuras soporte de aisladores tipo poste de soporte de barras (no incluyen barras principales) deberán tener una altura tal que las siguientes dimensiones sean mantenidas:

Voltaje nominal del Sistema	Distancia de la parte superior del aislador a la parte superior de la fundación
115 kV	4.5 metros

Las estructuras soporte de los seccionadores deberán tener una altura tal que prevea las siguientes dimensiones:

Voltaje nominal del Sistema	Distancia de la parte superior del aislador a la parte superior de la fundación
115 kV	4.5 metros

Todas las estructuras deberán tener agujeros para conectores de puesta a tierra, localizados aproximadamente 30 centímetros encima de la parte superior de la fundación. Las estructuras con dos o más patas o piernas, deberán tener los agujeros para conectores de puesta de tierra en por lo menos dos de ellas. Los agujeros deberán estar de ubicados en su parte inferior y con excepción de los pararrayos, todos los equipos se deberán suministrar con conectores de puesta a tierra adecuados para cable de cobre 2/0 AWG

Todas las estructuras de los demás equipos deberán mantener las alturas de barras uniformes.

6 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

6.1 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Estas especificaciones se refieren al diseño, fabricación, provisión, transporte, pruebas en fábrica, pruebas en sitio de montaje, pruebas de puesta en servicio, pruebas de aceptación provisional y final y garantías para tres transformadores de potencia, variable de regulación por medios de núcleo saturable o con cambiador de derivaciones, con núcleo de acero electrotécnico, sumergidos en aceite dieléctrico, con refrigeración tipo ONAN/ONAF, de instalación exterior.

Dos transformadores tendrán una relación de transformación nominal de 115/34,5 kV y el tercero tendrá una relación de 115/24,9 kV, todos serán de tipo de conexión de Dyn, dispondrán de un cambiador de derivaciones bajo carga y serán provistos con todos los accesorios y repuestos detallados en esta especificación.

Los transformadores de potencia, incorporarán transformadores de corriente tipo toroidales (de Bushing) de acuerdo las especificaciones detalladas más abajo serán fabricados de acuerdo con las últimas versiones de las normas NEMA, ANSI e IEC.

Las capacidades de potencia especificadas corresponden al tipo de refrigeración ONAN para una operación continua y temperaturas medio ambiente de 40 grados centígrados en sitio de instalación hasta 1000 metros sobre el nivel del mar. La potencia, ONAN (Oil Natural, Air Natural) será igual al 75% de la potencia nominal ONAF (Oil Natural, Air Forced), suministrada en una etapa simple de refrigeración forzada.

6.1.1 Características eléctricas

Las características eléctricas que cumplirán pero no limitadas son las siguientes:

Transformadores de potencia:

N°	Descripción	Unidades	Requerimientos
1	Normas		IEC: 60076, 60137, 60214, 60354, 60551. ANSI:
2	Lugar de Instalación		Tipo intemperie. San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad.
3	Altitud	M	Menor a 1000 m.s.n.m
4	Temperatura ambiente	°C	5 mín, 45 máx
5	Máxima elevación de temperatura del embobinado por encima de los 40 °C	°C	80
6	Elevación media de temperatura del aceite , por encima de 40 °C	°C	70
7	Velocidad máxima del viento	Km/h	120
8	Voltaje nominal del sistema (fase – fase)	Kv	115
9	Frecuencia nominal	Hz	50

10	Potencia Nominal ONAN	MVA	7,5 (2 pza), 15 (1 pza)
11	Fases - Polos		3
12	Voltaje Nominal Primario	kV	115 +5% (8x0.625%), -15% (24x0.625%)
13	Voltaje Nominal Secundario	kV	34.5 (3 MVA), 24.9 (20 MVA)
14	Grupo de Conexión	IEC	DYn11 Delta primario, estrella secundario
15	Líquido aislante		Aceite mineral, libre de PCB's en concordancia con la norma ASTM D 3487 y ANSI C57.106
16	Sistema de refrigeración	IEC	ONAN/ONAF
17	Nivel básico de aislamiento (pico), onda de 1.2/50 microsegundos	kV	Positiva o Negativa. Valores Pico.
17.1	Arrollamiento de alto voltaje	kV	450
17.2	Aislador pasante de alto voltaje	kV	550
17.3	Arrollamiento de bajo voltaje	kV	145, 145
17.4	Aislador pasante de bajo voltaje	kV	170, 145
18	Nivel de aislación para 1 minuto a frecuencia industrial en condiciones de lluvia y secos	kV	
18.1	Bobinas de alto voltaje	kV	230
18.2	Aisladores pasantes de alto voltaje	kV	230
18.3	Bobinas de bajo voltaje	kV	70
18.4	Aisladores pasantes de bajo voltaje	kV	70
19	Clase de aislación de bobinas	IEC	F
20	Distancia de flameo lado primario (Creepage Distance) (fase a tierra)	Mm	De acuerdo a norma IEC o equivalente.
19	Distancia de flameo secundaria (fase a tierra)	Mm	De acuerdo a norma IEC o equivalente
20	Impedancia de corto circuito	%	8
21	Nivel de ruido	dBa	85, según ANSI C57.12.90
22	Pararrayos del lado de alto voltaje		Tres de clase estación, con contador de descargas y medición de corriente de fuga.
23	Eficiencia a plena carga , en derivación	%	99.5

	nominal		
24	Voltage auxiliary		400 - 230 VAC, 50 Hz.
25	Voltaje de control		125 VDC
26	Sistema de preservación del aceite		Tanque estanco
27	Transformadores de corriente primarios tipo bushing, un núcleo clase medición y dos núcleos clase protección, considerando valores normalizados de corriente nominal con derivaciones para 150, 100, 75 y 50% de I_p (corriente primaria)		MR: 150, 100, 75 y 50% a 5A (uno para medición clase 0.2 ANSI y burden B0.1, 2 bobinas de protección clase 1.2 ANSI y burden B1.0)
28	Transformador de corriente de neutro del secundario de una bobina para protección considerando corrientes nominales normalizadas para derivaciones de 150, 100, 75 y 50% de I_s (Corriente secundaria del trafo)		MR: 1/3 del valor de corriente de fase 150, 100, 75 y 50% a 5A (Una bobina para protección clase 1.2 ANSI y B0.5)
29	Aisladores pasantes (Bushings Assembly)		Según norma IEC
29.1	Aisladores pasantes primarios		En la parte superior del tanque
29.2	Aisladores pasantes secundarios		En la parte superior del tanque
30	Placa de nombre en plancha de acero inoxidable proveyendo detalles relativos a los valores nominales		Especificaciones en español según la norma ANSI
31	Accesorios		
31.1	Terminales de bushing según requerimiento de IEEE 21 e IEEE 24		Alto Voltaje, cable ACSR 397.5 MCM, Medio Voltaje, cable de cobre 1000 MCM paletas de puesta a tierra con superficie de cobre
31.2	Válvulas		Drenaje, muestreo, superior e inferior para conexión de bomba filtro, prueba de presión y muestreo de gas, separación e accesorios
31.3	Dispositivos de Protección		Indicador de temperatura de aceite en parte superior, indicador de nivel de aceite, resistencia de imagen térmica, dispositivo de alivio de presión relé Buchholz, sobrepresión.
31.4	Radiador		Radiadores desmontables con válvulas de drenaje y

			ventilación
31.5	Tanque de Expansión		Montado la parte superior lateral del tanque principal
31.6	Gabinetes de Control		Herméticos al polvo y al agua
31.7	Base del Transformador		Esquíes y ruedas
32	Paquete de repuestos Incluido		Para 10 años de Operación
33	Herramientas especiales		Para el montaje y mantenimiento
34	Pintura		RAL 61

6.1.2 Características constructivas

El diseño de los transformadores con accesorios electromecánicos deberá seguir estrictamente las normas y recomendaciones IEC y ANSI/IEEE.

Todas las partes del transformador serán adecuadas y precisas para el tamaño de los mismos, ellas garantizarán el cumplimiento de las recomendaciones de las normas ANSI/IEEE e IEC, relacionadas a los requerimientos de pruebas de carga y aislación para las corrientes de corto circuito a 110% del voltaje nominal.

Los transformadores tendrán la capacidad de operar en forma satisfactoria por 30 segundos con un 30% de sobrevoltaje. Ellos también serán capaces de operar en forma continua en condiciones de variación de voltaje de $\pm 10\%$ y de $\pm 5\%$ de variaciones de frecuencia.

El nivel del ruido no excederá de los valores establecidos en normas IEC, ANSI o equivalentes, cuando el transformador se encuentre operando en vacío a frecuencia nominal y en el tap nominal.

Los aisladores pasatapas (bushings) de alto voltaje incluirán terminales adecuadas para cables tipo ACSR calibre 397,5 MCM. Los aisladores en el lado de bajo voltaje incluirán terminales para cables de cobre calibre 500MCM aislados; el aislador pasante del neutro incluirá accesorios para conectar una barra sólida de puesta tierra. El tanque del transformador tendrá por lo menos dos terminales de puesta tierra para cables de cobre calibre No. 4/0 AWG.

Los aisladores pasantes serán a pruebas de fuga, con válvulas de drenaje o purga, diseñados para impedir la formación de gases explosivos y permitir la circulación libre del aceite dieléctrico. Los aisladores para voltaje similares serán intercambiables, por lo tanto los aisladores de bajo voltaje tanto de fase como de neutro serán idénticos e intercambiables. Todos los transformadores serán equipados con el mismo tipo de aisladores pasantes lo que significa que podrá intercambiarse aisladores entre transformadores.

Los núcleos los transformadores serán construidos con acero al silicio de alta calidad laminado para garantizar un nivel bajo de pérdidas, vibraciones y ruido.

Los arrollamientos serán construidos con cobre electrolítico y con materiales aislantes clase "A" IEC. La disposición de las bobinas garantizará la circulación adecuada del aceite dieléctrico. Con excepción de los bloques terminales todos los empalmes serán soldadas.

Los tanques serán construidos de plancha de acero de grosor adecuado para resistir, sin tensiones, el vacío de llenado del aceite dieléctrico así como sobrepresiones que puedan presentarse durante la operación a

consecuencia de la elevación de temperatura por cambios de potencia y/o voltaje. Se preverán huecos de inspección para verificar estado de las bobinas, conexionado de bobinas y fijación de núcleo.

Los tanques de aceite tendrán perforaciones o cáncamos de izaje, para mover el transformador o reactor en cualquier dirección cuando se encuentre montado y lleno con aceite. Adicionalmente dispondrán de cuatro puntos para levantamiento con gatos hidráulicos.

La base del transformador será diseñado de tal manera de obtener una plataforma y base de anclaje sólida. El transformador dispondrá también de cuatro ruedas bi - direccionales suministradas con todos los accesorios de fijación requeridos.

Para el llenado, el muestreo del aceite dieléctrico y el vacío de los tanques, deberán tener como mínimo las siguientes válvulas: válvulas de drenaje de tanques y de cada uno de los radiadores, válvula de muestreo situada en la parte inferior del tanque, conexiones para la bomba de vacío y filtro, válvulas de aislación de los radiadores, válvula de aislación de tanque de conservación con el bypass del tanque del cambiador de derivaciones y válvulas para aislación de los deshumidificadores.

Todas las partes metálicas serán pintadas y protegidas adecuadamente para transporte para prevenir daños. Para retocar las partes dañadas durante el transporte y el montaje del transformador se suministrará al menos un galón de cada tipo de pintura.

En el lado de alto voltaje en la parte superior se instalará un cambiador de derivaciones en vacío que tendrá las siguientes posiciones: superior 105% e inferior 85% del voltaje nominal.

Los transformadores incluirán los siguientes dispositivos de protección: Relé Buchholz, termómetro de temperatura de aceite, indicador magnético de nivel de aceite, imagen térmica del punto más caliente y dispositivo de alivio de presión.

Todos los accesorios con excepción del dispositivo de alivio de presión, deberán disponer de dos circuitos correspondientes a los niveles de alarma y disparo. Cada contactor tendrá dos contactos normalmente abiertos y dos normalmente cerrados, deberán ser eléctricamente aislados entre ellos. Todos los contactos serán adecuados para operar en 125 VDC a 1 A de corriente.

El dispositivo de alivio de presión estará localizado en la parte superior del transformador y tendrá un solo contacto que será ajustado a nivel de disparo.

El relé Buchholz será montado entre tanque principal del transformador y el tanque de conservación del transformador.

Los indicadores de temperatura de aceite podrán ser desmontados sin pérdidas de aceite, será del tipo de indicación radial y estará instalado de manera tal que su lectura pueda ser hecha sin dificultad por un operador parado sobre el suelo a una distancia de 2 metros. El dial del indicador será equipado con un mecanismo que permita visualizar y ajustar los niveles de alarma y disparo así como también indicar la temperatura instantánea y la máxima temperatura registrada. El sensor de sobret temperatura será instalado en el punto más caliente del aceite y será posible desmontarlo sin pérdidas de aceite del transformador o reactor.

El indicador magnético de nivel de aceite tendrá una escala de lectura legible desde un punto situado a 2 metros o más por un operador parado en el piso.

Se instalará un sensor de temperatura imagen térmica por cada fase primaria del transformador, este sensor tendrá una resistencia de platino de 100 Ohms a 0°C.

Se proveerá un cambiador de derivaciones en carga *en el lado de bajo voltaje* que a plena capacidad permita una variación del 5% hacia abajo y 15% hacia arriba del voltaje nominal. Este rango será dividido en 32 etapas de 5/8% cada una. El cambiador de derivaciones podrá ser operado desde la sala de control local a través de un botón pulsador, dispondrá también de puntos terminales para posibilitar la operación

desde un centro de control remoto a través de una terminal remota. La selección del punto de operación se efectuará a través de una llave de selección de operación local/remota tanto para transferir la operación a la sala de control así como de la sala de control a un centro de control remoto.

Se proveerá un indicador de posición de derivación en el transformador que podrá ser leído por el operador localmente. Se suministrará también un indicador de derivaciones remoto para ser montado en el panel de control de la sala de control. Este indicador será para montaje embutido en posición vertical de forma cuadrada de 101x6 milímetros con una escala de 240 grados, graduada de acuerdo al número de derivaciones del transformador, de color negro mate o un instrumento de indicación digital. Se suministrará también un transmisor de posición de derivación consistente en un reóstato de 5000 Ohms tipo "ohmite" unido al mecanismo del cambiador derivaciones para la indicación remota. La salida de este transmisor tendrá un rango 4 a 20 miliamperes, rango que será dividido de acuerdo al número de derivaciones del cambiador.

También deberá proveerse un contador de operaciones del cambiador de derivaciones para registrar y acumular el número de cambios de derivación efectuados. Se suministrará también una manivela para la operación manual del mecanismo del cambiador, la cual debe estar eléctricamente interbloqueada con el enganche del cambiador de etapas motorizado de manera tal que evite la operación motorizada con la manivela colocada.

El equipamiento del cambiador de derivaciones incluirá todas sus llaves de selección, de transferencia y mecanismos de accionamiento y estarán alojadas en un compartimiento separado con aceite, adosado al transformador, diseñado de manera tal que asegure que la inspección o mantenimiento del equipamiento del cambiador de derivaciones no requiera la disminución del nivel de aceite de tanque del transformador.

Los transformadores de corriente instalados en los aisladores pasantes de los transformadores de potencia y reactores serán tipo multirrelación. Las diferentes relaciones serán obtenidas por derivaciones de la bobina principal de manera de obtener relaciones estandarizadas para el 150%, 125% 75% y 50% de cada corriente nominal del transformador.

De los transformadores de corriente instalados en el lado de 115 kV, uno será del tipo medición y el segundo tipo protección con núcleos independientes. El núcleo para medición tendrá tres bobinas secundarias con una precisión ANSI 0.2 y una capacidad de carga (Burden) de 20 VA. Para protección se tendrán tres secundarios con una precisión ANSI 1.2 y una capacidad de B1.0. Todos los transformadores de corriente tendrán una corriente nominal secundaria de 5 Amperes.

En el aislador pasante del neutro del secundario se instalará un transformador de tipo protección con 2 bobinas con una precisión ANSI 1.2 y una capacidad B 0.5 con una corriente nominal secundaria de cinco amperes.

Todos los transformadores serán provistos con todos sus soportes, marcos y accesorios necesarios para montar el sistema de ventilación forzada que permitirá incrementar su potencia en forma permanente por lo menos en 25%, en condiciones de trabajo ONAF, su potencia nominal referenciada a las condiciones de refrigeración ONAN.

Los marcos soportes y accesorios para la instalación de ventiladores serán instalados de tal manera que para futuras instalaciones no sea necesario desenergizar el transformador, efectuar trabajos de soldadura ni añadir guías o elementos de fijación.

6.1.3 Cableado de control y circuitos auxiliares

- a) Todo el cableado y bloques terminales en los paneles de control serán apropiados para 1000 VAC, se suministrará al 20% de reserva de cada tipo de bloques terminales y de terminales. Los terminales para corriente serán adecuados para cables No 8 o 10 AWG. El resto de los bloques terminales será el adecuado para cables números 12 AWG.
- b) Terminales de los circuitos auxiliares y de servicios y sus bloques terminales serán diseñados para

que se adecuen a la capacidad de corriente de los equipos de control, sin embargo, se podrá asumir un cable de calibre 12AWG.

- c) Todos los cables de control, medición y los alimentadores de los circuitos auxiliares del transformador y/o reactor serán fabricados con conductor de cobre cableado con aislamiento de PVC o equivalente, para una tensión máxima de servicio de 1000 V. Los cables deben pasar a través de las cajas de unión. El suministro de voltaje auxiliar de calefacción, poder e iluminación, será adecuado para voltaje de 400/230 VAC y para los accesorios de protección y control en un voltaje de 125 VDC.
- d) El cableado que conecte las diferentes piezas, equipos o accesorios de los circuitos eléctricos propios del transformador, se efectuará utilizando cajas terminales y tubo de acero galvanizado rígido del tipo "Conduit" (o tubo de acero galvanizado flexible, según requerimiento).

6.1.4 Aceite

Los transformadores serán provistos con nivel reducido de aceite, rellenos con gas nitrógeno para mantener una presión interna positiva. La provisión incluirá accesorios para el control de llenado de llenado y purga de gas.

El Proveedor debe suministrar el aceite requerido por los transformadores de potencia,, adicionalmente por lo menos cinco por ciento (5%) del volumen neto de aceite, será provisto con los transformadores, envasado separadamente en tambores de acero herméticamente cerrados. Los tambores llevarán el precinto de la refinería. Los transformadores y reactores se transportarán sin aceite, llenos de gas nitrógeno.

El aceite dieléctrico será tal que en su composición química no contenga sustancias inhibitoras, de acuerdo a lo establecido en la Norma IEC-60296.

Este material debe ser aceite mineral puro preparado y refinado especialmente para uso en transformadores y reactores. Debe estar libre de humedad, componentes ácidos, alcalinos y sulfuros, no debe formar depósitos a condiciones normales de temperatura. El aceite debe tener las siguientes propiedades:

- 1.- Resistencia dieléctrica no menor a 26.000 V entre discos de 25.4 mm. de diámetro, espaciados 2.54 mm.
- 2.- Viscosidad no mayor a 9.5 centistokes a 40°C.
- 3.- Punto de fluidez, no mayor a menos 40°C.
- 4.- Punto de inflamación, no menor a 132°C (copa abierta).
- 5.- Punto de combustión, no menor a 148°C (copa abierta).
- 6.- Color ambar muy claro o incoloro.

6.1.5 Tableros y cajas de conexión

Las cajas de conexiones así como los paneles de control serán herméticos, totalmente cerrados, protegidos contra el agua y el polvo, tipo exterior con puertas colgantes y chapas de seguridad. Estos paneles tendrán en sus bases planchas removibles para permitir el ingreso de cables.

Todos los paneles serán provistos con calefactores controlados por termostatos, dispondrán de un interruptor que controla la iluminación y una toma corrientes para 15 A y 230 Volt. También se preverá espacio para ubicar dentro de los cubículos controles para ventiladores y dispositivos de potencia.

Todos los cables eléctricos relacionados con accesorios del transformador, sistema de enfriamiento, etc., estarán conectados dentro de cajas metálicas de conexión o distribución.

Se suministrarán tableros convenientemente diseñados, para ser instalados sobre las paredes del transformador. Estos tableros tendrán compartimientos separados para circuitos de potencia, circuitos de

mando y circuitos de señalización, con regletas de bornes adecuadas a la función.

Todos los interruptores, contactores y otros dispositivos de control para el equipo de enfriamiento tendrán que ser montados en una cabina de control. La cabina poseerá una puerta provista de bisagras y de una cerradura o manija.

6.1.6 Estructura soporte de pararrayos

Se debe proveer soportes metálicos removibles para instalar pararrayos tipo estación o intermedio, en los lados de alta y media tensión, por lo cual se deberá prever su fijación en la parte superior del tanque del transformador, reactor en derivación y reactor de neutro.

Los soportes deben colocarse en el mismo lado de las pasatapas (bushings) correspondientes y dispuestos de tal manera que después de ubicados los pararrayos en su lugar, las distancias o espaciamentos deberán ser iguales o mayores que entre los bushings. Los pararrayos con contadores de descarga serán instalados en el campo.

En los planos y en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados se deben indicar los aisladores pasatapas en los que se instalarán los pararrayos.

6.1.7 Repuestos y herramientas especiales

La provisión, en forma global, incluirá los siguientes repuestos: un juego completo de aisladores pasatapas de alto y bajo voltaje incluyendo todos los sellos y empaquetaduras requeridas, un juego completo de accesorios de protección (relé Buchholz, un termómetro para la temperatura del aceite, un indicador de imagen térmica, un indicador magnético de nivel de aceite, un dispositivo de alivio de presión), un pararrayos, un deshumidificador, un juego de contactos para el cambiador de derivaciones sin carga, juego de contactos para el cambiador derivaciones con carga y un dispositivo completo del contactor de derivaciones.

El Proveedor debe suministrar un juego completo de herramientas especiales, llaves o equipos que sean necesarios o convenientes para el ensamblaje, desmontaje y movimiento de los transformadores de potencia.

Debe suministrarse también algún accesorio y/o dispositivo que sea regularmente provisto con esta clase de equipos o que sea necesario para una operación satisfactoria. Se suministrarán cuatro gatas hidráulicas de amplia capacidad para levantar un transformador de potencia por cada Subestación. Las gatas deben ser del tipo servicio-extra-duro con indicadores de presión con escalas en Pascals. Si la ferretería no es la métrica, el Proveedor debe enviar una lista de la ferretería standard usada.

6.1.8 Controles y pruebas

6.1.8.1 Generalidades

- a) Las pruebas, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos serán efectuadas de acuerdo con la última versión de las Recomendaciones IEC indicadas en el numeral 6.1.1
- b) El Proveedor proporcionará junto con la oferta una lista de las pruebas "Tipo" especificadas en el numeral 6.1.8.2, indicando el método, procedimiento y norma aplicable.
- c) Las pruebas deben ser ejecutadas en los talleres y laboratorios del fabricante, el mismo que deberá proporcionar todos los equipos y materiales que fueran necesarios. El Proveedor deberá informar por escrito y con anticipación de treinta (30) días del inicio de las pruebas, remitiendo el programa con el protocolo y procedimiento de pruebas a consideración del ENDE.
El Proveedor deberá entregar tres (03) copias del informe detallado de los resultados debidamente firmados por los representantes del Proveedor (Fabricante) y ENDE.
El o los representantes de ENDE serán las únicas personas autorizadas para dar la conformidad de las pruebas en fábrica.

- La aceptación del certificado de los reportes de pruebas efectuadas, no releva al Proveedor de su responsabilidad para con el equipo en caso de que éste falle, independientemente que el equipo esté en posesión del Proveedor, en los almacenes de ENDE o instalado en sitio.
- d) Las pruebas serán realizadas en presencia de representantes autorizados de ENDE, debiendo el Proveedor asumir todos los gastos de estadía y transporte en que se incurriera para tal efecto y cuyo monto deberá incluirse en la oferta. Ningún equipo podrá ser embarcado antes que se reciba la correspondiente autorización de ENDE.
ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) representante por cada tipo de transformadores, por el tiempo que duren éstas.
 - e) Todos los documentos de Protocolos de Pruebas serán entregados por el Proveedor con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos, redactados en idioma Español, incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el Proveedor inmediatamente después de la realización de los ensayos. .
 - f) Si las pruebas revelasen deficiencias en el transformador, ENDE podrá exigir la repetición de todas las pruebas, que en su opinión fuesen necesarias para asegurar la conformidad con las exigencias del Contrato. Los gastos por dichas pruebas suplementarias serán cubiertos por el Proveedor.
 - g) La aprobación de las pruebas y la aceptación de los certificados (informes) de ensayos no liberan de ninguna manera al Proveedor de sus obligaciones contractuales.

6.1.8.2 Pruebas y Ensayos

a) Pruebas de Rutina:

Las pruebas de rutina que se indican a continuación estarán incluidas en el costo del transformador.

- Resistencia óhmica de los arrollamientos.
- Relación de transformación en vacío y en todas las tomas.
- Secuencia de fases y grupos de conexión.
- Medición de la rigidez dieléctrica del aceite.
- Tensión de cortocircuito y pérdidas en los arrollamientos.
- Medición de la impedancia de secuencia cero.
- Medición de la corriente de excitación y las pérdidas de vacío.
- Medición de las pérdidas totales y de la impedancia de cortocircuito.
- Ensayo de tensión inducida.
- Ensayos de tensión aplicada.
- Medición del factor de potencia del transformador y aisladores pasatapas.
- Medición del nivel de ruido
- Medición del espesor y adherencia de la capa de pintura del tanque y radiadores.

El tablero de control y sus componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas IEC 60298 o equivalentes. Las pruebas incluirán como mínimo lo siguiente:

- Inspección visual completa de los equipos, cableados, acabados, etc.
- Pruebas de adherencia y medición del espesor de la pintura de panel.
- Prueba de aislamiento y dieléctricas.
- Pruebas funcionales de operación.
- Prueba individual y en conjunto del relé e indicador de posición de Tomas, en el que se verificará las características de operación de cada uno de las tomas.

b) Pruebas Tipo

Las pruebas Tipo que se indican a continuación se realizarán solamente a solicitud de ENDE y serán cotizadas en forma separada.

- Pruebas de calentamiento a uno de los transformadores de la provisión. Para el caso de unidades que van a operar a más de 1000 m.s.n.m. se considerarán sobreelevaciones de temperatura menores

- (de acuerdo a la Norma IEC), si las pruebas se realizaran al nivel de mar.
- Prueba de impulso atmosférico a uno de los transformadores de la provisión.

c) Pruebas del conmutador y panel de regulación de tensión automática bajo carga.

El conmutador de regulación de tensión bajo carga será probado de acuerdo a las indicaciones de la norma IEC 60076-1 cláusula 8.8 o su equivalente.

6.1.9 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

6.1.10 Planos, Diagramas y Manuales

El Proveedor deberá proporcionar folletos, dibujos y manuales de instrucción que ilustren ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece. Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá presentar para revisión y aprobación tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que ENDE prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de los transformadores, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por ENDE y tres (03) de los reportes de pruebas del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento.

Al salir de fábrica, cada transformador deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el Contrato.

6.1.11 Embalaje

El embalaje y la preparación para el transporte estará sujeto a la aprobación de ENDE o su representante, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de todo el material considerando todas las condiciones climatológicas y de transporte al cual estarán sujetas.

Las cajas y los bultos deberán claramente marcarse con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

Todos los transformadores serán embarcados a destino con un registrador de impactos en las tres direcciones (ejes x,y,z).

Los documentos de entrega del transformador necesariamente deben incluir el papel de registro del registrador de impacto.

Antes del embarque, los chicotes de los transformadores de potencia, deben conectarse juntos y aterrarse.

Estas conexiones se retirarán en el sitio antes de que se complete el llenado de aceite.

6.1.12 Transporte

De acuerdo con lo especificado en las Condiciones Especiales, se debe tomar especial atención a las limitaciones de transporte. Los transformadores de potencia deben ser adecuadamente apuntalados y embalados tomando todas las medidas necesarias de protección para su transporte, considerando las limitaciones de las vías de ferrocarril de los países de tránsito y de Bolivia. Los transformadores de potencia y reactores deben transportarse llenos con gas de nitrógeno seco o aire seco, materiales deshumidificadores y todos los dispositivos indicadores de presión requeridos con escalas en Kg/cm². El peso inicial del material deshumidificador y la presión inicial de gas y temperatura debe indicarse claramente.

En los casos que el transformador sea transportado con nitrógeno, los arrollamientos deberán estar totalmente secos y el Proveedor entregará un reporte indicando la temperatura y la presión del día que fue realizado el embalaje.

Asimismo, las tuberías, manómetros y demás accesorios deberán ser protegidos con planchas de hierro debidamente empernadas al tanque, de modo tal que se evite roturas, daños y robos en el trayecto a obra.

6.1.13 Comparación de ofertas

Para determinar la Oferta más económica de los diversos proponentes, se debe considerar el costo inicial del transformador y los costos de las pérdidas del transformador, tanto en el hierro como el cobre.

6.1.13.1 Valorización de las pérdidas en los transformadores

La valorización de las pérdidas de un transformador, consiste en la determinación del capital inicial equivalente al gasto anual ocasionado por éstas durante la explotación y se calcula de la siguiente manera:

$$m = C \times h \times (100/A)$$

$$n = C \times h \times fp^2 \times (100/A)$$

Donde:

C = Costo de energía (\$/kWh)
 h = Horas al año (8 760 horas)
 fp = Factor de Pérdidas
 A = Coeficiente de Capitalización
 m = Valorización de las pérdidas en el fierro (\$/kW)
 n = Valorización de las pérdidas en el cobre (\$/kW)

6.1.13.2 Cálculo del coeficiente de capitalización (A)

$$A = \frac{r \times 100}{1 - (1+r)^{-t}}$$

r = 12% tasa de interés anual
 t = 30 años de vida útil del transformador

$$A = 12,414$$

Cálculo del factor de pérdidas (fp)

$$fp = 0,7 \times fc^2 + 0,3 \times fc$$

fc = factor de carga promedio de 0,4

$$fp = 0,232$$

6.1.13.3 Costo de la energía (C)

$C = 0,063 \text{ \$/kWh}$ (Valor promedio para Media Tensión)

Cálculo del precio comparativo (CT)

$$CT = Ci + mPfe + nPcu$$

CT = Costo total del transformador o reactor para la comparación

Ci = Costo Inicial del transformador

Pfe = Pérdidas en el hierro en kW

Pcu = Pérdidas en el cobre en kW

$$m = 0,063 \times 8760 \times 100/12,414 = 4\,445,63 \sim 4\,446 \text{ \$/kW}$$

$$n = 0,063 \times 8760 \times 0,2322 \times 100/12,414 = 239,28 \sim 239 \text{ \$/kW}$$

Luego:

$$CT = Ci + 4\,446 \times Pfe + 239 \times Pcu$$

6.1.14 Tolerancias, Penalidades y Rechazos

6.1.14.1 Tolerancias de las Pérdidas Garantizadas

a) Para las pérdidas totales, 1/10 del valor garantizado

b) Para las pérdidas parciales, 1/7 de cada una de ellas, a condición de no pasar la tolerancia sobre el total de las pérdidas.

6.1.14.2 Penalidades

Cuando las pérdidas del transformador excedan los valores garantizados incluyendo sus tolerancias, se aplicarán las siguientes penalidades:

a) Para las pérdidas en el hierro

$$Pi = 1\,940 (Pfe - Pfe.g)$$

Siendo:

Pi = Penalidad en US \$

Pfe = Pérdidas medidas en el hierro en kW, después de las pruebas dieléctricas.

Pfe.g = Pérdidas en el hierro garantizado con tolerancia.

b) Para las pérdidas en el cobre

$$P2 = 362 (Pcu - Pcu.g)$$

P2 = Penalidad en US \$

Pcu = Pérdidas medidas en el cobre en kW.

Pcu.g = Pérdidas en el cobre garantizados, con tolerancia.

6.1.15 Pintura

Todas las superficies metálicas deberán limpiarse completamente por chorro de abrasivos, arena o perdigonado metálico. Las superficies interiores del tanque sobre el nivel mínimo de aceite deben suministrarse con una capa de pintura o esmalte de color claro y resistente al aceite. Las superficies exteriores deben llevar una primera y dos capas finales de pintura epóxica de buenas propiedades de resistencia al calor, al aceite y a la intemperie. El método de aplicación de las capas exteriores de pintura estará de acuerdo con la práctica establecida del fabricante. Todo el acabado metálico deberá protegerse

adecuadamente contra daños durante el transporte. Para retocar las superficies dañadas, después del montaje debe proveerse al menos 20 litros de pintura de acabado en tres o más depósitos adecuados para su almacenamiento en el sitio. La pintura de acabado deberá tener una emisividad radiante no menor a 0.95. El color debe ser gris N° 61 norma ANSI o 8.3 G 6.10/0.54 de la notación MUNSSELL.

Tanto como sea practicable, todas las partes exteriores de metal, incluyendo el tanque y radiadores serán provistas con un acabado de pintura adecuada de dos capas de pintura epóxica de prueba al clima y durable. Para aquellas partes donde no se pueda aplicar galvanización por inmersión en caliente, un procedimiento de pintura conveniente será aplicado sujeto a la aprobación de ENDE.

6.1.16 Cronograma de aprobación

El Proveedor deberá remitir a ENDE la siguiente información: dibujos y diagramas completos de anclajes y fundaciones, dibujos de montaje y de instalación completos, incluyendo todos los materiales utilizados en el transformador o reactor así como todos los dispositivos. Esta información será enviada de acuerdo al siguiente cronograma:

- A los 30 días de haberse firmado el contrato y efectuado ENDE el o los pagos comprometidos durante este período - Dibujos con todas las dimensiones del transformador y reactor, pesos con/sin aceite de la parte activa, valores calculados de sus impedancias, de regulación de voltaje, pérdidas del transformador o reactor, programa de adquisición de partes y de materiales.
- A los 60 días el contrato deberán enviarse dibujos con detalles que incluyan conexión de las partes y componentes, accesorios de anclaje y fijación de las partes activas y de núcleo y características técnicas de la plaqueta del transformador.
- A los 120 días se presentará cronograma de las pruebas de aceptación de fábrica.
- Manuales y catálogos de operación y mantenimiento de los equipos serán presentados treinta días antes del embarque de éstos.

7 REACTORES

7.1 REACTORES DE IMPEDANCIA VARIABLE CON CAMBIADOR DE DERIVACIONES BAJO CARGA O CON CONTROL MAGNÉTICO

Estas especificaciones se refieren al diseño, fabricación, provisión, transporte, pruebas en fábrica, pruebas en sitio de montaje, pruebas de puesta en servicio, pruebas aceptación provisional y garantías para un banco de reactores de derivación trifásico con neutro, de instalación tipo intemperie.

Esta sección describe las características especiales aplicables a los reactores de derivación de impedancia variable a través de derivaciones y a reactores de derivación de impedancia variable a través del control de magnético del núcleo. Las características generales son las mismas aplicables a los transformadores, las que deberán aplicarse en lo pertinente a ambos modelos de reactores.

Los reactores deben incorporar en los aisladores pasatapas, transformadores de corriente toroidales adecuados para los requerimientos del reactor tanto en fase como neutro.

El proponente deberá presentar obligatoriamente su propuesta con los dos tipos especificados.

7.1.1 Reactor de impedancia variable con cambiador de derivaciones bajo carga

El reactor será del tipo variable a través de derivaciones en las bobinas de cada una de las fases del reactor, conectadas a través de cambiadores de derivación bajo carga. Será apropiado para uso a líneas largas con baja carga, de operación continua a los distintos valores de reactancia que se requiera durante la operación diaria de la línea.

El diseño será adecuado para la operación del reactor puesto a tierra directamente o a través de una impedancia, de una línea con recierre trifásico, con un número de pasos adecuado a los niveles máximos de voltaje de los cambiadores de derivaciones, niveles de ruido y vibración apropiados.

El proponente deberá efectuar el dimensionamiento de cada uno de los parámetros del reactor para adecuarlo a las normas constructivas respectivas.

7.1.1.1 Características

Las características eléctricas que cumplirán pero no estarán limitadas a las siguientes especificaciones son:

N°	Descripción	Unidad	Requisitos
1	Normas		IEC, ANSI, IEEE
2	Condiciones de Instalación		Tipo intemperie
2.1	Lugar de Instalación		Subestación San Ignacio de Moxos
2.2	Altitud		Menor que 1000 m.s.n.m.
2.3	Temperatura	°C	5<t<45
2.4	Velocidad del viento (max.)	Km./h	120
3	Polos / Fases		3
4	Tensión nominal de línea (fase – fase)	kVef	115
	Rango de variación de potencia	MVAr	4 a 12
	Rango de variación de voltaje	%	+/- 10%
5	Máximo Voltaje de Sistema (fase – fase) continuo	kVef	123
6	Frecuencia	Hz	50
7	Potencia	MVAr	10
8	Conexiones		Estrella con neutro puesto a tierra
9	Cambiador de derivaciones bajo carga, duración mínima	Numero de operaciones	100.000
10	MTFB del reactor		Mayor a 10 años
11	Rango de variación de potencia reactiva a voltaje de operación máximo continuo		30% a 100%
12	Número de posiciones de cambiador de derivaciones		20 mínimo
13	Variabilidad de Valor de KVAR por derivación		En lo posible constante
14	Rango de linealidad (en p.u. de voltaje máximo de operación)		Mínimo de 1.3 a 1.5
15	Asimetría máxima entre fases	%	1,5%

16	Reactancia de secuencia zero		
17	Nivel de vibración (pico-pico máximo)	Microm	100
18	Nivel de vibración (pico-pico medio)	Microm	30
19	Nivel de ruido máximo	dB	75
20	Nivel básico de aislamiento por Impulso de Rayo (pico) 1.2/50 microsegundos	kV	550
21	Valor de sostenimiento a frecuencia industrial por 1 minuto (Pico)	kV	230

7.1.1.2 Pruebas

Las pruebas a efectuarse no difieren substancialmente de las pruebas aplicables a reactores normales, salvo aquellas específicas descritas a continuación:

- La determinación de la reactancia y la medición de las pérdidas será efectuada por lo menos a los dos extremos de las derivaciones, inferior y superior, reactancia máxima y mínima.
- Los procedimientos de pruebas dieléctricas se adoptarán los voltajes aplicables a transformadores cuyos voltajes correspondan a los mayores del reactor. Las pruebas de impulso se efectuarán para cada derivación (tap)
- Las pruebas de temperatura se efectuarán a la potencia reactiva máxima, salvo que el diseño requiera de pruebas a ambos extremos
- Las pruebas de nivel de ruido y de vibración serán efectuadas al máximo nivel de voltaje en las tres fases, en la derivación de máxima reactancia.

7.1.2 Reactor de impedancia variable con control magnético

La potencia del banco de reactores deberá ser 12.5 MVA, voltaje nominal de 115 kV y un reactor de neutro de 66 kV, 50 Hz.

Deberán incorporar transformadores de corriente tipo toroidales (de Bushing) de acuerdo a los requerimientos para control y protección de los mismos, según las normas utilizadas.

Las capacidades de potencia especificadas corresponden al tipo de refrigeración ONAN para una operación continua y temperaturas alrededor de 40 grados centígrados en sitio de instalación hasta 1000 metros sobre el nivel del mar. La potencia, ONAN (Oil Natural, Air Natural) será igual al 75% de la potencia nominal ONAF (Oil Natural, Air Forced), suministrada en una simple etapa de refrigeración forzada.

7.1.2.1 Características

Las características eléctricas que cumplirán pero no estarán limitadas a las siguientes especificaciones

N°	Descripción	Unidad	Requisitos
1	Normas		IEC, ANSI, IEEE
2	Condiciones de Instalación		Tipo intemperie
2.1	Lugar de Instalación		Subestación San Ignacio

			de Moxos
2.2	Altitud		Menor que 1000 m.s.n.m.
2.3	Temperatura	°C	5<t<45
2.4	Velocidad del viento (max.)	Km./h	120
3	Polos / Fases		3
4	Tensión nominal de línea (fase – fase)	kVef	115
	Rango de variación de potencia	MVAr	0.2 a 20
	Rango de variación de voltaje	%	+/- 10%
5	Máximo Voltaje de Sistema (fase – fase)	kVef	123
6	Frecuencia	Hz	50
7	Potencia	MVAr	20
8	Conexiones		Estrella con neutro puesto a tierra
	Convertor AC/DC		Tipo exterior intemperie
	MTFB del reactor		Mayor a 10 años
	Filtros y correctores de distorsión		Incorporados
9	Valor de Reactancia Inductiva	Ohm	
10	Valor de sostenimiento de sobrevoltaje (duración de 1 hora)	kV	123
11	Valor de sostenimiento de sobrecorriente con intervalos de 2 horas y duración de:		
11.1	- 30 minutos	A	
11.2	- 10 segundos	A	
12	Distancia de fuga (fase a tierra)	mm	
13	Capacidades de Aislamiento		
13.1	Nivel básico de aislamiento por Impulso de Rayo (pico) 1.2/50 microsegundos	kV	550
13.2	Valor de sostenimiento a frecuencia industrial por 1 minuto (Pico)	kV	230

7.1.2.2 Características constructivas

El diseño electromecánico de los reactores de impedancia variable con control magnético y accesorios deberán cumplir estrictamente las recomendaciones de las últimas versiones de las normas IEC y ANSI/IEEE, debiéndose estos equipos ser adecuados para operar como reactancia en derivación en líneas de transmisión largas.

Los procesos de fabricación, pruebas y demás requerimientos para estos equipos, deberán cumplir estrictamente con las normas establecidas, incluyendo transporte, seguros y demás requerimientos hasta la puesta en servicio, según las condiciones establecidas para el suministro de estos reactores.

8 EQUIPOS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN, COMUNICACIONES, SISTEMA SCADA, SERVICIOS AUXILIARES AC/DC E INGENIERÍA DE PLANTA Y SISTEMA

8.1 PROTECCIÓN DE LÍNEA, TRANSFORMADOR, REACTORES, ALIMENTADORES, TABLEROS DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN.

8.1.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones cubren las características de la provisión los sistemas de protección y de control de las líneas de 115 kV, alimentadores en 34.5 y 24.9 kV, transformadores y reactores en las subestaciones de Caranavi Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad.

Incluye todo el sistema de protección de relés, los equipos de interfase con el sistema de carrier para la transferencia o bloqueo de disparo.

Se suministrarán tableros del tipo de cuadro de distribución dual y simple con el frente batiente, aproximadamente de 230 cm. de alto y 80 cm. de profundidad, por 80 centímetros de ancho. Ver diagramas unifilares, diseños de casa de control y arreglo del tablero propuesto.

Los tableros a ser provistos así como las funciones que éstos deben tener son las siguientes:

LADO ALTA TENSIÓN 115 kV

- TABLEROS SUBESTACIÓN CARANAVI
 - Protección Línea YUCUMO INT "A"
- TABLEROS SUBESTACIÓN YUCUMO
 - Protección , control y medición Línea CARANAVI INT "B"
 - Protección, control y medición Línea SAN BORJA INT "C"
 - Protección, control y medición TRANSFORMADOR N° 1 INT "A"
- TABLEROS SUBESTACIÓN SAN BORJA
 - Protección, control y medición línea YUCUMO INT "A"
 - Protección, control y medición línea SAN IGNACIO DE MOXOS INT "B"
 - Protección, control y medición TRANSFORMADOR N° 1 INT "C"
- TABLEROS SUBESTACIÓN SAN IGNACIO DE MOXOS
 - Protección, control y medición línea SAN BORJA INT "A"
 - Protección, control y medición línea TRINIDAD INT "B"
 - Protección, control y medición TRANSFORMADOR No. 1 INT "C"
 - Protección, control y medición REACTOR DE FUERZA - INT "D"
- TABLEROS SUBESTACIÓN TRINIDAD
 - Protección, control y medición línea SAN IGNACIO DE MOXOS INT "A"
 - Protección, control y medición TRANSFORMADOR N° 1 INT "B"

LADO MEDIA TENSIÓN 34.5 Y 24.9 kV

- TABLERO SUBESTACIÓN YUCUMO
 - Protección, control y medición ALIMENTADORES 1 y 2

- TABLERO SUBESTACIÓN SAN BORJA
 - Protección, control y medición ALIMENTADORES 1 y 2
- TABLERO SUBESTACIÓN SAN IGNACIO DE MOXOS
 - Protección, control y medición ALIMENTADORES 1 y 2
- TABLERO SUBESTACIÓN TRINIDAD
 - Protección, control y medición ALIMENTADORES 1 y 2

8.1.2 Características Constructivas

8.1.2.1 Normas Aplicables

Todos los relés cubiertos por esta especificación reunirán los requisitos especificados de la versión última de la “Norma ANSI C37.1 para Relés y Sistemas de Relés Asociados con Aparatos eléctricos de Potencia”, o el último “Estándar IEC 255 para Relés Eléctricos”.

8.1.2.2 Fabricación, Montaje e Instalación Eléctrica

El Proponente proveerá los relés y los paneles de control completamente cableados y probados con todo el equipo, relés, transformadores auxiliares, interruptores, medidores, lámparas indicadoras, todos los soportes necesarios, bloques terminales y materiales de cableado de acuerdo con esta especificación.

El Proponente proveerá todo el equipo y material.

Los soportes y paneles de control se fabricarán de plancha extruida No. 11, libre de irregularidades y sarro.

Los tableros tendrán placas de refuerzo, abrazaderas, rigidizadores, etc., dónde sea necesario apoyar el equipo y serán firmes y sólidos. Los tableros serán del tipo “Cuadro de distribución dual, o simple”, 80 centímetros de profundidad con las puertas delanteras, y 80 centímetros de ancho. Todos los tableros serán de diseño estándar acorde a los Planos de Contrato.

Los bloques terminales tendrán una disposición para la conexión a los tableros por encima o por debajo. Las parrillas o cableductos de cableado deben ser de 44 centímetros de profundidad para permitir amplio espacio al bloque terminal para el cableado de dispositivo y acomodar la entrada de los cables. La puerta delantera tendrá un mínimo de 1.5 centímetros de espacio despejado al piso.

El exterior e interior de los tableros se terminará con una mano de pintura y dos manos de esmalte gris claro ASA 61 para el cuadro de distribución, 20 por ciento de brillo, código DuPont 707-24537 o similar luego de un proceso de limpieza apropiado de la plancha.

8.1.2.3 Equipo auxiliar

El equipo auxiliar tales como los contactores auxiliares, transformadores auxiliares, resistencias, bloques del fusible, etc., se montarán al fondo del tablero en anaqueles apropiados hechos por el Fabricante de tal manera que sean fácilmente accesibles para el mantenimiento, comprobación y realización de conexiones externas, y para que no interfieran con el acceso a otras terminales en el tablero o a las placas de nombre de equipo. El equipo auxiliar se ubicará en el tablero de manera que los cables y las conexiones no queden ocultos o sean inaccesibles.

Los interruptores de prueba (test switches) de voltaje y corriente tanto de medición como de protección se montarán en la parte inferior de los tableros y serán accesibles sin necesidad de abrir las puertas.

El cable de control será gris, con aislamiento PVC, 600 voltios, hebrado, de cobre estañado, fabricado y probado de acuerdo con la Especificación IPCEA S-19-81, o normas equivalentes o similares (IEC 60189, IEC 60227, etc.).

El calibre de los conductores usados se ajustará a lo siguiente o su equivalente en mm²:

- #10 AWG o mayor para circuitos de corriente
- #12 AWG o mayor para circuitos de voltaje de DC, cierre y alarma.
- #14 AWG puede usarse para potencial de AC
- #16 AWG puede usarse para los controles de baja corriente, tales como lámparas indicadoras, enchufes de teléfono, circuitos de supervisión, etc.,

Los conductores de transformadores de corriente se conectarán con tierra a sólo un punto en el panel o cuadro de control, para lo que los bloques de terminales dispondrán de bloques de puesta a tierra. Los Conductores de voltaje se pondrán a tierra en el dispositivo de potencial (PT) y en el cuadro de control. El condensador de acoplamiento será protegido con un fusible de 20 amperios en cuadro de distribución. Cada alimentación de potencial se protegerá por fusibles independientes. El potencial de polarización sólo se protegerá con fusibles en tablero del cuadro de protección entrante.

8.1.2.4 Bloques terminales

Los bloques terminales para la instalación eléctrica del control estarán agrupados en bloques de 12/10 terminales preferiblemente con tornillos 10-32 y adecuados para terminales de cable de ojo.

Se agruparán en puntos terminales adyacentes las señales correspondientes a la conexión a un dispositivo externo para permitir el uso de cable multi-conductor y dispondrán de por lo menos de un 30% de terminales de repuesto.

Cada terminal se identificará por letras de 5 mm en marcadores blancos, excepto las del transformador de corriente que tendrán marcadores rojos.

Los bloques terminales podrán acomodar hasta dos alambres N° 10 AWG por el terminal. Si se requieren más de dos alambres, se suministrarán puntos de terminales paralelos adicionales interconectados por puentes adecuados

En todos los terminales, deberán ser suministradas, arandelas de presión, tipo cortadas no magnéticas.

Se usarán terminales de compresión aisladas para todas las conexiones de cable No. 12 AWG o más grande, hasta No. 8 o para secciones mayores se usarán, espigas de sección menor a No 8 AWG aisladas tipo "AMP" o equivalentes. Todas las terminales serán de tipo ojo; no serán aceptables terminales espada.

Los tableros serán cableados de tal manera que los circuitos de DC estén en el lado izquierdo del tablero y los circuitos de AC en el lado derecho del tablero cuando se miren por detrás. Circuitos horizontales DC y AC deben ser separados donde sea posible para reducir las descargas inducidas en los circuitos DC tanto como sea posible. Es permisible agrupar y empaquetar alambres en conductos aislados de metal. Los cableados se agruparán en los bloques terminales para facilitar las conexiones externas con otros equipos provistos por terceros.

Los terminales de transformadores de corriente externos deben terminar en el tablero dónde se usan y no atravesarán previamente otros tableros.

Todos los circuitos de corriente, circuitos de disparo, relés auxiliares de disparo, llaves de selección, etc., actualmente no conectados, deben ser cableados a los bloques terminales para acomodar futuras expansiones.

Todas las carcasas de dispositivos serán puestas a tierra en el tablero mediante el uso de arandelas de cerradura tipo estrella externas o arandelas de cerradura de presión en por lo menos un montante. Cada

tablero tendrá un bloque terminal de sujeción o barra de cobre con conectores para conductor No. 1/0 AWG. Cada bloque de puesta a tierra acomodará por lo menos 12 conductores de puesta a tierra No. 8 AWG en terminales separadas para que cada una pueda ser removida, una a la vez, para su revisión. Deberá haber suficientes puntos terminales para conectar a tierra los transformadores de corriente y transformadores de voltaje y para conectar a tierra el apantallamiento de los conductores de comunicación y telemetría. El bloque de puesta a tierra se localizará en la cara del tablero que da a la pared cerca de la parte superior, pero no más alto que 1.8 metros del suelo, y será de acceso fácil para remover las conexiones durante las pruebas.

El nombre de las placas será de plástico laminado con el frente y reverso negros y el núcleo blanco. El número de nombres de placas requeridas se determinará cuando los planos de los tableros sean aprobados. Se pegarán un nombre de placa a los tableros con adhesivo. Los tornillos no son aceptables.

Cada tablero será embalado y enviado separadamente.

8.1.2.5 Misceláneos

Se deberá dejar espacio para ítems futuros mostrados en los planos, en el frente y detrás de los tableros, sin dejar perforaciones o placas de cubierta a menos que se requiera en estas Especificaciones.

El Proveedor suministrará los pernos para sujetar o acoplar los tableros entre si. Pernos de ½ pulgada de diámetro así como tacos metálicos apropiados se suministrarán para anclar los cubículos al suelo. El Proveedor también suministrará de pintura del tipo especificado en spray para retoques.

8.1.2.6 Circuitos de control

Los relés primarios, relés de respaldo, protección por falla de interruptor (donde sean aplicables), cada uno de las bobinas de disparo del interruptor y las instalaciones de la trampa de onda deben tener circuitos de alimentación DC separados y no existirá ninguna interconexión eléctrica entre cualquiera de estos circuitos. Los relés de disparo actuarán sobre la bobina de disparo secundaria del interruptor.

Los circuitos de los relés o protección de respaldo no dependerán para su operación de ninguno de los relés de la protección primaria a menos que se indique lo contrario.

Igualmente los relés de la protección primaria no dependerán para su operación de ninguno de los relés de la protección secundaria para su operación.

Todos los relés y equipo de control se montarán en los tableros como se indica más adelante en esta Especificación.

Los relés auxiliares, usados en conjunto con los relés de protección, deben permitir el cumplimiento de los objetivos de instalación de los relés de protección.

La instalación eléctrica incluirá puntos de bloque terminal para la conexión *futura* de un equipo de análisis de corriente de fases A, B y C. Se colocarán los puntos terminales para los circuitos de corriente de manera que puedan usarse puentes adecuados si es necesario.

Todos los relés que energizan las bobinas de disparo del interruptor, tendrán los contactos capaces de cerrar/abrir y conducir 30 amperios durante el tiempo necesario para disparar el interruptor.

8.1.2.7 Características de sistemas de protección

Los sistemas de protección utilizarán relés tipo multifunción de procesamiento numérico, basados en microprocesadores de última generación, con técnicas de medición apropiadas a cada función, de alta seguridad con sistemas de automonitoreo interno y de monitoreo de circuitos críticos.

Los relés se suministrarán con sus respectivos manuales, software de comunicación y operación para cada una de sus facilidades y todos los cable y de interconexión para comunicación con PC's y otros.

8.1.2.7.1 Protección de Distancia

La protección de distancia estará basada en relés de arquitectura consistente de 2 procesadores independientes, uno para el procesamiento digital de las señales (DSP) y un segundo para el procesamiento del cálculo y verificación de estado de parámetros, generación de órdenes de disparo, registro oscilográfico y para el interfase de comunicaciones.

El relé o sistema incorporará las siguientes funciones y características:

- Protección de distancia de fallas de fase y de tierra,
 - Distancia escalonada
 - 3 zonas adelante más 1 zona pilotada
 - 1 zona atrás
 - unidades independientes tipo mho trifásica, fase-fase, trifásica a tierra
 - Ajuste de alcance y temporizadores independientes para fase y para tierra
 - Zonas (Pilot-F, Pilot-R) con lógica para teleprotección o programables por usuario
 - Funciones de Teleprotección
 - Disparo tripolar/unipolar
 - De alta velocidad, con tiempos de operación menores a un ciclo
 -
- Protección de sobrecorriente de fase, tierra y secuencia negativa
 - Función de sobrecorriente instantánea (50, 50Q y 50N) a distintos niveles
 - Función de sobrecorriente temporizada, (51P, 51Q y 51N)
 - Función de direccionalidad
- Función de recierre
- Facilidades de programación de restricción operativa por oscilación de potencia
- Funciones de protección contra falla de interruptor
- Funciones de localización de fallas
- Registro de fallas
 - 10 últimas fallas
 - Resolución de al menos 20 muestras por ciclo
 - Longitud de registro, 2 ciclos de prefalla y 20 de postfalla
 - Registro de magnitudes mensuradas y secuencias de operación
- Lógica programable para incorporación de lógica de control
- Entradas y salidas programables
- Funciones de automonitoreo
 - Watch dog de fuente de alimentación
 - Verificación de circuitos de disparo
 - Verificación de mensuras
- Inmunidad a las condiciones de variación que se presentan en las etapas transitorias
- Ajuste de parámetros por software o de panel frontal
- Presentación de datos de fallas en pantalla
- Dispondrá de funciones de comunicación local y remota, para red de subestación e intercambio de datos con sistemas SCADA a través de puertos RS232, LAN, RS485 y protocolos de comunicación standard ASCII, Modbus, DNP, y otros propios.
- Software de análisis de fallas
- Software para el análisis de ajustes

8.1.2.7.2 Protección de transformadores y reactores

La protección de los transformadores de potencia y reactor de derivación será efectuada por relés multifunción de procesamiento numérico con las siguientes funciones y características:

- Protección de fase

- Función de protección diferencial 87T y 87H
 - Selección de pendiente porcentual diferencial
 - Selección de niveles de niveles de restricción
 - Selección de niveles de corriente de arranque
 - Restricción de armónicos
 - Selección de ángulo de desfase
- Función de sobrecorriente temporizada (51P)
- Función de sobrecorriente instantáneo (50P/150P)
- Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
- Protección de tierra
 - Sobrecorriente temporizado (51G/51N)
 - Sobrecorriente instantánea (50N/50G)
- Funciones de registro
 - Registro de al menos 20 últimas fallas
 - Diferencial de fallas
 - Restricción de armónicos
 - Fallas registradas por sobrecorriente
 - Alarmas
- Facilidades de Programación de contactos
- Funciones de medición de corrientes, voltajes, Potencia activa, reactiva
- Facilidades de oscilografía
- Comunicaciones
 - Puertos RS232/485
 - Protocolos de comunicación a PC, LAN, SCADA (Modbus)
- Seguridad
 - Autodiagnóstico

8.1.2.8 Llaves de Control

Las llaves de control del interruptor tendrán, por lo menos, 4 contactos.

Las llaves de selección automático-manual y las llaves de corte de reconexión tendrán 4 contactos por lo menos.

Las llaves de interrupción de relé tendrán por lo menos 4 contactos.

Las lámparas indicadoras serán de carga baja (0.035 A), o tipo de diodo de preferencia. Se usarán luces blancas para supervisar, continuamente, los circuitos de las bobinas de los relés de disparo.

Bloques de fusible con fusibles cambiables tipo cartucho serán empleados cuando sea necesario.

Los relés de bloqueo tendrán 8 contactos y dispondrán contactos de repuesto que serán cableados a los bloques terminales, junto con aquéllos usados para los enclavamientos, etc., dos alambres por contacto.

8.1.2.9 Contactos de Alarma

Los contactos de alarma para las alarmas locales y alarmas de supervisión serán cableados individualmente, instaladas a través de un fusible a cada tablero y cableados a los bloques terminales para la conexión a alarmas externas a través del sistema de onda portadora. El suministro de energía de la alarma portadora será 220 VAC desde la estación de potencia.

8.1.3 Relés de protección

8.1.3.1 Protección líneas de 115 kV

La protección de las líneas de 115 KV estará compuesta por una protección de distancia de fase y protección de distancia de falla a tierra y de secuencia cero, de tipo MHO y QUAD, de por lo menos 3 zonas, programables independientemente, con facilidades de supervisión. La protección de respaldo será efectuada localmente por medio de los relés de sobrecorriente direccionales y sobrecorriente a tierra y por medio de la segunda zona de estación precedente.

La operación de los relés de bloqueo del transformador, relés de bloqueo de barra y relés de bloqueo de falla de interruptor bloquearan todos los circuitos de cierre de los interruptores disparados. La recepción de la transferencia de disparo sólo bloqueará todo los cierres mientras la señal sea recibida. Los relés de recierre serán cableados, con habilitación/deshabilitación física o por programación local o remota, puentes en los bloques terminales si fuese necesario, para que la secuencia de recierre pueda modificarse fácilmente en el campo así como también remotamente.

Transferencia de disparo directo. La señal de transferencia de disparo directo en caso de falla de interruptor será efectuada a través de un canal de comunicación y relés de interposición.

8.1.3.2 Transferencia de disparo y de señales de bloqueo

La transferencia de disparo así como la de bloqueo se efectuará a través de una terminal de Onda portadora que permita transferir, recibiendo y transmitiendo l señal respectiva a través del sistema de comunicación de Onda Portadora.

8.1.3.3 Pruebas

Los tableros armados completamente serán adecuados para operar con un servicio auxiliar de 125 VDC, serán probados con un potencial de 1500 VAC durante un minuto.

Otras pruebas de suficiencia serán hechas por el Proveedor para asegurar exactitud del cableado y el funcionamiento apropiado de todos los aparatos. El equipo y relés sujetos a daño por estas pruebas serán desconectados durante las pruebas. Todas las pruebas aplicadas allí se efectuarán de conformidad a las últimas normas aplicables de ANSI, AEIC, IEC e IEEE hasta donde sea concordante con esta Especificación.

8.1.4 Requisitos de los Sistemas de Relés de Protección

8.1.4.1 Funciones Específicas del Tablero y Equipo

8.1.4.1.1 Subestación de Caranavi

Tablero N° 1 Línea de Yucumo

Panel protección, control y medición del interruptor 52L1. El panel de protección y control en esta subestación deberá, en lo posible, ser similar o igual a los tableros existentes en esta subestación. En particular el panel de control con su panel mímico se emparejará a los existentes. Para este propósito, planos de estos tableros estarán disponibles al Proveedor.

8.1.4.1.2 Subestaciones Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad - Líneas de 115 kV

El esquema de la protección será del tipo no supervisado consistente en 3 relés de distancia de fase y de neutro, de 3 zonas mirando hacia las zonas protegidas. La protección de respaldo estará constituida por relés de corriente direccionales instantáneos y de sobrecorriente de puesta a tierra.

Adicionalmente, estarán incluidas todas las funciones para arrancar las secuencias de falla interruptor, alarma, anunciación, etc.

Se incluirá un sistema de protección contra falla de interruptor del lado de origen del flujo de potencia.

El esquema de falla de interruptor se inicia por la operación de cualquier relé principal o de respaldo. Es supervisado por un relé no direccional de sobrecorriente instantánea (3 fases + neutro) y un relé temporizador de bloqueo que dispara los interruptores remotos a través del sistema de comunicaciones de onda portadora u otro existente.

8.1.5 Protecciones de Transformadores y Banco de Reactores

La protección primaria se realizará a través de una protección diferencial para los transformadores 115/34,5 y 115/24,9 kV. Esta protección tendrá una protección de respaldo de relés de sobrecorriente no direccionales y relés de sobrecorriente direccionales de puesta a tierra.

La protección primaria del reactor de derivación será llevada a cabo por un relé diferencial trifásico tipo generador conectado en un esquema por cada fase. La protección de respaldo será conformado por relés de sobre corriente de tiempo inverso no direccionales, con elemento instantáneo.

8.1.6 Requisitos generales para todos los esquemas

Todos los relés cubiertos por estas especificaciones satisfarán los requisitos de las últimas normas de ANSI y/o IEC.

Los relés serán del tipo de procesamiento numérico que incluye en una unidad todas las funciones así como las medidas necesarias, dispondrán en lo posible de todas las facilidades de registro de fallas y de comunicación para ajustes locales o remotos así como de consulta a través de puertos de comunicación tipo RS485 o con fibra óptica con protocolos de comunicación estándar compatibles con los del sistema SCADA.

8.1.7 Paneles de control

La lista de instrumentos, medidores, interruptores de prueba, etc., que se requiere para cada terminal de línea, es como sigue

- Un instrumento digital con las siguientes funciones
 - Amperímetros de tres fases
 - Voltímetros de tres fases
 - Vatímetro 3 fases cuatro alambres
 - Varímetro 3 fases cuatro alambres
 - Cosfímetro
 - Medidor de demanda con capacidad de registrar la demanda máxima, y por lo menos la integral de la potencia de cada 15 minutos durante un mes. Este medidor de demanda podrá ser integrado a la función de WAT/VAR o puede ser un instrumento independiente con hasta 4 canales para recibir pulsos de contacto XYZ.
 - Dispondrá de funciones de comunicación a través de puertos RS485 con protocolo estándar de industria compatible con los protocolos de las terminales del sistema SCADA.
- Un medidor kWh/kVAr mono direccional, 3 fases, 4 alambres, clase de 0,5%, 5A, 120 VAC.
- Una llave de selección de modo de operación local/remoto de todos los comandos manuales
- Un interruptor de control con luces indicadoras roja y verde para operar el interruptor de potencia.
- Llave selectora de habilitación/deshabilitación de función de recierre
- Relé de bloqueo por falla de interruptor con 8 contactos con re-armado manual

8.1.8 Anunciadores

Todas las subestaciones tendrán un anunciador con alarmas visuales y audibles.

Será montado en el tablero y tendrá 40 puntos de anunciación. Los chasis electrónicos pueden ser montados local o remotamente con respecto al panel de anunciación visual. El texto grabado en cada ventanilla y su disposición se suministrará posteriormente.

El tablero de anunciador se equipará con terminales de salida auxiliares para supervisión remota o usos de alarma y operaciones de monitoreo.

Las características principales del equipo serán las siguientes:

- Los equipos serán de estado sólido
- El voltaje de servicio será 125 VDC
- Entradas de señales de alarma se suministrarán por contactos con relé NA o NC
- Las señales de salida serán las siguientes:
 - Bocina audible o zumbador
 - Una luz fija, tipo LED, para cada entrada de alarma
 - Cada punto de la entrada suministrará una salida auxiliar de relé
- Los pulsadores del panel frontal estarán provistos para:
 - Reconocimiento
 - Prueba
 - Apagado de la bocina o zumbador
 - Medios de restablecimiento automático en caso del control remoto.

El anunciador tendrá facilidad de lectura de estado a través de un puerto RS485 con protocolo compatible con el sistema SCADA.

8.1.9 Partes de repuestos y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuesto requeridas y herramientas recomendadas para los primeros diez años de servicio, un juego para cada tres tableros similares y un juego para los únicos.

8.1.10 Cronograma de aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos de anclas y fundaciones, planos de erección e instalación con todos los materiales usados, planos de partes de los paneles dispositivos. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

- Planos dimensionales, pesos de paneles, cronogramas de adquisición de partes y materiales a ser empleados usados, se presentarán no más tarde de 30 días después de otorgado el contrato.
- Planos, diagramas y cuadros de cableado, se presentarán no más que 90 días después de otorgado el contrato.
- Manuales, catálogos de operación y mantenimiento, se presentarán 30 días antes del envío del equipo.

8.2 SISTEMA SCADA

El sistema comprende cinco terminales remotas o unidades de concentración de datos provenientes de los equipos de protección y control y de comunicación hacia el centro de Control, instaladas en las subestaciones de Caranavi, Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad y una unidad de central a ser instalada en la ciudad de Trinidad o San Borja desde donde se podrá efectuar el monitoreo y control

remoto de todas las subestaciones del proyecto

El sistema permitirá obtener información centralizada de cada una de las sub estaciones sobre el estado de los distintos equipos de corte, las mediciones de los principales parámetros eléctricos y la operación remota de interruptores, cambiadores de taps de transformadores y de reactores. También permitirá el intercambio de información básica operativa con el Centro Nacional de Despacho de Carga.

8.2.1 Características Técnicas del Sistema

En anexo se presenta el diagrama general del sistema SCADA.

8.2.2 Terminales remotas.

Las terminales remotas o unidades de concentración y transmisión de dstos tendrán las siguientes características generales:

- Unidades inteligentes basadas en procesadores y electrónica estándar adecuadas a las condiciones existentes en las subestaciones.
- Dispondrán de interfaces adecuadas para el intercambio de información con el proceso a través de puertos de captura de datos digitales (ON/OFF), puertos de captura de información analógica (mediciones) simple y doble, puertos de salida digitales (ON/OFF) de simple y doble acción, puertos de salida analógicos (valores de referencia) así como puertos de comunicación RS232/RS485 y TCP/IP para obtener información digital de equipos de protección y medición. La información analógica en lo posible será obtenida a través de puertos de comunicación directamente de instrumentos que dispongan capacidades de conversión análogo/digitales y comunicación y tendrá facilidades de integración con los relés de protección a través de protocolos standard
- Dispondrá de facilidades de programación de ciclos de adquisición de datos así como de los distintos parámetros de comunicación interna y externa.
- Permitirá configurar la terminal entre distintos tipos de comunicación y configuración de loop. Las posibles selecciones de comunicación podrán ser por radio, PLC o hilo, en half o full duplex y a diversas velocidades de operación
- El protocolo de comunicación entre la terminal remota y la unidad central, en lo posible será de tipo normalizado de alta seguridad y tasa alta de transferencia.
- La comunicación con la unidad central podrá estar basada en ciclos de interrogación y de solicitud de atención en caso de eventos de alta prioridad.
- Los captura de eventos del proceso (estado de equipo de corte cerrado/ abierto) será efectuada a través de interrupciones que permitan su captura inmediata y serán estampados con la hora de ocurrencia.
- La captura de las mediciones será efectuada en ciclos cuyo periodo de ejecución podrá ser ajustado por programación.
- El sistema dispondrá de seguridad (watchdog) en caso de falla de alimentación. Las salidas de operación se efectuarán por medio e circuitos – internos/externos tipo latch que aseguren que en caso de falla de lo electrónica no se produzcan operaciones indeseadas de los equipos.
- Tendrán facilidades para la automatización de funciones locales, y lectura de medidores de energía

8.2.3 Unidad central

La unidad central estará basada en un computador personal tipo PC de última generación tipo estándar, operando en una configuración simple con facilidades de operar en configuración dual de operación en red con los front end de comunicaciones

Si el diseño requiere, podrá disponer de un computador o unidad de comunicaciones (Front end) independiente, aunque esta función puede ser efectuada por una tarjeta adecuada que cumpla la misma función.

El hardware de los equipos deberá tener altos índices de disponibilidad una tasa baja de falla, ser de fácil reemplazo.

Dispondrá de facilidades de almacenamiento suficiente con discos mirror tipo SCSI para las tareas críticas y de discos estándar para el almacenamiento de información operativa.

Dispondrá de memoria con sistema de corrección y detección de errores (ECC) de suficiente tamaño para asegurar una operación adecuada de los procesos requeridos.

Dispondrá de dos pantallas planas de 17 pulgadas de baja radiación, un teclado ergonómico y un trackball o mouse estático.

Dispondrá de una impresora tipo laser y de una impresora tipo jet en colores.

Tendrá hardware de calidad para la conexión a redes locales y/o externas a través de conexiones RJ45/UTP.

El software de base será preferiblemente WINDOWS en su última versión o LINUX.

8.2.4 Software de aplicación

El software de aplicación será de tipo comercial, abierto, parametrizado con facilidades de programación de acuerdo a la aplicación y necesidades.

Las funciones principales que debe cumplir el software de aplicación se resumen a continuación:

- Monitoreo de estado de equipos (ON/OFF)
- Monitoreo de límites de mediciones
- Presentación de curvas de tendencia de mediciones analógicas
- Procesamiento de eventos
- Procesamiento histórico de datos
- Registro secuencial de eventos
- Reportes y cálculos
- Información sobre estado e integridad del sistema
- Funciones de administración e ingeniería que permitan a través de módulos standard la programación de funciones de manejo y de despliegue, de manejo de alarmas, eventos, impresión e informes de tendencia de mediciones tanto para las unidades centrales así como para añadir o quitar acciones de captura de datos del proceso en las terminales remotas
- Funciones de presentación de alarmas y estado con información estática y dinámica

El sistema permitirá configurar el sistema de comunicación según la topología de comunicaciones así como la velocidad.

8.2.5 Mantenimiento y actualizaciones de equipo

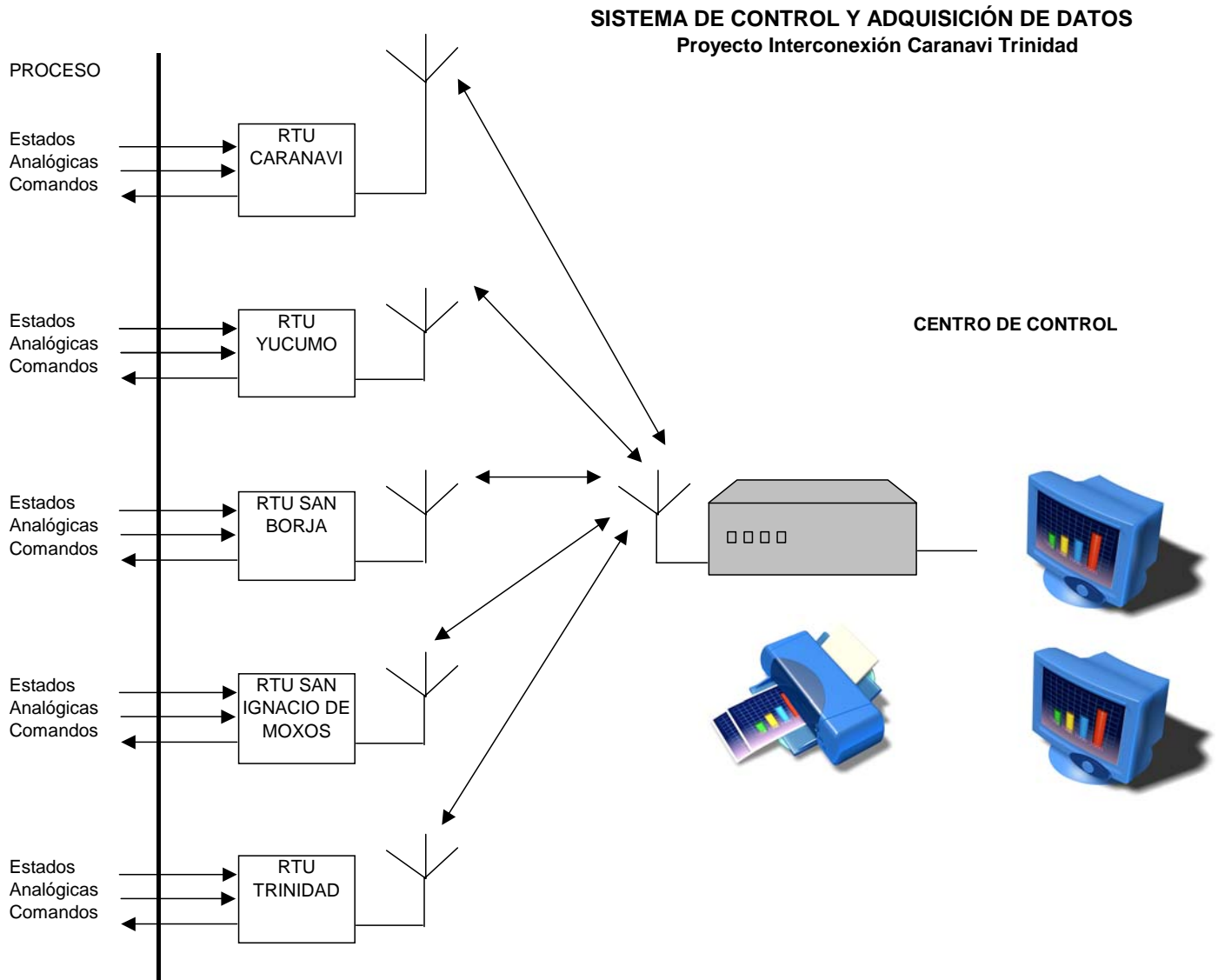
Dado que el sistema estará basado en microprocesadores comerciales y equipos estándar que se pueden adquirir en el mercado local o fácilmente a través de Internet, el mantenimiento de las terminales remotas así como de los equipos de la unidad central podrá ejecutarse a través de terceros (representantes de equipos) o a través de reemplazo de piezas y parte adquiribles en el mercado.

Dado que el software tanto a nivel de base como de aplicaciones, la actualización a versiones más avanzadas se la podrá adquirir a través de distribuidores o directamente de los propietarios. El hecho de que el software de aplicaciones sea de tipo abierto permitirá a ENDE independizarse parcialmente para efectuar modificaciones de la aplicación, ampliaciones o reducciones de las instalaciones.

8.2.6 Conexión con el Centro Nacional de Despacho de Carga – CNDC- en Cochabamba

La conexión con el CNDC se la efectuará a través de una extensión de red de la unidad central a través de Internet con acceso remoto o a través de transferencia de información básica a ser transmitida a través de una terminal remota RTU 211 de ABB a ser instalada en la subestación de Caranavi, RTU que podría ser incorporada al circuito de terminales a las que el CNDC tiene acceso.

El CNDC no requiere de facilidades de operación, por lo que la necesidad de prever la función de operación remota desde un nivel jerárquico superior no se la prevé, sin embargo, si fuera necesario, se puede prever un link de intercambio de información a través de la Subestación de Caranavi entre el sistema central y las subestaciones del proyecto.



DETALLE DE SEÑALES POR TERMINAL REMOTA

Terminal remota Caranavi

Señales digitales	Entradas Digitales	Digital Output/ Control Remoto
Posición interruptor salida	2	2
Posición seccionador de línea de salida	1	
Posición seccionador de barras de línea de salida	1	
Posición de seccionador bypass de línea de salida	1	
Falla línea de salida	1	
Falla línea servicio local	1	
Seguridad	1	
Reserva	8	6
TOTAL	16	8
Señales analógicas	Entradas	Salidas
Potencia activa de salida	1	
Potencia reactiva de salida	1	
Voltaje de barras Caranavi	1	
Reserva	2	
TOTAL	5	
Canales de comunicaciones		
Lectura de estado de relés	TCP/IP	
	Modbus	
Lectura de medidores de energía/PLCs/dispositivos	RS232/RS485	
Comunicación remota	Protocolo IEC870 o RP570 o propio de similares características	

Terminal remota Yucumo

Señales digitales	Entradas Digitales Estado	Digital Output/ Control Remoto
Interruptor llegada	2	2
Interruptor salida	2	2
Interruptor transformador 115/34,5 kV	2	2
Seccionador de línea de llegada	1	
Seccionador de barras línea de llegada	1	
Seccionador bypass línea de llegada	1	
Seccionador de línea de salida	1	
Seccionador de barras línea de salida	1	
Seccionador bypass línea de salida	1	
Seccionador de línea a transformador	1	

Falla línea de llegada	1	
Falla línea de salida	1	
Falla línea servicio local	1	
Falla transformador	1	
Posición interruptor alimentador 1	1	1
Posición interruptor alimentador 2	1	1
Posición interruptor alimentador 3	1	1
Posición interruptor alimentador 4	1	1
Cambiador de Taps transformador 115/34,5 kV subir/bajar	1	2
Seleccionador modo operación taps manual/auto	2	2
Seguridad	1	
Reserva	8	8
Total	33	22
Señales analógicas	Entradas	Salidas
Potencia de entrada	1	
Potencia reactiva de entrada	1	
Voltaje línea de entrada	1	
Potencia de salida	1	
Potencia reactiva de salida	1	
Voltaje línea de salida	1	
Potencia de salida a transformador 115/34,5 kV	1	
Potencia reactiva transformador 115/34,5 kV	1	
Corriente de fase de transformador	3	
Posición de cambiador de taps transformador 115/34,5 kV	1	
Voltaje barras 115 kV	1	
Voltaje barras 34,5 kV	1	
Reserva	8	
	22	
Canales de comunicaciones		
Lectura de estado de relés	TCP/IP	
	Modbus	
Lectura de medidores de energía/PLCS/ dispositivos	RS232/RS485	
Comunicación remota	Protocolo IEC870 o RP570 o propio de similares características	

Terminal remota San Borja

Señales digitales	Entradas Digitales	Salidas digitales/ Control Remoto
Interruptor llegada	2	2
Interruptor salida	2	2
Interruptor transformador 115/34,5 Kv	2	2
Seccionador de línea de llegada	1	
Seccionador de barras línea de llegada	1	
Seccionador bypass línea de llegada	1	
Seccionador de línea de salida	1	
Seccionador de barras línea de salida	1	
Seccionador bypass línea de salida	1	
Seccionador de línea a transformador	1	
Falla línea de llegada	1	
Falla línea de salida	1	
Falla línea servicio local	1	
Falla transformador	1	
Posición interruptor alimentador 1	1	1
Posición interruptor alimentador 2	1	1
Posición interruptor alimentador 3	1	1
Posición interruptor alimentador 4	1	1
Cambiador de Taps transformador 115/34,5 kV subir/bajar	1	2
Seleccionador modo operación taps manual/auto	2	2
Seguridad	1	
Reserva	8	8
Total	33	22
Señales analógicas	Entradas	Salidas
Potencia de entrada	1	
Potencia reactiva de entrada	1	
Voltaje línea de entrada	1	
Potencia de salida	1	
Potencia reactiva de salida	1	
Voltaje línea de salida	1	
Potencia de salida a transformador 115/34,5 kV	1	
Potencia reactiva transformador 115/34,5 kV	1	
Corriente de fase de transformador	3	
Posición de cambiador de taps transformador 115/34,5 kV	1	
Voltaje barras 115 kV	1	
Voltaje barras 34,5 kV	1	
Reserva	8	
Total	22	

Canales de comunicaciones		
Lectura de estado de relés	TCP/IP	
	Modbus/Propio	
Lectura de medidores de energía	RS232/RS485 Protocolo IEC870 o RP570 o propio de similares características	
Comunicación remota		Comunicación remota

Terminal remota San Ignacio de Moxos

Señales digitales	Entradas Digitales	Digital Output/ Control Remoto
Interruptor llegada	2	2
Interruptor salida	2	2
Interruptor reactor	2	2
Interruptor transformador 115/34,5 kV	2	2
Seccionador reactor	1	2
Seccionador de línea de llegada	1	
Seccionador de barras línea de llegada	1	
Seccionador bypass línea de llegada	1	
Seccionador de línea de salida	1	
Seccionador de barras línea de salida	1	
Seccionador bypass línea de salida	1	
Seccionador de línea a transformador	1	
Falla línea de llegada	1	
Falla línea de salida	1	
Falla línea servicio local	1	
Falla transformador/reactor	2	
Posición interruptor alimentador 1	1	1
Posición interruptor alimentador 2	1	1
Posición interruptor alimentador 3	1	1
Posición interruptor alimentador 4	1	1
Cambiador de Taps transformador 115/34,5 kV subir/bajar	1	2
Seleccionador modo operación de taps de transformador manual/auto	2	2
Seleccionador modo operación de taps de reactor manual/auto	2	2
Cambiador de derivaciones de reactor	1	2
Seguridad	1	
Reserva	8	8
Total	40	30
Señales analógicas	Entrada	Salida
Potencia de entrada	1	
Potencia reactiva de entrada	1	
Voltaje línea de entrada	1	
Potencia de salida	1	

Potencia reactiva de salida	1	
Voltaje línea de salida	1	
Potencia reactiva reactor	1	
Valor de ajuste de reactor		1
Potencia de salida a transformador 115/34,5 kV	1	
Potencia reactiva transformador 115/34,5 kV	1	
Corriente de fase de transformador	3	
Posición de cambiador de taps transformador 115/34,5 kV	1	
Potencia reactiva reactor	1	
Posición de ajuste de reactor		1
Voltaje barras 115 kV	1	
Voltaje barras 34,5 kV	1	
Total	16	2
Canales de comunicaciones		
Lectura de estado de relés	TCP/IP	
	Modbus	
Lectura de medidores de energía	RS232/RS485 Protocolo IEC870 o RP570 o propio de similares características	
Comunicación remota		

Terminal remota Trinidad

Señales digitales	Entradas Digitales	Digital Output/ Control Remoto
Interruptor llegada	2	2
Interruptor transformador 115/34,5 kV	2	2
Seccionador de línea de llegada	1	
Seccionador de barras línea de llegada	1	
Seccionador bypass línea de llegada	1	
Seccionador de línea a transformador 1	1	
Seccionador de línea a transformador 2	1	
Falla línea de llegada	1	
Falla línea servicio local	1	
Falla transformador 1	1	
Falla transformador 2	2	
Posición interruptor alimentador 1	1	1
Posición interruptor alimentador 2	1	1
Posición interruptor alimentador 3	1	1
Posición interruptor alimentador 4	1	1
Cambiador de Taps transformador 1 115/34,5 kV subir/bajar	1	2
Seleccionador modo operación taps manual/auto	2	2
Cambiador de Taps transformador 2 115/34,5 kV subir/bajar	1	2

Seleccionador modo operación taps manual/auto	2	2
Seguridad	1	
Reserva	8	8
Total	33	24
Señales analógicas		
Potencia de entrada	1	
Potencia reactiva de entrada	1	
Voltaje línea de entrada	1	
Potencia de salida	1	
Potencia reactiva de salida	1	
Voltaje línea de salida	1	
Potencia de salida a transformador 115/34,5 kV	1	
Potencia reactiva transformador 115/34,5 kV	1	
Corriente de fase de transformador	3	
Posición de cambiador de taps transformador 115/34,5 kV	1	
Voltaje barras 115 kV	1	
Voltaje barras 34,5 kV	1	
Total	14	
Canales de comunicaciones		
Lectura de estado de relés	TCP/IP	
	Modbus	
Lectura de medidores de energía/PLCs/dispositivos	RS232/RS485 Protocolo IEC870 o RP570 o propio de similares características	
Comunicación remota		

8.3 CABLES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN

8.3.1 Alcance de la provisión

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

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

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

La cantidad de cables, terminales y accesorios será definida una vez que el diseño final de cableado de equipos y conexiones haya concluido.

Cables y terminales, serán diseñadas fabricadas y probadas de acuerdo con las últimas revisiones de las normas de ICEA, IEEE, NFPA, UL, ANSI e IEC.

8.3.2 Características Generales de los Cables

Los cables deben satisfacer, pero no se limitarán a las siguientes especificaciones:

- Serán adecuados para la instalación en ambientes húmedos o secos, dentro o fuera de las salas de control de las subestaciones, en bandejas, conductos, zanjas y bocas de inspección.
- Se identificarán los cables del conductor con números o colores de acuerdo con las normas de ICEA.
- Los cables de sistemas de control, suministrarán aislamiento para 600 V nominales, para temperaturas de operación máximas de 90°C en ambientes secos, y 75°C en ambientes húmedos.
- El material conductor de los cables será cobre herbado, con secciones cruzadas según las especificaciones de ICEA.
- El material aislante será polietileno termo estable tipo THHW, resistente a la temperatura y humedad, de acuerdo con las especificaciones de ICEA.

8.3.3 Características principales

Los cables de control serán del tipo unipolar o multiconductor del tipo forrado, con blindaje electrostático y con aislamiento y cubierta exterior de cloruro de polivinilo, para servicio de 600 V.

8.3.3.1 Conductor

El conductor deberá ser de cobre electrolítico cableado, con una conductividad del 100% IACS, y de temple blando; tendrá las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos garantizados.

8.3.3.2 Aislamiento

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

8.3.3.3 Cubierta Exterior

La protección de los cables será a base de cloruro de polivinilo especial (PVC especial), de gran resistencia a la intemperie, no deberá ser afectada por agentes químicos, soportarán una temperatura de trabajo máxima de 60 °C.

Asimismo, deberá tener buena resistencia a la abrasión y gran resistencia mecánica.

8.3.3.4 Identificación

Los conductores de los cables de control deberán ser identificados por códigos de colores o por numeración correlativa.

Cuando la identificación se realice por el número de conductor, ésta deberá estar impresa sobre la cubierta exterior de los mismos.

8.3.4 Marcas

8.3.4.1 Marcas de cables

Las siguientes marcas deberán imprimirse claramente en la superficie del cable, a intervalos adecuados.

- Tipo de cable.
- Número y sección de los conductores
- Nombre del fabricante
- Fecha de .Fabricación.

8.3.4.2 Marcas de Carretes

En un lado apropiado del tambor del cable se deberán imprimir las siguientes marcas:

- Nombre del propietario
- Número de serie del tambor.
- Tipo de cable.
- Número y sección de los conductores.
- Longitud del cable.
- Masa neta y bruta.
- Nombre del fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Posición del comienzo del cable.
- Dirección de rotación del tambor.

8.3.5 Puntos a ser definidos en la propuesta

Los siguientes ítems deberán ser especificados para cada tipo de cable en la Propuesta:

- Descripción del proceso de fabricación.
- Dimensiones y masa por unidad de longitud.
- Longitud máxima de cable por carrete.
- Resistencia del conductor (Ohm/km a 20 °C).
- Resistencia de aislamiento (MOhm/km a 20 °C)

8.3.6 Controles y pruebas

8.3.6.1 Generalidades

Los Controles y Pruebas de los equipos se efectuarán de acuerdo a las Normas indicadas en el numeral 2., para lo cual deberá observarse y cumplirse lo siguiente:

- a) Todas las inspecciones, ensayos, etc., requeridos deberán ser presenciados por representantes autorizados de ENDE; ningún material podrá ser embarcado y/o remitido antes que se reciba el correspondiente permiso de ENDE.
- b) Todos los documentos de Protocolos de Pruebas serán entregadas por el Proveedor con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el Proveedor inmediatamente después de la realización de los ensayos. Tales informes serán elaborados en idioma Español y enviados al Propietario, siendo los gastos enteramente por cuenta del Proveedor.
- c) La aprobación de las pruebas, la aceptación de los certificados (informes) de ensayos no liberan de ninguna manera al Proveedor de sus obligaciones contractuales.
- d) ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) Ingeniero. El Proveedor asumirá todos los gastos de transporte, alojamiento y estadía; estos costos estarán incluidos en la Oferta.

8.3.6.2 Pruebas en fábrica

- Inspección general.
- Pruebas dieléctrica.
- Medida de resistencia del conductor.
- Verificación de las longitudes totales de los cables por tambores.
- Medida de la resistencia de aislamiento.

- Prueba de arrollamiento.
- Resistencia al aceite del aislamiento y la cubierta.
- Prueba de resistencia a la combustión.
- Aprobación del Embalaje.

8.3.6.3 Pruebas en sitio

- Inspección general.
- Medición de la resistencia de Aislamiento.

8.3.7 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta y el posterior control de la provisión.

8.3.8 Planos diagramas y manuales

El Proveedor deberá proporcionar la siguiente información: catálogos de los cables de energía y sus terminales, en los que se indiquen las características eléctricas, mecánicas, condiciones de operación e instrucciones para la instalación.

Antes del embarque de los cables de baja tensión, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de los reportes de prueba y de los manuales.

8.3.9 Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación de ENDE, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los cables de baja tensión considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Los carretes deberán marcarse claramente con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

8.3.10 Tipos de Cable requeridos

Los principales requisitos de los cables de control son:

	Descripción
	Conductor, 600 V, 250 MCM, Conductor Simple
	Conductor, 600 V, 2/0 AWG, Conductor Simple
	Conductor, 600 V, 4 Conductor, 2 AWG
	Conductor, 600 V, 4 Conductor, 4 AWG
	Conductor, 600 V, 4 Conductor, 6 AWG
	Conductor, 600 V, 4 Conductor, 8 AWG
	Conductor, 600 V, 3 Conductor, 10 AWG
	Conductor, 600 V, 4 Conductor, 10 AWG
	Conductor, 600 V, 3 Conductor, 12 AWG
	Conductor, 600 V, 4 Conductor, 12 AWG
	Conductor, 600 V, 3 Conductor, 14 AWG.
	Conductor, 600 V, 5 Conductor, 14 AWG

	Conductor, 600 V, 7 Conductor, 14 AWG
	Conductor, 600 V, 9 Conductor, 14 AWG
	Conductor, 600 V, 12 Conductor, 14 AWG
	Conductor, 600 V, 1 Par, apantallado , 16 AWG
	Conductor, 600 V, 4 Pares, apantallado 20 AWG
	Conductor, 600 V, 8 Pares, apantallado 20 AWG
	Conductor, 600 V, 1 triada, apantallado 16 AWG
	Conductor, 600 V, 8 Triada, apantallado, 20 AWG
	Cable Telefónico
	Cable UTP categoría 5

8.3.11 Características de los Accesorios y Terminales

La provisión incluye las terminales de fijación a accesorios para cada bandeja de cable, tablero, conducto y caja de unión.

Conectores de terminales para cables más pequeños que 8 AWG, serán del tipo pre aislado a presión, específicamente fabricados para las secciones consideradas y codificados por sus colores de materiales aislantes.

Conectores de terminal mencionados para cajas de unión de equipo y equipo de vibración, serán del tipo de ojo aislado, sin embargo, para conexiones de bloques terminales, del tipo de espada o clavija aislada también serán aceptables.

Conectores de terminales para secciones de cables iguales o más grandes que 8 AWG, serán del tipo grampa con ajuste por perno a presión. Terminales para secciones de cable más grande que 4 AWG necesariamente serán tipo NEMA de dos agujeros.

Conectores terminales no aislados solo se aceptarán para puesta a tierra.

Etiquetas o identificadores de los cables y conductores, se harán con materiales aislantes que no se destiñen y no térmicos.

Materiales aislantes de los conectores terminales tendrán aislamiento de 600 V.

Materiales aislantes para conectores de terminales para cables de poder de 36 KV serán del tipo interiores clase 1 de acuerdo con los requerimientos de IEEE, proporcionados con todos los ajustes de arreglo y aliviadores de inducción eléctrica.

8.3.12 Partes del Repuesto y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuestos requeridos y herramientas recomendadas para la instalación de cables y terminaciones.

8.3.13 Cronograma de aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos, datos completos de los materiales usados. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

- Planos dimensionales, pesos de cables, se presentarán a más tardar 30 días después de firmado el contrato.
- Manuales, catálogos de operación e instalación, se presentarán 30 días antes del envío de equipo.

8.4 EQUIPOS Y MATERIALES DE SERVICIOS AUXILIARES AC

8.4.1 Transformadores de distribución para servicios auxiliares AC

8.4.1.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas en fábrica, pruebas de aceptación y garantías para suministro de transformadores de distribución, 34.5/0.400 kV y 24.9/0.400 kV, de 50 kVA, frecuencia de 50 Hz.

8.4.1.2 Normas aplicables

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

IEC 60076 : Power transformers.

IEC 60354 : Loading guide for oil-immersed power transformers.

8.4.1.3 Características eléctricas

Las características técnicas se muestran en las siguientes especificaciones:

N°	Descripción	Unidad	Requerimiento
1	Normas		IEC u otras equivalentes
2	Condiciones de Instalación		Interior
2.1	Lugar de instalación		Sala de control
2.2	Altitud		Menor a 1000 m.s.n.m
2.3	Temperatura	°C	5<t<45
3	Polos / Fase		3 para AC y 2 para DC
4	Aplicación		Servicio auxiliar subestación
5	Tablero de distribución AC		400/230 VAC
5.1	Frecuencia Nominal	Hz	50
5.2	Tensión nominal	V	600
5.3	Valor de corriente de cortocircuito	kA	20

5.4	Capacidad de las barras	A	125
5.5	Número de columna		2
5.6	Tipo de interruptor		Caja moldeada
5.7	Capacidad miniinterruptor	A	100
5.8	Interruptores de derivación		22 monofásicos/columna
6	Tableros de distribución DC		125 VDC y 48VDC
6.1	Voltaje	V	250
6.2	Valor de corriente de cortocircuito	kA	10
6.3	Capacidad de las barras	A	125
6.4	Número de Columnas		2
6.5	Tipo de interruptor		Moldeada en caja
6.6	Capacidad del miniinterruptor	A	100
6.7	Interruptores de derivación		22 (125VDC) y 10(48VDC) bipolares/columna

8.4.1.4 Requerimientos de diseño y construcción

a) General

Los transformadores serán trifásicos o monofásicos para instalación exterior, del tipo de inmersión en aceite y circulación natural de aceite, además deberán estar provistos de tomas de regulación en vacío en el lado de alta tensión, se instalará directamente sobre su base. Los transformadores trifásicos y monofásicos estarán preparados para instalarse por su base a una superficie horizontal; adicionalmente, los transformadores monofásicos estarán preparados para fijarse por la parte lateral del tanque a postes o columnas.

b) Tanque

El Tanque podrá ser del tipo cilíndrico o tanque ondulado construido de plancha de hierro soldada y tapa fijada mediante pernos.

La parte activa del transformador estará fijada a la tapa, de modo que se pueda levantar con esta, sin necesidad de abrir las conexiones externas.

c) Núcleo

El núcleo magnético se fabricará con chapas de acero eléctrico al silicio, laminado en frío y ensamblados por el método de enrollado o apilado.

d) Arrollamientos

Los arrollamientos serán de cobre electrolítico, aislados cuidadosamente y dispuestos concéntricamente con las columnas del núcleo.

e) Aisladores pasatapas (bushings)

Los aisladores pasatapas serán de porcelana color marrón y se fijarán a la tapa del tanque mediante pernos, arandelas de presión y tuercas. Las características de estos aisladores se indican en la tabla de datos técnicos garantizados.

f) Placa de Identificación

Los transformadores deberán tener una Placa de Identificación, con inscripciones en español, situada en lugar visible y deberá contener la siguiente información:

- Nombre del Fabricante
- Tipo y serie del equipo
- Relación de transformación
- Temperatura de operación
- Nivel de aislamiento
- Potencia nominal continua
- Corriente nominal
- Grupo de Conexión (solo para transformadores trifásicos)
- Impedancia de cortocircuito
- Frecuencia nominal
- Masa del transformador sin aceite
- Masa total
- Altitud de instalación

g) Accesorios

El transformador deberá estar provisto de todos sus accesorios de suministro normal, lo cual deberá listarse en la Propuesta Técnica, incluyendo una descripción del embalaje para transporte.

8.4.1.5 Puntos a ser definidos en la propuesta

- Tipo
- Valores Nominales
- Descripción de construcción
- Eficiencia con factor de potencia = 1,0 y 0,8
- Impedancia de cortocircuito
- Sobreelevación de temperatura
- Masas
- Planos de formas y dimensiones
- Marca y calidad del aceite aislante
- Tabla de Datos Técnicos debidamente llenada
- Límites de suministro

8.4.1.6 Pruebas

Los transformadores para servicios auxiliares se someterán a las siguientes pruebas, de acuerdo con las normas consignadas en numeral 8.4.1.2

a) Pruebas de Rutina

- Prueba de tensión aplicada
- Prueba de tensión inducida
- Pruebas de control de relación de transformación
- Pruebas de control de la polaridad
- Medida de las pérdidas en el hierro
- Medida de las pérdidas en el cobre y verificación de la impedancia de cortocircuito
- Rigidez dieléctrica del aceite

- Corriente de excitación

b) Pruebas Tipo

- Prueba de calentamiento a una (01) unidad por lote y por cada tipo de transformador.
- Prueba de impulso a la onda completa 1,2/50 a una (01) unidad por lote, por cada tipo de transformador.

c) Inspecciones y pruebas

El costo de las pruebas especificadas y los gastos de Inspección serán por cuenta y cargo del proveedor.

8.4.1.7 Tabla de datos técnicos garantizados

El postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico- económica de la oferta presentada y el posterior control de los suministros.

8.4.1.8 Planos diagramas y manuales

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

Para revisión y aprobación, al mes de emitida la Orden de Proceder, el Fabricante deberá suministrar tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que el Propietario prevea los requerimientos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de la unidad, el Fabricante deberá suministrar tres (03) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por el Propietario y tres (03) de los reportes de prueba del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español. Será por cuenta y riesgo del Fabricante cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por el Propietario. Esta aprobación no releva al Fabricante del cumplimiento de las especificaciones técnicas.

8.4.1.9 Partes de Repuesto y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuesto y herramientas recomendadas para los primeros diez años de servicio.

8.4.1.10 Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación del Propietario, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los transformadores considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Las cajas de embalaje llevarán impresa las marcas con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá dentro de las cajas una lista de embarque que detalle el contenido de las mismas.

8.5 SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES CORRIENTE CONTINUA DC

8.5.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones están referidas al diseño, fabricación, transporte de la provisión, pruebas, la aceptación de pruebas y garantías para cuatro (4) sistemas de servicios auxiliares DC completos, consistente en rectificadores-cargadores, bancos de acumuladores estacionarios y tableros de distribución para las subestaciones del proyecto.

Los equipos y accesorios incluidos serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas normas NEMA, ANSI e IEC.

8.5.1.1 Baterías de acumuladores

8.5.1.1.1 Requerimientos de diseño y construcción

Serán Bancos Acumuladores formados por celdas del tipo Plomo Acido del tipo tubular, abiertas o selladas. También podrá ofertarse celdas del tipo Alcalino de Niquel Cadmio.

Las baterías deberán estar diseñadas para operar en un recinto cerrado y trabajarán en carga flotante conjuntamente con el Cargador Rectificador respectivo.

Los acumuladores estarán instalados en bastidores con riel aislante de Polietileno a prueba de sismos y pintado de color gris con pintura resistente al ácido.

Los conectores entre celdas deberán tener una adecuada capacidad de corriente y deberán estar ajustados con pernos y tuercas. Los bornes inicial y final serán protegidos con cubiertas de Polietileno de color Rojo (+) y Verde (-).

Las celdas deberán estar protegidas contra el polvo y la suciedad, estarán previstas contra la evaporación del electrolito. Estarán montadas al interior de recipientes de plástico o vidrio de alta resistencia, dimensionados de tal manera que la celda contenga una reserva suficiente de electrolitos, que permitan el funcionamiento de larga duración.

Contarán con un medio apropiado para indicar los niveles máximos del electrolito.

Las condiciones de temperatura de trabajo serán:

Temperatura mínima -10 °C
Temperatura media anual 15 °C
Temperatura máxima 40 °C

El Proveedor deberá ajustar las capacidades de las baterías a estas temperaturas.

El valor promedio del régimen de auto-descarga de la batería no deberá ser mayor que el 0,5% en veinticuatro (24) horas.

8.5.1.1.2 Características Eléctricas

Las Características Eléctricas están definidas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados.

8.5.1.1.3 Accesorios

Los siguientes elementos deberán ser provistos con cada Batería de Acumuladores:

- Soporte del Banco de Baterías y Pernos de Anclaje.
- Conectores entre celdas.
- hidrómetro.
- Termómetro del tipo respiradero.
- Voltímetro para celdas.
- Herramientas especiales necesarias y llaves para ajuste de pernos.
- Conectores terminales.
- Jeringas y embudos.
- Electrolito, en el caso de Baterías Abiertas Plomo-Acido.
- Jarra para electrolito.
- Placa de Identificación.
- Caja hermética en chapa de acero, equipada con fusibles del tipo extraíble por empuñadura de elevada capacidad de interrupción y dimensionados para una protección eficaz de la batería.

8.5.1.1.4 Puntos a ser Definidos en la Propuesta

- Certificación de cumplimiento con las normas IEC y de que el banco ofertado cumple con los requerimientos de operación en carga flotante.
- Tensión inicial, promedio y final de la batería a régimen de descarga de:
 - Diez (10) horas
 - Cinco (05) horas
 - Una (01) hora
- Corriente permisible de descarga de corta duración para un (1) minuto.
- Eficiencia de Amperios – hora
- Eficiencia de Watt – hora
- Valor promedio del régimen de autodescarga a 25 °C.
- Características iniciales de carga (tensión, densidad y temperatura del electrolito).
- Tensión óptima y densidad del electrolito para las celdas bajo carga flotante.
- Corriente máxima de carga.
- Corriente de cortocircuito y resistencia interna.
- Características de descarga
- Características de:
 - . Anodo
 - . Cátodo
 - . Electrolito
 - . Separadores
 - . Terminales
 - . Conectores entre celdas
 - . Recipiente
 - . Cubiertas, etc.
- Dimensiones y masas (con y sin Electrolito).
- Herramientas y materiales especiales para instalaciones.
- Instrucciones para instalación, carga inicial, operación y mantenimiento.

8.5.1.1.5 Pruebas de los Acumuladores

Los acumuladores deberán ser sometidos a pruebas de fabricación según las norma IEC 896 .
Las Pruebas de Rutina serán ejecutadas en los laboratorios del fabricante con presencia de un (01) representante de ENDE, cuyos costos correrán a cargo del Proveedor.

El control final de los equipos comprenderá como mínimo lo siguiente:

- Control de la calidad de Fabricación.
- Control de operación del sistema de protección en condiciones análogas a las que pudieran realmente darse.
- Carga preliminar de BATERÍAS PILOTO seleccionadas del mismo lote de fabricación de los bancos, hasta alcanzar su capacidad máxima (carga normal, seguida de carga en floating durante

dos días), con control de las características de corriente de carga y tensión, estas Baterías serán descartadas una vez concluida las pruebas.

- Descarga de las BATERÍAS PILOTO sobre resistencia,
- Descarga inmediata de las BATERÍA PILOTO para determinar las características de funcionamiento.
- Pruebas de capacidad de almacenamiento de energía eléctrica de las celdas o baterías. La prueba consistirá en ciclos de carga y descarga repetidos de modo que la capacidad encontrada en la prueba cumple con lo especificado en la norma IEC 896.

8.5.1.2 Cargador rectificador

8.5.1.2.1 Requerimiento de Diseño y Construcción

El Cargador-Rectificador será usado como equipo de suministro de corriente continua para la carga flotante y carga de igualación del banco de Acumuladores; estará provisto de un sistema de regulación automática de tensión compuesto por un dispositivo de control electrónico y rectificadores controlados de silicio (SCR); contará con los elementos necesarios para su control y supervisión en el sitio de instalación del equipo.

La regulación de tensión del cargador-rectificador será igual o menor al 1% de la tensión correspondiente a la carga de flotación.

El rectificador cargador deberá ser de la más alta eficiencia y bajo rizado, deberá ser durable bajo largos períodos de uso.

El incremento de temperatura de los componentes no deberá ser mayor que los siguientes valores:

- Núcleos magnéticos y arrollamientos del transformador: 50 °C.
- Empalmes de los elementos rectificadores:

Tiristor 65 °C

Silicio 85 °C

Resistencias 150 °C

El Rectificador-Cargador, con todos su elementos y componentes, deberá estar adecuadamente instalado en un sólo tablero.

El controlador contará con una etapa que permita incrementar gradualmente la tensión en forma manual y automática para realizar la carga inicial del banco de acumuladores.

El cargador-rectificador contará con un conmutador de control que permita, según la necesidad operar el equipo en carga inicial, carga de flotación y carga de igualación.

El equipo cargador-rectificador deberá estar provisto de los elementos de protección necesarios a fin de proteger al conjunto contra fallas de cortocircuito y sobretensiones.

El rectificador deberá estar equipado con interruptores termomagnéticos, de tipo muy rápido que permitan cortar el suministro en caso de cortocircuito.

El tablero deberá estar diseñado teniendo en cuenta la radiación térmica del interior y estará provisto de los elementos refrigerantes necesarios; el acceso al equipo será por el frente abriendo la puerta; el tablero será pintado de color gris claro.

8.5.1.2.2 Características Eléctricas

Las Características Eléctricas están definidas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados.

8.5.1.2.3 Accesorios

Los siguientes accesorios serán provistos como mínimo con cada cargador rectificador:

- Voltímetro y Amperímetro de salida.
- Bornes para medición de tensión de salida.
- Interruptores termomagnéticos de entrada y salida.
- Tarjeta de alarmas (Falla de tensión ca, Baja tensión cc, Falla de carga, Cortocircuito, Positivo y Negativo a tierra, desconexión por alta tensión de entrada y alta Temperatura).
- Paca de identificación.
- Lámparas indicadoras.
- Aparatos indicadores.
- Borne de tierra.
- Otros necesarios.

8.5.1.2.4 Puntos a ser Definidos en la Propuesta

- Descripción de los cargadores-rectificadores.
- Descripción del funcionamiento y características.
- Capacidad en Cc y Ca.
- Dimensiones y masas del equipo, además de las dimensiones y masas para transporte.
- Herramientas y materiales especiales para su instalación.

8.5.1.2.5 Pruebas Rectificador-Cargador

Los cargadores-rectificadores deberán ser sometidos a pruebas de fabricación, según las Normas IEC.

Las Pruebas de Rutina a ser ejecutadas en los talleres del fabricante, servirán para el control final de fabricación y comprenderán las siguientes:

- Control de calidad de la fabricación.
- Control de los sistemas de protección en condiciones análogas a las que pudieran presentarse cuando esté operando.
- Pruebas de las características tensión- corriente para cada toma de regulación si las tuviera.
- Verificación del porcentaje máximo de rizado, que se observe en las salidas.
- Prueba de variación continua de la carga, verificando que la corriente que circule por el circuito, no sobrepase al valor de corriente de carga en 10 horas de la batería, con tolerancia de 10% y que para la carga en flotación la tensión quede estabilizada al valor garantizado, con una tolerancia de 1%.
- Las pruebas se ejecutarán variando la tensión y frecuencia dentro de los límites permitidos.

8.5.1.2.6 Presentación de las ofertas

El Proponente deberá llenar y adjuntar a su oferta las Tabla de Datos Técnicos Garantizados correspondientes las baterías de acumuladores y del cargador-rectificador, así como la información solicitada.

8.5.1.2.7 Costo de las pruebas

El costo de las pruebas especificadas y los gastos de Inspección serán por cuenta y cargo del Proveedor. ENDE enviará a presenciar las pruebas finales a un (01) representante por el lote de baterías y cargadores. El costo de transporte, alojamiento y estadía del inspector de ENDE, por el tiempo que duren las pruebas y ensayos, estará incluido en la oferta.

8.5.1.2.8 Repuestos

La oferta contemplará la provisión de repuestos para una operación normal satisfactoria de diez (10) años, y equivalente al 5% del costo de los equipos.

Deberá presentarse un listado de los repuestos recomendados y sus precios unitarios a fin de precisar la compra durante la ejecución del contrato.

8.5.2 Datos técnicos garantizados

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnica de la oferta presentada y el posterior control de la provisión.

8.5.3 Planos, diagramas y manuales

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

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Proveedor deberá suministrar para revisión y aprobación tres (03) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que ENDE prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de la Unidad, el Proveedor deberá suministrar tres (03) ejemplares de los reportes de prueba del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento por cada Banco y cargador de características diferentes y seis (06) por cada 2 de características iguales.

Al salir de fábrica, cada equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del embalaje.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma Español.

Será por cuenta y riesgo del Proveedor cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por ENDE. Esta aprobación no releva al Proveedor del cumplimiento de las especificaciones y obligaciones contractuales.

8.5.4 Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación de ENDE, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro del banco de baterías y el cargador- rectificador considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Las cajas de embalaje llevarán impresa las marcas con el número de contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá dentro de las cajas una lista de embarque que detalle el contenido de las mismas.

8.5.5 Servicio auxiliar 125 VDC

Los artículos exigidos para establecer sistemas de servicio auxiliar DC para todas las subestaciones son los siguientes:

Dos (2) Bancos de baterías (storage) 125 VDC, tipo estacionario.

Un (1) cargador para el banco de baterías 125 VDC

Un (1) tablero de distribución de 125 VDC.

8.5.5.1 Banco de Baterías

La capacidad y las características del banco de baterías deberá ser determinada por el Proveedor en base a los consumos de los equipos de control y protección propuestos y que incluirá la potencia para el sistema de iluminación a través de un inversor que alimenta el servicio de emergencia con lámparas de alto rendimiento.

Las baterías serán del tipo ácido-plomo (acid-lead) con una vida útil de 20 años bajo condiciones normales de servicio. El banco de baterías estará conformado por dos bancos paralelos de 125 VDC cada una de 75 Ampere-hora.

Las características eléctricas para las baterías de almacenamiento serán:

Tipo	ácido-plomo
Número de celdas por banco:	23
Capacidad de la batería (A-h)	75 A-h
Voltaje celda después de 8 horas, prueba de descarga (VDC)	6
Voltaje nominal del banco de baterías (VDC)	125

Las baterías serán del tipo sellado, ensamblada en contenedores resistentes al calor, absorbentes de impacto, de plástico claros con cobertores cementados para formar un sello de prueba de fugas. Las tapas serán colocadas con ventiladores a prueba de salpicaduras.

Los terminales de celda serán de la capacidad de transporte de corriente adecuada y serán de aleación de plomo o aleación de plomo reforzado con inserciones interiores de cobre. Todas las celdas se equiparán con tornillos necesarios del tipo de conector, tuercas y conectores entre celdas y entre paneles, todos de materiales resistentes al ácido o recubiertos.

Tendrán espacio para el sedimento de tal manera para que la batería no tenga que ser limpiada durante toda su vida normal.

Se suministrarán terminales de batería cubiertos de plomo para cable 4/0 AWG.

La porta equipos se harán de barras de acero soldadas a marcos pintados con pintura resistente al ácido, e incluirán canales aislantes plástico sobre las barras (entre las barras y celdas).

Los siguientes accesorios se proveerán con la batería:

- Una jeringa portátil.
- Una jeringa hidrométrica montada con ventilador
- Un termómetro montado con ventilador
- Dos estantes (rack) de dos niveles para montaje espalda con espalda.

8.5.5.2 Cargador de baterías 125 VDC

El cargador de baterías será compatible con el tipo de baterías y el tamaño del banco provisto. Las características eléctricas del cargador de baterías serán:

Entrada AC (voltios)	220 ±10%
Número de fases	1
Frecuencia (Hz)	50
Salida de corriente DC (A)	Determinado por Proveedor
Rango de flotación ajustable (voltios)	115-135

El rango de ecualización ajustable (voltios)	130-145
Regulación de rango de flotación	+/-0.5%
Contenido de Ripple – máximo	1%

El cargador de baterías será de voltaje constante, regulado automático, tipo limitador de corriente, de diseño de estado sólido, usando diodos de silicio y rectificadores controlados de silicio y/o amplificadores magnéticos.

El cargador de baterías deberá cumplir las normas de NEC, NEMA, ASA y IEC, diseñado para una temperatura ambiente de 40°C

El cubículo será tipo NEMA I, montado en el suelo con acceso frontal y una placa removible en la parte superior para la conexión de cables externos. Dispondrá de una terminal de puesta a tierra adecuada para cable de cobre calibre 1/0 AWG.

Se suministrará el siguiente equipo con las siguientes características en el cargador de baterías:

8.5.5.3 Mininterruptores para el ingreso AC al cargador 125 VDC

Mininterruptor a la salida DC

Luz piloto de “ENCENDIDO” para potencia AC

Voltímetro de DC con una exactitud de uno por ciento

Amperímetro de DC con una exactitud de uno por ciento

Potenciómetro de voltaje flotante

Potenciómetro de ecualización

Temporizador de ecualización automático, ajustable desde cero a 72 horas

Se proveerá un relé de alarma para bajo voltaje DC con el rango ajustable de aproximadamente 85 – 105 por ciento de voltaje nominal con el retardo mínimo de tiempo de dos segundos, y con dos contactos NC para alarmas.

Detección de tierra usando interruptor y voltímetro de DC

Protección contra picos y salida en DC

Relé de alarma por pérdida de voltaje de entrada AC con dos contactos NC separados.

Relé detector de tierra DC con dos contactos separados NA.

8.5.5.4 Tablero de Distribución 125 VDC

El diseño electromecánico de tableros y accesorios seguirá recomendaciones de IEC y ANSI/IEEE estrictamente, siendo estos adecuados para controlar, operar y proteger protecciones para sistemas de energía auxiliar en subestaciones de rebaje.

Los tableros serán adecuados para ser montados adosados a las paredes y tendrán tapas laterales removibles que permitirán la entrada de cables a través de sus partes inferiores y superiores. La tapa frontal o puerta tendrán un lugar para contener el diagrama de distribución de disyuntores.

Los disyuntores serán del tipo termomagnético y mantendrán la capacidad y el número de polos indicado en los planos. La capacidad nominal de los disyuntores será indicada claramente sin tener que quitar las tapas del tablero.

Los tableros de DC serán bipolares, adecuados para ser montado adosados la pared.

Los tableros se suministrarán con conectores terminales de entrada de energía adecuados para cable de 250 MCM. El marco de los tableros tendrá por lo menos dos terminales de sujeción con conectores para cable de cobre 4/0 AWG.

Para el acabado metálico se pintará con pintura anti estática y propiamente protegido durante el transporte para evitar daños en la superficie.

Las características eléctricas del tablero de distribución serán:

Voltaje nominal	125 VDC
Voltaje máximo	250 VDC
Capacidad de corriente, barra principal	150 A
Sistema	Flotante (no puesta a tierra)
Capacidad Instantánea	20,000 A
Grado de Protección del tablero	IP50

8.5.5.5 Disyuntores bipolares

Los disyuntores tendrán las siguientes características:

Voltaje nominal	125 VDC
Voltaje máximo	250 VDC
Capacidad de interrupción a 250 VDC	10,000 A
Tipo de disyuntores	2 - polos

El tablero de distribución DC se equipará con los siguientes disyuntores (Valores de corriente mostradas son valores de flujo):

- A. 8 unidades - 30 amperios
- A. 3 unidades - 20 amperios
- B. 2 unidades - 15 amperios
- C. 1 disyuntor principal- 60 a 150 amperios regulable

La plancha del tablero y el gabinete reunirán todos los requisitos aplicables, según normas ANSI, IEEE e IEC.

8.5.5.6 Partes de Repuesto y Herramientas Especiales

El Proveedor suministrará una lista de partes de repuesto y herramientas recomendadas para los primeros diez años de servicio.

8.5.5.7 Cronograma de la aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE la siguiente información:

Planos y diagramas completos de anclas y fundaciones, planos de montaje e instalación con todos los materiales usados, planos de los tableros y dispositivos. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

Planos dimensionales, arreglo de disyuntores, pesos de los tableros, esquemas de partes y materiales usados, se presentará a más tardar 30 días después de firmado el contrato.

Manuales, catálogos de operación y mantenimiento, se presentarán 30 días antes del envío del equipo.

8.5.6 Servicio auxiliar 48 VDC

Los artículos exigidos para establecer sistemas de servicio auxiliar DC para todas las subestaciones son los siguientes:

- Dos (2) Bancos de baterías (storage) 48 VDC, tipo estacionario.
- Un (1) cargador para el banco de baterías 48 VDC
- Un (1) tablero de distribución de 48 VDC.

8.5.6.1 Banco de Baterías 48 VDC

La capacidad y las características del banco de baterías deberá ser determinada por el Proveedor en base a los consumos de los equipos de control y protección propuestos y que incluirá la potencia para el sistema de iluminación a través de un inversor que alimenta el servicio de emergencia con lámparas de alto rendimiento.

Las baterías serán del tipo ácido-plomo (acid-lead) con una vida útil de 20 años bajo condiciones normales de servicio. El banco de baterías estará conformado por dos bancos paralelos de 48 VDC cada una de 30 Ampere-hora.

Las características eléctricas para las baterías de almacenamiento serán:

Tipo	ácido-plomo
Número de celdas:	4
Capacidad de la batería (A-h)	60 A-h
Voltaje celda después de 8 horas, prueba de descarga (VDC)	12
Voltaje nominal del banco de baterías (VDC)	48

Las baterías serán del tipo sellado, ensamblada en contenedores resistentes al calor, absorbentes de impacto, de plástico claros con cobertores cementados para formar un sello de prueba de fugas. Las tapas serán colocadas con ventiladores a prueba de salpicaduras.

Los terminales de celda serán de la capacidad de transporte de corriente adecuada y serán de aleación de plomo o aleación de plomo reforzado con inserciones interiores de cobre. Todas las celdas se equiparán con tornillos necesarios del tipo de conector, tuercas y conectores entre celdas y entre paneles, todos de materiales resistentes al ácido o recubiertos.

Tendrán espacio para el sedimento de tal manera para que la batería no tenga que ser limpiada durante toda su vida normal.

Se suministrarán terminales de batería cubiertos de plomo para cable 4/0 AWG.

La porta equipos se harán de barras de acero soldadas a marcos pintados con pintura resistente al ácido, e incluirán canales aislantes plástico sobre las barras (entre las barras y celdas).

Los siguientes accesorios se proveerán con la batería:

Una jeringa portátil.

Una jeringa hidrométrica montada con ventilador

Un termómetro montado con ventilador

Dos estantes (rack) de dos niveles para montaje espalda con espalda.

8.5.6.2 Cargador de baterías 48 VDC

El cargador de baterías será compatible con el tipo de baterías y el tamaño del banco provisto.

Las características eléctricas del cargador de baterías serán:

Entrada AC (voltios)	220 ±10%
Número de fases	1
Frecuencia (Hz)	50
Salida de corriente DC (A)	Determinado por Proveedor
Rango de flotación ajustable (voltios)	41-50
El rango de equalización ajustable (voltios)	49-56
Regulación de rango de flotación	+/-0.5%
Contenido de Ripple – máximo	1%

El cargador de baterías será de voltaje constante, regulado automático, tipo limitador de corriente, de diseño de estado sólido, usando diodos de silicio y rectificadores controlados de silicio y/o amplificadores magnéticos.

El cargador de baterías deberá cumplir las normas de NEC, NEMA, ASA y IEC, diseñado para una temperatura ambiente de 40°C

El cubículo será tipo NEMA I, montado en el suelo con acceso frontal y una placa removible en la parte superior para la conexión de cables externos. Dispondrá de una terminal de puesta a tierra adecuada para cable de cobre calibre 1/0 AWG.

Se suministrará el siguiente equipo con las siguientes características en el cargador de baterías:

8.5.6.3 Mininterruptores para el ingreso AC al cargador 48 VDC

Mininterruptor a la salida DC

Luz piloto de “ENCENDIDO” para potencia AC

Voltímetro de DC con una exactitud de uno por ciento

Amperímetro de DC con una exactitud de uno por ciento

Potenciómetro de voltaje flotante

Potenciómetro de ecualización

Temporizador de ecualización automático, ajustable desde cero a 72 horas

Se proveerá un relé de alarma para bajo voltaje DC con el rango ajustable de aproximadamente 85 – 105 por ciento de voltaje nominal con el retardo mínimo de tiempo de dos segundos, y con dos contactos NC para las alarmas.

Detección de tierra usando interruptor y voltímetro de DC

Protección contra picos y salida en DC

Relé de alarma por pérdida de voltaje de entrada AC con dos contactos NC separados.

Relé detector de tierra DC con dos contactos separados NA.

8.5.6.4 Tablero de Distribución 48 VDC

Las características eléctricas del tablero de distribución serán:

Voltaje nominal	48 VDC
Voltaje máximo	100 VDC
Capacidad de corriente, barra principal	150 A
Sistema	Flotante (no puesta a tierra)
Capacidad Instantánea	20,000 A
Grado de Protección del tablero	IP54

8.5.6.5 Disyuntores bipolares

Los disyuntores tendrán las siguientes características:

Voltaje nominal	48 VDC
Voltaje máximo	100 VDC
Capacidad de interrupción a 250 VDC	10,000 A
Tipo de disyuntores	2 - polos

El tablero de distribución DC se equipará con los siguientes disyuntores (Valores de corriente mostradas son valores de flujo):

A. 3 unidades - 30 amperios

A. 5 unidades - 20 amperios

B. 2 unidades - 15 amperios

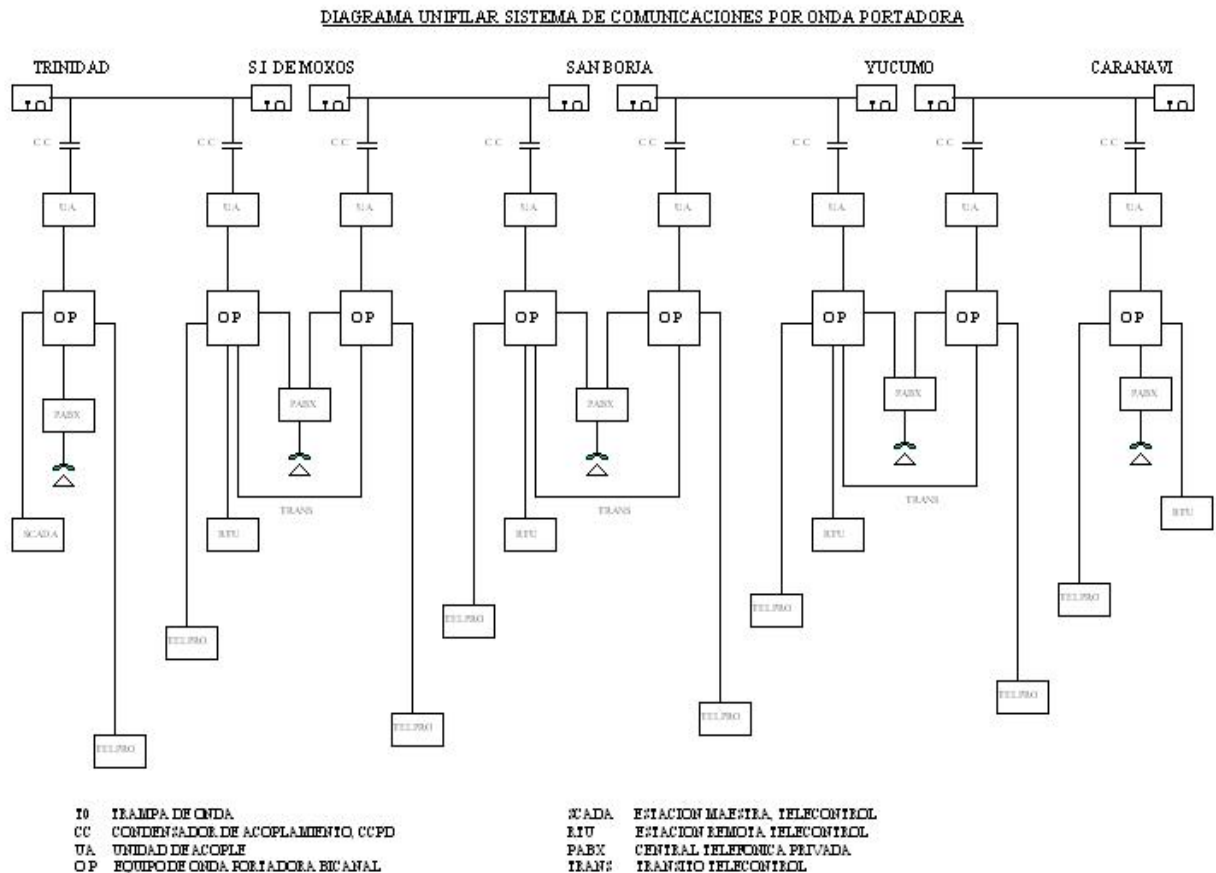
C. 1 disyuntor principal- 60 a 150 amperios regulable

La plancha del tablero y el gabinete reunirán todos los requisitos aplicables, según normas ANSI, IEEE e IEC.

8.6 SISTEMA DE COMUNICACIONES PLC (Power Line Carrier)

8.6.1 Requisitos generales - Diagrama unifilar

A continuación se presenta el diagrama unifilar del sistema de comunicaciones por Onda Portadora



8.6.1.1 Sistema de comunicación por onda portadora (PLC)

El sistema de Onda Portadora o PLC será capaz de transmitir información de servicios de telefonía, teleoperación, datos del sistema SCADA y teleprotección.

El sistema de PLC será fase a tierra, y consistirá de dos canales cada uno de ancho de banda de 4 kHz.

La asignación de frecuencia y cálculo de pérdidas y el acople de filtros y atenuadores serán determinadas por el Proveedor. La potencia de salida (power output) de los equipos de comunicación RF en todas las estaciones será de al menos 40 W, sin embargo, el proveedor deberá definir si la potencia de 40 W es suficiente en función al nivel de ruido y pérdidas que estime.

Para referencia se presenta un diagrama unifilar del sistema de comunicaciones en Volumen III-Planos

Las partes principales de los sistemas de PLC que se especificarán consisten en la unidad de sintonización (afinación) y de la trampa de onda, el acoplamiento y filtros, el equipo Terminal de Onda portadora o radio SSB, terminales de Teleprotección equipos de enlace para la telefonía y comunicación de terminales remotas.

Para cubrir todos los requisitos de comunicación los equipos podrán combinar o usar multiplexación de frecuencia analógico-digital y/o multiplexación de división de tiempo.

8.6.1.2 Trampa de onda

Las trampas de onda de la línea son requeridas para fase “A”.

Las trampas de onda serán suministradas completas con los aisladores de apoyo y las estructuras de soporte de acero galvanizado.

8.6.1.2.1 Requisitos Técnicos

Características eléctricas

Valor de corriente continua (amperios)	630
Atenuación mínima a través del ancho de banda (ohmios)	400
Tipo de filtro,	banda ancha
Corriente de corta duración estado fijo (steady) (kA)	10 kA
Corriente de corta duración valor pico asimétrico (kA)	25 KA

Requisitos de aislamiento:

Valor de voltaje de la resistencia de impulso 1.2 x 50 microseg.. (kV, Cresta),	550
Valor del voltaje a frecuencia industrial (kV, RMS)	230

Las Trampas de onda para todas las subestaciones serán diseñadas para soporte tipo pedestal, sobre uno o dos aisladores serán provistos con las trampas de onda o para ser colgadas en el conductor para lo que el suministrador debe suministrar toda la ferretería necesaria.

La velocidad máxima del viento para considerar el esfuerzo mecánico debe ser de 120 km/h.

Los aisladores reunirán los requisitos, eléctricos y mecánicos contenidos en estas Especificaciones.

La trampa de onda de la línea será construida usando aislamiento, soportes de apoyo o de colgado y placas que tengan características de absorción de baja humedad, baja pérdida de dieléctrico, alta resistencia de arco y alta resistencia a la deterioración térmica, degradación biológica y corrosión química. El diseño y construcción de trampa de onda de línea y construcción deberá ser tal que evite el paso de una esfera de 16 mm a través de cualquier entrada en la trampa. (Guarda pájaros).

El voltaje de influencia de radio (RIV) estará dentro de los límites especificados en la Norma NEMA SG-11.

El pedestal de la trampa de onda se suministrará completo con una estructura de apoyo de acero galvanizado, se diseñará y se fabricará de acuerdo con la correspondiente sección posterior, estructuras de apoyo para el equipo. Los pernos galvanizados, las tuercas y arandelas, exigidos para sujetar la trampa de onda a los aislantes de la estructura, se suministrarán.

Sobretensiones de las trampas de onda se protegerán por pararrayos de óxido de metal adecuados del tipo de 10 kA.

La unidad de sintonización puede incorporarse en la trampa de onda de la línea y se pondrá a punto para el bloqueo de banda ancha.

Los terminales en la trampa de línea se taladrarán para conectar un conector de placa. Agarraderas de terminal tipo de compresión serán provistos para conductor 397.5 MCM, ACSR, IBIS.

8.6.1.2.2 Pruebas

Cada trampa de onda de línea se sujetará a pruebas normales del Proveedor. Esto incluirá pruebas de impedancia contra frecuencia, sobre el rango completo de onda portadora.

8.6.1.3 Dispositivos de acoplamiento

El sistema incluirá los dispositivos de acoplamiento de línea apropiados.

Estas permitirán la adaptación de impedancias entre los terminales de onda portadora y las líneas de alta tensión, en una configuración fase-tierra.

Las funciones que deben cumplir los dispositivos de acoplo son:

- Sintonizar el condensador de acoplamiento
- Adaptar las impedancias entre línea de alta tensión y equipo de Onda portadora
- Drenar las corrientes de frecuencia de red, limitar los transitorios procedentes de la línea de alta tensión y puesta a tierra del dispositivo

8.6.2 Equipo de comunicaciones – Terminal de onda portadora

El proveedor suministrará equipos de onda portadora tipo SSB para los servicios de teleprotección entre subestaciones, de telefonía y transmisión de datos sobre la línea de CARANAVI a YUCUMO, SAN BORJA, SAN IGNACIO DE MOXOS y TRINIDAD.

Los equipos obedecerán las normas CCITT (Comité Internacional Consultivo de Telefonía y Telegrafía).

El alcance de suministro será el aprovisionamiento de unidades de comunicación de onda portadora de banda lateral única SSB (Single Side Band), (uno para cada extremo de la línea) para proporcionar dos canales de comunicaciones entre las subestaciones y los equipos de telefonía incluyendo los teléfonos requeridos para cada terminal. Incluirá las terminales de teleprotección y equipamiento adicional para transmisión de datos.

8.6.2.1 Requisitos de las construcciones

Todos los equipos de Onda Portadora serán compactas 100% de estado sólido. Los circuitos electrónicos estarán en módulos de circuito impreso o unidades y ensamblados como cajones o estantes tipo de enchufe o de balance.

Todos los equipos se montarán en cubículos tropicalizados, con todo el acceso para la instalación, comprobación y ajuste para ser hecho desde el frente. Estos gabinetes serán montados en cada subestación próximos a los cubículos de protección y control de líneas

El ingreso de los cables se efectuará por la base de los cubicales a grupos de bloques terminales adecuados a las secciones de conductor, del tipo seccionable con clavijas para la toma de señales.

Una barra de cobre se suministrará y se localizará cerca del fondo de cada gabinete. Esta barra tendrá un conector de tipo sujetador para cable de cobre I/O AWG para la conexión de la puesta a tierra del gabinete y sus equipos.

En un gabinete o cubículo se integraran todos los equipos de Onda Portadora con todos los componentes necesarios en cada subestación, el terminal de onda Portadora, el Terminal de teleprotección, las unidades de Voz, los modems de datos y otros misceláneos para proporcionar una completa configuración de 2 canales.

Los canales especificados se usarán como sigue:

Canal 1 Control de supervisión de transferencia de disparo y adquisición de datos.

Canal 2 Voz, teleprotección y de transferencia de disparo.

Estos canales se usarán en los modos digitales de Multiplexión de División de Tiempo (TDM) y/o en Multiplexión de División de Frecuencia (FDM).

El proponente podrá ofertar alternativas de comunicación pero de similar confiabilidad y disponibilidad.

Se pintarán los gabinetes con dos manos de sellador y dos manos de esmalte bajo de resina sintética. Bisagras y otras partes móviles sujetas a abrasión serán hechas de latón o de acero inoxidable. Se equiparán las puertas con picaporte, topes y manivelas cromadas o tornillos manuales.

Placas de nombre grabadas se instalarán adyacentes a cada interruptor, punto de prueba, medidor, etc.

8.6.2.2 Características del Equipo SSB

Los transmisores y receptores del equipo de comunicaciones serán de diseño 100% de estado sólido y operarán en el modo de banda lateral única. La expansión de canal de voz requerirá sólo el reemplazo o adición de tarjetas o módulos de enchufe.

El diseño de equipo suministrará el canal de voz y el espaciado básico de frecuencia del transmisor en intervalos de 4 kHz de acuerdo con la Recomendación CCITT G-232.

Los equipos se alimentarán desde una fuente de poder de 48 voltios (42 hasta 56 voltios) D.C. o a través de unidades de suministro de Potencia in-interrumpidos (UPS) DC/AC alimentados de una fuente de 125 VDC y 220 AC.

Todos los equipos operarán en una base continua de acuerdo con los requisitos de estas especificaciones, bajo el ambiente especificado.

La programación de las unidades se efectuará a través de conexión a una PC local o remota. Tendrá facilidades de supervisión que permitan acceder a cualquier punto de la red a través de un punto.

Todo el mantenimiento del equipo y pruebas de operaciones se harán del lado delantero de la unidad y todos los módulos de jalar – afuera o girar para afuera operarán mientras están en expuestos o extendidos. Extensores de tarjeta son permisibles para el uso con los ensamblados de tarjeta.

Todos los estantes o módulos de jalar – fuera serán provistos individualmente de fusibles y alarmas y todas las lámparas indicadoras y alarmas serán de un diseño de larga duración.

Para mejorar la SNR en los circuitos de voz, compandors serán incluidos en todos los canales de sólo voz.

Los canales de datos de alta velocidad tendrán un pasabandas de 300 a 3400 Hz, con una respuesta de amplitud dentro de este ancho de banda de +1 dB a -3 dB, referencia de 800 Hz.

Las frecuencias de señalización en canales de voz serán fuera de banda, por encima del borde de la banda para frecuencia de voz de 3400 Hz.

Otras características para canal de frecuencia de voz conformarán lo siguiente:

- Impedancia de entrada y salida de 2 y 4 hilos, para las señales de AF de cada canal, incluyendo el canal de datos de alta velocidad, será de 600 Ohm balanceado.
- Terminación del canal de voz será de 2 o 4 hilos más los de señal, como es requerido para los circuitos de teléfono en cada ubicación de terminal.
- Niveles de voz en una base de 4 hilos será:
 - Transmisión - nominalmente -16 dBm, ajustable en pasos de 1 dB de -20 hasta 0 dB,
 - Recepción - nominalmente +7 dBm, ajustable en pasos de 1 dB de 0 hasta +10 dBm,
- Nivel de estabilidad en la frecuencia de voz será:
 - Sin – compandor - 1 dB o mejor,
 - Con – compandor - 2.5 dB o mejor.
- La distorsión armónica entre la banda de 300 a 3400 Hz de cada canal de datos y voz será:
 - Sin – compandor - menos de 1%
 - Con – compandor - menos de 2.5%

La sensibilidad de entrada del receptor de SSB será tal que garantice los requerimientos de calidad de los servicios.

La estabilidad de frecuencia de salida del transmisor SSB será igual o mejor que 1 a 1.5 Hz por la banda de frecuencia especificada y dentro del ambiente especificado.

La impedancia del transmisor y del receptor en el lado de altas frecuencias será de 50 ohmios, sin puesta a tierra.

Todos los circuitos que tienen conexiones externas, como los de datos de voz, alarma, poder etc., tendrán el aislamiento adecuado para resistir los aumentos de voltaje en los circuitos externos, hasta 1500 voltios AC durante un minuto. Estos circuitos también incluirán protección contra picos de voltaje transitorios de 2500 voltios, que aparecieran por los terminales del circuito o desde cualquier terminal de circuito a tierra.

Además de lámparas o leds de alarma de equipo para cada módulo de circuito, se suministrarán terminales de tipo tornillo para que puedan conectarse dispositivos de alarma externos a cualquiera o todos los circuitos de alarma de los equipos. Contactos secos, normalmente abiertos, con valor del 1 amperio, 125 V.D.C., serán provistos para cada alarma externa.

Las alarmas del equipo serán luces o leds rojas indicadoras con un botón pulsador de prueba incorporado. Estas luces de alarma pueden localizarse en el tablero delantero del módulo de circuito o pueden localizarse en un tablero de alarma separado.

Tres enchufes telefónicos de tipo para puenteo y de terminación, serán provistos para ambos hilos, donde sea requerido, y los cuatro puertos de cable de cada canal de voz, datos y de telemetría. Estos enchufes de teléfono se localizarán en un tablero de enchufes separado.

La conexión para la terminación del cable coaxial conectado con el equipo de frecuencia portadora, será provista por un conector de enchufe ASÍ-239 (UHF tipo hembra). Este conector apareará con conector de clavija PL-259 (UHF tipo macho) en el cable coaxial de interconexión.

8.6.3 Tablero de Terminación de Cable coaxial:

Un tablero compacto, de terminación de cable coaxial, se suministrará para cada ubicación. Estos tableros se montarán en el gabinete de equipo SSB.

El tablero de terminación incluirá conectores de enchufe ASÍ-239 (UHF tipo hembra), para aparear con conectores de clavija PL-259 (UHF el tipo masculino) en cada cable coaxial.

Portador de relé de protección y los equipos portadores SSB tendrán una impedancia de terminación HF de 50 Ohms.

El más grande incluirá con cada tablero de terminación, una suficiente cantidad de conectores de clavija PI-259 (UHF tipo macho) para terminar todos los cables coaxiales asociados con esa instalación de portador de línea de fuerza. Esta cantidad incluirá 10% de repuestos.

8.6.3.1 Descripción Funcional

El sistema dispondrá de un terminal de onda portadora tipo analógico de dos canales.

8.6.3.1.1 Interfase de Audio frecuencia

Los equipos SSB incluirán la interfaz universal para señales de audio frecuencia y deberán soportar las siguientes aplicaciones:

8.6.3.1.1.1 Telefonía

- Línea viva de punto a punto para locución con un ancho de banda mínimo de 2.2 kHz. El nivel de señal deberá mantenerse entre 0 y +3 dB.
- Esta función estará disponible a través de toda la línea entre Caranavi y Trinidad como operación de tránsito.
- Suscriptor remoto entre un subcriptor y un PAX con 2 o 4 líneas.
- El circuito de línea de abonado interconectará las cuatro (4) subestaciones con la de Trinidad (centro de control principal). Las características generales de este circuito para línea de abonados serán:
 - Cada estación periférica tiene un teléfono de escritorio con señal por botón pulsador y sólo puede llamar a la localidad de control de Trinidad a aquella que se asigne como tal.
 - El operador del centro de control principal puede llamar selectivamente a cualquiera o a todas las estaciones periféricas desde su teléfono.
 - Principalmente para propósitos de emergencia, cualquier estación periférica se conectará al canal de abonados simplemente recogiendo microteléfono, incluso si el canal está ocupado por otros abonados. En esta situación, ninguna señal se transmitirá.
 - Todos los canales portadores de voz y los circuitos troncales externos se conectan a un intercambiador automático (PABX) en Trinidad. Este PABX en Trinidad se equipará para manejar cuatro (4) circuitos troncales de intercambio y circuitos de extensión de teléfonos.

8.6.3.1.2 Unidad de Teleprotección

Cualquiera de los puertos de la unidad de Onda portadora permitirá la conexión de una unidad de teleprotección.

La unidad de teleprotección, será de tipo digital y será capaz de transmitir y recibir mínimo hasta tres órdenes independientes y simultáneas a través del canal de teleprotección, en funciones de telebloqueo, teledisparo directo y teledisparo permisivo y deberá cumplir con la Recomendación CEI 834-1, la que será respectivamente certificada.

Tendrá compatibilidad para poder compartir en mismo canal con servicios de telefonía y transmisión de datos.

Dispondrá de dispositivos de prueba y supervisión que permitan una rápida comprobación de su funcionamiento.

La programación podrá efectuarse desde una PC, para lo que será necesario el suministro de todo el software de comunicaciones y programación de la unidad.

8.6.3.1.3 Reloj de tiempo real

Habrá disponible un puerto para conectar una señal de tiempo real para la sincronización y propósitos de estampado de tiempo.

8.6.3.2 Sistema de baterías

El banco de baterías y sus unidades de recargado automático asociadas, se suministrarán para todos los equipos de comunicaciones de onda portadora SSB para equipo telefónico y sus accesorios incluidos en estas especificaciones.

El banco de baterías será de 48 voltios (42 a 56 voltios) y tendrán una capacidad de un (1) Amperio-hora suficiente para soportar toda la carga durante ocho (8) horas en caso de falla en la alimentación de corriente primaria.

Las baterías serán del tipo plomo – calcio o ácido de plomo y se alojarán en contenedores plásticos claros de alto impacto para facilitar el mantenimiento y reducir el peligro de rotura.

El proponente incluirá todas las instrucciones de operación y mantenimiento junto con todas las herramientas especiales y dispositivos de prueba requeridos.

Un cargador de batería automático se suministrará para operar desde una fuente primaria de 220 AC, 50 Hz.

La unidad del cargador se equipará con lo siguiente, como un complemento mínimo de controles.

- Disyuntores en ambas líneas AC y DC.
- La alarma de falla AC.
- Lámpara de ENCENDIDO AC.
- Ambos controles para ajustar flotantes e igualar voltajes encima de un rango: 10%.
- Falla a tierra.

8.6.3.3 Inspección y Pruebas

La inspección y pruebas de desempeño de equipo serán efectuadas en las instalaciones del fabricante, para asegurar que cada unidad de equipo corresponde al diseño apropiado y tiene el desempeño especificado. Todos los teléfonos y equipos portadores SSB serán probados de terminal a terminal a terminal, con cables de interconexión para simular el enlace de transmisión real. Todos los datos de prueba de fábrica serán registrados cuidadosamente para la comparación con los resultados de las pruebas de los sistemas instalados.

La información de prueba mínima a ser proporcionada con cada terminal portador SSB será:

- Potencia de salida del transmisor en vatios, a 48 voltios DC de poder de entrada.
- Potencia de salida y frecuencia de salida del transmisor vs. variación del voltaje de entrada DC de 10%.
- Máxima sensibilidad de entrada del receptor en dBm a 48 VDC de voltaje de entrada.
- La SNR en dB, en cada salida de canal, medida sobre cada enlace terminal – a – terminal bajo atenuaciones típicas para buen clima y clima adverso y condiciones de ruido.
- La amplitud vs. respuesta en frecuencia y el sobre retardo, medidos sobre cada canal de datos terminal – a – Terminal.
- Prueba operacional de cada circuito de alarma para indicación apropiada de la lámpara y cierre de contacto en las conexiones del bloque terminal.

Se hará una prueba operacional a todos los equipos de teléfono, para asegurar que todos los teléfonos de escritorio, equipo de relés de selección, y los suministros resonantes suministrarán un sistema operable, completamente integrado, con los niveles de voz requeridos en cada instrumento telefónico.

8.6.3.4 Partes de Repuesto

Para la provisión de repuestos se considerará un programa de mantenimiento de dos fases:

Una primera fase que comprenderá el mantenimiento funcional a nivel de módulos o tarjeta enchufables para el mantenimiento rutinario en sitio de su poder de ejecución

Un segundo nivel para mantenimiento a nivel de componentes mayores reemplazables (fusibles transistores de poder, puentes de diodos o thyristors, etc) individuales del circuito para la reparación en el taller de ensamblajes de tarjetas defectuosas seleccionadas en el primer nivel de mantenimiento. Las cantidades de repuesto a ser suministradas considerarán los factores de dispersión de fabricantes de piezas y partes, tiempo de envío, licencias de exportación, envío, etc. Los siguientes grupos de partes de repuesto serán requeridos para cada sub-sistema, es decir, para el equipo portador SSB y para el equipo de tipo de teléfono:

El Contratista entregará un manual de mantenimiento para cada uno de los módulos del sistema que permita determinar su funcionalidad o cada módulo tendrá un juego de leds que indiquen su estado y necesidad de cambio. Adicionalmente preverá el suministro de:

Uno (1) de cada uno de todos los módulos o tarjetas reemplazables en campo.

Cinco (5) juegos completos de repuesto de transistores de poder, diodos de estado sólido, varactores, leds, y relés montados en enchufes (Sockets), de cada tipo usado en cada sub-sistema,

Veinte (20) juegos completos de fusibles de repuesto de cada tamaño y tipo usado en cada sub-sistema,

Tres (3) juegos completos de leds de señalización, para cada tamaño y tipo usado en cada sub-sistema.

El proponente recomendará repuestos adicionales para ser mantenidos en la provisión de repuestos por un período de tres (3) años de operación de todo el sistema.

El Proveedor garantizará un servicio de mantenimiento de tarjetas por lo menos por 10 años con tiempos de respuesta generalizados

8.6.4 Estructuras soporte de equipos

8.6.4.1 Requerimientos generales

Esta sección describe los requerimientos técnicos para las estructuras de acero galvanizado de soporte de equipos.

8.6.4.2 Requerimientos técnicos

Todas las estructuras estarán completas con todos los miembros, seguros, placas, tornillos, cerrojos, arandelas, etc., como fueren requeridos para erigir la estructura y sujetar el equipo.

Cada estructura se suministrará con todos los pernos de anclaje. Las dimensiones de los pernos de anclaje serán determinadas por el Proveedor de acuerdo con el criterio aquí mencionado.

Las estructuras se diseñarán, fabricarán, galvanizarán y embarcadas de acuerdo con los requisitos aplicables contenidos en la Sección indicada, las estructuras terminales y las de barras se suministrarán con las excepciones siguientes:

- El Proveedor determinará las condiciones de carga que resulta en cargas dinámicas y estáticas máximas basadas en el viento, hielo y precaución de condiciones de cortocircuito. Él someterá sus cálculos a la aprobación previa de ENDE el diseño de estructuras.
- Las dimensiones, elevaciones mínimas y espacios establecidos en este documento (clearances) serán consideradas.

Todas las estructuras soporte de equipos serán de altura suficiente como para proporcionar un mínimo de espacio de 2.8 metros entre la cima de fundación y la base del aislador de porcelana, el bushing, la columna de apoyo, etc.,

La base de los aisladores soporte de barras serán de tal altura que para voltaje 115 kV, la distancia desde la cima del aislador a la cima de la fundación será 4.5 metros

La estructuras soporte del interruptor serán de tal altura como para proporcionar 4,5 metros de distancia de la cima de la fundación hasta el conector terminal del interruptor.

Todas las estructuras tendrán una plancha de puesta a tierra localizada aproximadamente a 30 cm sobre la cima de la fundación. Las estructuras con dos o más patas, tendrán tales planchas sobre dos patas por lo menos.
a el servicio de los primeros diez años.

8.6.4.3 Cronograma de aprobación

El Proveedor debe presentar a ENDE la información siguiente:

Planos y diagramas de los anclajes y fundaciones, planos de erección e instalación, planos de dispositivos y partes del equipo. Esta información se remitirá de acuerdo al siguiente cronograma:

Planos dimensionales, pesos de los equipos, calendarios de suministro de materiales y partes, se presentará a mas tardar 30 días de firmado el contrato.

Manuales, catálogos de operación y mantenimiento serán presentados 30 días antes del envío de equipo.

9 ESTRUCTURAS DE ACERO PARA PÓRTICOS DE BARRAS FLEXIBLES

Estructuras completas de celosía a base de perfiles de acero galvanizado con pernos de anclaje, pernos escalera, tuercas y arandelas agrupadas por marca de pieza y tipo o ítem individuales. En los planos de diseño de las estructuras, se deberán indicarán cargas mecánicas, alturas y separaciones.

Los diseños finales de pórticos y soportes requeridos se suministrarán de acuerdo a los requerimientos de carga de los equipos.

10 BARRAS FLEXIBLES Y CABLE DE GUARDIA

Para las barras flexibles, se utilizará conductor de aluminio IBIS 397.5 MCM, 26/7 ACSR, cuyas características se detallan en tabla de datos técnicos garantizados

Para el hilo de guarda se utilizará cable de acero EHS 5/16".

11 MATERIAL Y ACCESORIOS PARA PUESTA A TIERRA, AISLADORES Y FERRETERÍA DE LINEA

11.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

11.1.1 Alcance de la provisión

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las subestaciones de potencia.

11.1.2 Normas aplicables

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

NTP 370.251.2003 CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CABLES PARA LÍNEAS AÉREAS (DESNUDOS Y PROTEGIDOS) Y PUESTAS A TIERRA.

ASTM B 228-88 STANDARD SPECIFICATION FOR CONCENTRIC LAY-STRANDED COPPER-CLAD STEEL CONDUCTORS

UNE 21-056 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

ABNT NRT 13571 HASTE DE ATERRAMENTO AÇO-COBRE E ACCESORIOS

ANSI C135.14 STAPLES WITH ROLLED OFF SLASH POINTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

En caso que el proponente proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

11.1.3 Descripción de los materiales

11.1.3.1 Conductor de cobre

El conductor de cobre será desnudo, cableado y recocado, cuyas características deberán estar indicadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

Se usará cable de cobre desnudo 4/0 AWG de siete hilos para la instalación principal de la malla de tierra; cable de cobre 2 AWG para chicotillos de aterramiento de equipos y partes menores. Los cables se suministrarán en bobinas no retornables de 3000 metros nominales.

11.1.3.2 Electrodo de Puesta a Tierra

11.1.3.2.1 Características Generales

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld)
- Por proceso electrolítico
- Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre

En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre sobre el acero. El electrodo tendrá las dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados:

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y – 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm. Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en los planos de Ingeniería de Detalle.

11.1.3.2.2 Materiales

a) Núcleo

Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm²; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

b) Revestimiento

Será de cobre electrolítico recocido, tendrá una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm.

11.1.3.2.3 Conector para el electrodo

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra. El conector tendrá la configuración geométrica que se muestra en los planos de Ingeniería de Detalle.

11.1.3.2.4 Grapa de vías paralelas

Será de aleación de cobre aplicable a conductores de cobre y conductores de acero recubierto con cobre.

11.1.3.2.5 Empalmes en “T” y en “cruz” para conductores de la malla de tierra

Estos empalmes serán del tipo soldadura de proceso exotérmico. El suministro incluirá los materiales, herramientas y accesorios para la ejecución de los empalmes.

11.1.3.3 Pruebas

11.1.3.3.1 Pruebas del conductor de cobre recocido

Los conductores de cobre recocido se someterán a las siguientes pruebas de acuerdo con la norma NTP 370.251.2003.

- Verificación del aspecto superficial y el número de alambres.
- Verificación de las dimensiones de los alambres y del conductor
- Medición de la resistencia eléctrica del conductor.
- Verificación de las propiedades mecánicas del conductor.

11.1.3.3.2 Pruebas de los electrodos de puesta a tierra

Las pruebas que se indican a continuación se efectuará sobre el 1% de los electrodos suministrados, con un mínimo de dos (2). En caso que en una prueba no se obtuvieran resultados satisfactorios, se repetirá la

misma prueba sobre el doble del número de muestras. En caso que en la segunda oportunidad, en algunas de las muestras no se obtuvieran resultados satisfactorios, se rechazará el suministro.

a) Comprobación de las dimensiones

Se comprobarán las dimensiones especificadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

b) Adherencia de la capa de cobre

De un electrodo, se cortará una muestra de 513 mm de longitud, la cual se fijará en los extremos de un torno mecánico; luego se realizará un corte helicoidal con un paso de 6 mm y una profundidad ligeramente superior al espesor de la capa de cobre, debiéndose observar una perfecta adherencia entre el cobre y el acero.

c) Dureza del acero

La dureza Brinell se determinará aplicando una carga de 1840 N durante 30 s, y utilizando una bola de 2,5 mm de diámetro sobre el electrodo.

d) Espesor de la capa de cobre

Se seccionará un electrodo en 3 partes y se comprobará, en cada corte, el espesor de la capa de cobre tomando las medidas geométricas correspondientes.

11.1.3.4 Embalaje

El conductor se entregará en carretes de madera de suficiente rigidez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con listones, también de madera, para proteger al conductor de cualquier daño.

Los electrodos de puesta a tierra y los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas.

Cada caja y los carretes deberán tener impresa la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de material y cantidad
- Masa neta y total

11.1.4 Accesorios y cables para malla de tierra

Se usará cable de cobre desnudo 4/0 AWG de siete hilos para la instalación principal de la malla de tierra; cable de cobre 2 AWG para chicotillos de aterramiento de equipos y partes menores. Los cables se suministrarán en bobinas no retornables de 3000 metros nominales.

Los conectores, varillas de puesta a tierra, rejillas de puesta a tierra para seccionadores, extensiones, pernos de fijación, acoplamientos, grapas, empalmes, pólvora para soldar y los moldes necesarios serán suministrados de acuerdo a los requerimientos en los planos constructivos de las subestaciones.

11.2 AISLADORES DE SUSPENSIÓN

Aisladores de suspensión de 5" y ¾" por 10", socket -bola, porcelana o vidrio, se suministrarán en paquetes de 4 a 6 unidades.

Las cantidades y tipos de conectores requeridos serán determinados por el suministrador en base a los requerimientos de los equipos de patio a ser suministrado.

En la sección correspondiente a líneas de transmisión se encuentran especificadas las características técnicas.

11.3 CONECTORES Y FERRETERÍA DE LÍNEA

Los conectores de expansión, derivaciones y cada ítem mostrado o requerido para conectar equipo y completar la suspensión del conductor de fase y cable de guardia, se suministrará de acuerdo a las cantidades requeridas en la lista de materiales de suministro de acuerdo a los planos de diseño de Ingeniería de Detalle.

11.4 INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA

El proponente presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. Asimismo, deberá adjuntar catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones, formas y características mecánicas de los accesorios.

Los conectores, varillas de puesta a tierra, rejillas de puesta a tierra para seccionadores, extensiones, pernos de fijación, acoplamientos, grapas, empalmes, pólvora para soldar y los moldes necesarios serán provistos de acuerdo a los requerimientos en los planos constructivos de las subestaciones a ser provisto.

SECCION III

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN Y
MONTAJE ELECTROMECHANICO, PRUEBAS Y PUESTA EN
SERVICIO DE SUBESTACIONES**

**LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL E INTERNACIONAL
DISEÑO, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE ELECTROMECHANICO,
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES**

PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CARANAVI - TRINIDAD

VOLUMEN II

SECCION III

INDICE

1	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	EQUIPO DE TRABAJO	1
1.3	INGENIERÍA DE PLANTA Y SISTEMA.....	1
1.4	DE LOS TRABAJOS	4
1.5	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	4
1.6	AVISO DE OBRA	5
1.7	FACILIDAD PARA LA INSPECCION	5
1.8	ENERGIA DE LA CONSTRUCCION.....	5
1.9	PAGOS	5
1.10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y REACTORES.....	5
1.11	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA.....	11
1.12	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE DE INTERRUPTORES Y RECONECTADORES.....	13
1.13	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE DE SECCIONADORES TRIPOLARES.....	14
1.14	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE DE PARARRAYOS.....	16
1.15	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS SUBESTACIONES.....	17
1.16	MONTAJE.....	17
1.17	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE AISLADORES.....	19
1.18	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE BARRAS FLEXIBLES EN LAS SUBESTACIONES.....	21
1.19	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE INSPECCIÓN O JALADO, ZANJAS Y DUCTOS.....	23
1.20	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SUBESTACIONES.....	24
1.21	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE TABLEROS Y GABINETES.....	25

1.22	<i>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y MANDO</i>	<i>28</i>
1.23	<i>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ALARMAS Y SEÑALIZACIÓN.....</i>	<i>29</i>
1.24	<i>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS ENCLAVAMIENTOS Y AVISOS DE MANIOBRA.....</i>	<i>31</i>

VOLUMEN II

SECCIÓN III

1 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES

1.1 GENERALIDADES

Estas especificaciones cubren la información esencial requerida para las Obras Civiles, montaje electromecánico, pruebas en sitio y puesta en servicio de las Subestaciones Caranavi, Yucumo, San Borja, San Ignacio de Moxos y Trinidad del Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica Caranavi - Trinidad. Los trabajos incluyen también, la Ingeniería de Detalle, Ingeniería de Planta y Sistema, los trabajos y suministros no expresamente mencionados en estas especificaciones, pero necesarios para la instalación completa y la puesta en servicio de las Subestaciones.

1.2 EQUIPO DE TRABAJO

El Contratista deberá presentar a ENDE una lista de todos los equipos a ser utilizados durante la construcción y montaje de las subestaciones y deberá especificar en la lista, tipo de equipo, año de fabricación, capacidad, cantidad, disponibilidad, etc.

1.3 INGENIERÍA DE PLANTA Y SISTEMA

1.3.1 Consideraciones para el diseño

El esquema del circuito de las subestaciones del Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica Caranavi Trinidad, es del tipo barra simple con seccionador by-pass, que corresponde a un seccionador de barra, un seccionador de línea y un seccionador by-pass en el lado de 115 kV. En el lado de media tensión 34.5 y 24.9 kV, es del tipo barra simple con seccionador by-pass, con reconector en lugar de interruptor, su construcción en esta etapa será como se muestra en planos de disposición de equipos.

El Contratista deberá incluir como parte del alcance de provisión, construcción y montaje electromecánico del proyecto, la Ingeniería de Planta y de Sistema para el enlace adecuado entre los distintos equipos y los sistemas de protección, deberá plantear los esquemas lógicos para su aprobación y ejecución, de acuerdo al alcance que se indica más adelante.

1.3.2 Alcance

El Proveedor deberá realizar la ingeniería de enlace entre , equipos de patio y los equipos de Control y Protección, comunicaciones, enlace con el Centro Nacional de Despacho de Carga y servicios auxiliares a suministrarse, si dichos trabajos determinan el requerimiento de equipos auxiliares adicionales estos deberán ser provistos por el Contratista, de tal manera que asegure un Sistema Secundario funcionando.

El diseño debe incluir el siguiente alcance:

Ingeniería de Planta y de Sistema

- Diagramas Unifilares
- Diagramas bloque (diagramas de principio)
- Diagramas de circuito
- Planillas de cableado entre equipo primario (patio) y equipo secundario (protección, control, etc)
- Planillas de cableado entre componentes del equipo secundario

- Descripción de funciones
- Requerimientos de operación

Ingeniería de Sistema

- Estudio del sistema de interconexión entre las subestaciones, líneas de transmisión 115 kV, transformadores de potencia, reactores, líneas de media tensión en 34.5 y 24.9 kV y el enlace con el Sistema Interconectado Nacional.
- Coordinación del sistema de protección y control.
- Confiabilidad y flexibilidad
- Sistema de enlace con Centro Nacional de Despacho de Carga.

1.3.3 Normas para el diseño

El diseño estará de acuerdo con las siguientes normas:

1. IEC Publication 27: "Letter symbols to be used in electrical technology"
2. IEC Publication 113: "Diagrams, charts, tables"
3. IEC Publication 164: "Recommendations in the field of quantities and units used in electricity"
4. IEC Publication 391: "Marking of insulated conductors"
5. IEC Publication 416: "General principles for the creation of graphical symbols for use on equipments"
6. IEC Publication 417: "Graphical symbols for use on equipment. Index survey and compilation of the single sheets"
7. IEC Publication 617: "Graphical symbol for diagram"
8. IEC Publication 694: "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards"
9. IEC Publication 750: "Item designation in electrotechnology"
10. IEC Multilingual dictionary of electricity.

1.3.4 Cables para el diseño

El Proveedor deberá utilizar las siguientes secciones mínimas para el cableado interno de los cubículos:

1. Transductores: 0.75 mm²
2. Control: 1.5 mm²
3. Circuitos de corriente: 4 mm²
4. Circuitos de voltaje DC, cierre y alarma: 4 mm²
5. Circuitos de voltaje: 2.5 mm²

Para el cableado externo deberán considerarse cables como sigue:

1. Distribución telefónica: cable 300/300 V de 2 x 0.5 mm², numerado.
2. Alimentación CC: cable 300/500 V cable 2 x 6 mm² con identificación "+" y "-".
3. Alimentación CA a cubículos: cable 300/500 V de 4 x 2.5 mm² con identificación por colores A-roja, B-amarillo, C-azul y N-celeste.
4. Cables de control entre cubículos de casa de control: cable 300/500 V de 24 x 2.5 mm² y de 12 x 2.5 mm², identificación numérica.
5. Cables alimentadores de CA hacia los cubículos de empalme en patio: cable 0.6/1 kV de 4 x 10 mm², y 4 x 6 mm² identificación por color A-roja, B-amarillo, C-azul y N-celeste.
6. Cables alimentadores de CC hacia los cubículos de empalme en patio para motores de equipo de A.T: cables 0.6/1 kV de 2 x 10 mm², y 2 x 6 mm² identificación "+" y "-".
7. Alimentadores CA de cajas de empalme a equipo AT: cable 0.6/1 kV de 2 x 2.5 mm², identificación fase - rojo y neutro - celeste.
8. Alimentadores CC de cajas de empalme a equipos de AT: cable 0.6/1 kV de 2 x 2.5 mm², identificación "+" y "-".
9. Transformadores de voltaje, circuitos secundarios: cable 0.6/1 kV de 4 x 4 mm², identificación

numérica.

10. Transformadores de corriente, circuitos secundarios: cable 0.6/1 kV de 4 x 2.5 mm², identificación numérica.
11. Cables de circuitos de disparo de interruptores: cable 0.6/1 kV de 12 x 2.5 mm² y 4 x 2.5 mm², identificación numérica.
12. Cables de circuitos de control entre patio y casa de control: cable 0.6/1 kV de 12 x 2.5 mm² y de 24 x 2.5 mm² con identificación numérica.

1.3.5 Planos y planillas

1.3.5.1 Tipos de Planos

Los planos eléctricos serán hechos de acuerdo a la Norma IEC-113.

El Proveedor suministrará como mínimo los siguientes planos:

- a. Diagramas de principio
- b. Diagramas de circuito
- c. Planillas de cableado
- d. Diagramas de ubicación

1.3.5.2 Diagramas de principio

El Proveedor enviará para la aprobación del propietario los diagramas de principio unifilares y control. Este último en forma de diagrama lógico.

1.3.5.3 Diagramas de circuito

Los diagramas de circuito tendrán toda la secuencia gráfica y en tiempo necesaria para clarificar el sistema de operación. Todos los contactos de reserva de los relés, de terminales de borneras, etc., deben ser mostrados.

Los planos de circuitos usarán las siguientes características:

1. Sistema de referencia mallada, usando de referencias números de páginas e hileras (Ver Cláusula 5.1.1, IEC 113-4).
2. Representación separada de circuitos (Ver Cláusula 5.2.3, IEC 113-4)
3. Diagramas insertados, para partes de referencia (Ver Cláusula 5.4.1, IEC 113-4)
4. Identificación de ítemes de acuerdo al método 1 y utilizando designación funcional (Ver Cláusula 5.1 y 5.1.2, Publicación 750).

1.3.5.4 Planillas de Cableado

Las planillas de cableado serán de acuerdo a IEC-391 e incluirá lo siguiente:

1. Diagrama de cableado interno: diagrama que representa todas las conexiones internas de una unidad.
2. Cableados de interconexión: diagrama que represente las conexiones entre diferentes unidades de la instalación.
3. Diagramas de terminales: diagramas que muestren los terminales y los conductores internos y externos conectados a él.

1.3.5.5 Diagramas de Ubicación

Los diagramas de ubicación contendrán información detallada sobre la ubicación de partes del equipo, por ejemplo, bloques de terminales, unidades enchufables, sub-ensamblajes, módulos, etc. Deberá mostrar los números de ítem designados de acuerdo a los diagramas y tablas indicadas.

1.3.5.6 Información final en medios magnéticos

Los planos, diagramas, planillas de cableado y toda la información técnica referida a la Ingeniería de Planta y de Sistema deberán ser entregados en medios magnéticos para el seguimiento de la ejecución del proyecto.

1.4 DE LOS TRABAJOS

El Contratista deberá realizar todos los trabajos requeridos a fin de completar la ejecución de cada unidad de construcción en las que divide el trabajo y que *corresponde a lo especificado volumen II*. Así mismo el Contratista deberá suministrar todos los materiales que no se encuentran expresamente como a "ser provistos por ENDE".

El contratista deberá desarrollar la Ingeniería Complementaria o de Detalle, que comprende la complementación de los diseños emergentes del proceso de ejecución del proyecto, tales como el diseño del sistema de puesta a tierra, detalles constructivos, dimensionamiento de estructuras pórtico soporte de barras flexibles, conductores, cables de guarda, aisladores, etc.

La ubicación de equipos y el conexionado serán realizados de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos de Ingeniería de Detalle, Ingeniería de Planta y Sistema. En las secciones siguientes se presentan las Especificaciones Técnicas correspondientes a estos trabajos.

Las obras civiles consisten en general en la construcción de fundaciones para estructuras y equipos, preparado de zanjas, ripiado, etc., de acuerdo a Especificaciones Técnicas correspondientes.

1.4.1 Responsabilidad del Contratista en las Pruebas y Ensayos

El Contratista operará equipo de ensayo, empleará y usará herramientas relacionadas a sus operaciones y realizará ensayos de acuerdo a lo requerido para efectuar las pruebas de equipos.

Cualquier requerimiento de mano de obra, equipo o herramienta será responsabilidad del Contratista. El Contratista deberá prorratar todos estos costos en su propuesta, no habiendo pago adicional por las pruebas y ensayos.

El Supervisor cooperará con el Contratista en estos trabajos cuando se requiera y dará el visto bueno, sin que esto libere de toda la responsabilidad al Contratista.

1.5 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

El Contratista deberá cumplir con todos los requerimientos de Seguridad Industrial establecidos por ENDE y la Ley General de Trabajo, para lo cual deberá prever por lo menos:

- Un responsable de Seguridad Industrial en la Obra.
- Ropa, materiales y equipos de Seguridad Industrial:
 - Zapatos con puntera de acero.
 - Guantes y cascos de trabajo.
 - Ropa impermeable.
 - Señales de trabajo, de peligro, de circulación, etc.

ENDE realizará periódicamente inspecciones de higiene y seguridad industrial, a los campamentos y

comedores (cuando existan) y/o lugares donde se estén realizando los trabajos.

1.6 AVISO DE OBRA

El Contratista deberá habilitar para cada sitio de trabajo un letrero "AVISO DE OBRA" conteniendo:

- Razón Social
- Nombre del Ingeniero Supervisor de Obra.
- Domicilio.
- Teléfono de referencia.

1.7 FACILIDAD PARA LA INSPECCION

El Contratista deberá habilitar las instalaciones necesarias para el desarrollo de actividades de la *supervisión*, con las comodidades del caso, los que serán utilizados todo el tiempo que dure la Obra.

El Contratista deberá mantener durante todo el tiempo un juego separado de planos, donde se marcará claramente todo cambio aprobado en el trabajo. El costo de mantener estos planos correrá por cuenta del Contratista.

Los planos arriba mencionados serán empleados por el Supervisor para constatar las modificaciones respecto a los originales. A la conclusión de la Obra el Contratista deberá presentar a ENDE los planos "TAL COMO SE CONSTRUYO".

1.8 ENERGIA DE LA CONSTRUCCION

El Contratista instalará y correrá con todos los gastos que requiera de energía eléctrica, para uso propio y de sus subcontratistas.

1.9 PAGOS

- a) Los pagos correspondientes a la construcción civil y al montaje electromecánico, *que forman parte del precio total, se realizarán de acuerdo a las especificaciones en Volumen I, Sección I, numeral 22. Moneda de la Propuesta y Forma de Pago*

1.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y REACTORES

1.10.1 Objeto y campo de aplicación

Las especificaciones regulan las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación y montaje de los transformadores y reactores utilizados en las Subestaciones de ENDE.

1.10.2 Manipulación de los transformadores y reactores

La manipulación de los transformadores y reactores deberá ser hecha de acuerdo a las instrucciones precisas del fabricante, las cuales el Contratista deberá tener en su poder antes de iniciar la descarga del transformador o reactor desde el vehículo de transporte.

Cuando se quiera transferir el transformador y reactor desde el vehículo de transporte a su base definitiva u otro sitio autorizado por ENDE, éstos equipos podrán ser desplazados por medio de rodillos o alzado por medio de una grúa.

En el caso de que el transformador o reactor sea desplazado, se utilizarán gatas hidráulicas para levantar el cuerpo del transformador o reactor colocándolo únicamente en los accesorios previstos para

tal fin. Se utilizará un guinche para jalar lentamente el transformador haciendo uso de los anillos u orejas, previstos para este fin, en la base del transformador y/o reactor. No se permitirá durante esta operación, que los accesorios, las válvulas, etc., toquen obstáculo alguno.

En el caso de que la manipulación se haga por medio de una grúa se utilizarán estrobos de acero de un mismo tamaño para que el levantamiento sea vertical. Además se deberá prever un dispositivo nivelador o grúa, que impida el roce de los estrobos con alguna de las partes del transformador o reactor, al ser alzado, así como el bamboleo.

1.10.3 Precauciones durante el montaje

- a) En el caso de que el tanque del transformador o reactor contenga nitrógeno u otro gas usado para el transporte, el personal que trabaje dentro del tanque deberá asegurarse que el contenido de oxígeno sea como mínimo el 19,5% antes de iniciar la inspección interna del tanque. Siempre que haya alguna persona dentro del tanque, se deberá colocar una segunda persona fuera del mismo que preste ayuda a la primera en caso de necesidad.
- b) El tanque del transformador o reactor debe ponerse a tierra durante todo el tiempo que dure la instalación. Todos los arrollados y aisladores pasatapas deberán estar sin energía y puestos a tierra excepto cuando se realicen las pruebas eléctricas. Igualmente todos los equipos para manejo del aceite y bombas de vacío deberán ser puestos a tierra. Esto reducirá la posibilidad de descargas estáticas.
- c) Durante la instalación del transformador o reactor se deberá prever el uso de extintores de incendio para casos de emergencia. Cuando se trabaje dentro del tanque se deberá colocar un extintor en la parte superior del tanque. No se permitirá fumar en la vecindad del equipo de manejo de aceite o encima del transformador o reactor cuando esté abierta cualquier cubierta.
- d) Debe tenerse presente que el uso de un extintor de incendio dentro del transformador o reactor producirá en muchos casos, daños severos al aislamiento del mismo.
- e) Antes de remover cualquier cubierta o accesorio del transformador o reactor se verificará que la presión dentro del tanque sea la atmosférica y que el nivel de aceite esté por debajo de la abertura en cuestión.
- f) En el caso de utilizar lámparas, éstas serán a prueba de explosión y tendrán conductores con aislamiento resistente al aceite.
- g) Se deberán extremar los cuidados para proteger el aislamiento del transformador o reactor debido a daños y prevenir que materias extrañas sean introducidas dentro del tanque durante el montaje.

1.10.4 Montaje

El montaje de cada transformador o reactor será efectuado siguiendo las instrucciones precisas del fabricante, expresadas en su instructivo de montaje, el cual debe corresponder exactamente con el tipo de transformador a instalar.

Si el transformador o reactor tiene cubierta provisional para el embarque, ésta deberá ser reemplazada por la cubierta permanente. Deberá vaciarse el transformador o reactor y llenarse con aire seco, asegurándose de que el contenido de oxígeno sea por lo menos de 19.5%. Durante la realización de trabajos dentro del transformador o reactor se deberá mantener continuamente una fuente de aire seco para la seguridad personal y para minimizar la entrada de humedad. Si el trabajo interno tarda más de un día se deberá sellar el transformador o reactor durante la noche y mantener dentro de ella una presión positiva.

Después se deberán instalar los aisladores pasatapas, radiadores y todos los aditamentos del tanque excepto el conservador. Cada uno de los radiadores y aisladores pasatapas serán manejados de acuerdo a las instrucciones del fabricante, pero en general deberán ser levantados en forma vertical durante su manejo e instalación. Se usarán diferentes tipos de empaquetaduras en el ensamble de estos componentes y de acuerdo a instrucciones del Fabricante.

Los radiadores estarán absolutamente limpios y secos cuando sean instalados. Las empaquetaduras y sus asientos deberán estar limpios, serán colocados cuidadosamente y apretados uniformemente de manera tal que la unión quede sellada.

Los radiadores o cambiadores de calor, tuberías de aceite, válvulas y aditamentos deberán limpiarse completamente con aceite limpio y tibio (25 a 35 grados centígrados) antes de que sean colocados en el transformador o reactor a menos que el fabricante especifique que esto no sea necesario. Cuando se requiera montar una empaquetadura en un plano vertical se utilizará pegamento para sostener la empaquetadura durante su instalación. Los radiadores o cambiadores de calor, usualmente son capaces de soportar el vacío; en caso contrario serán retirados hasta que el tanque sea llenado con aceite bajo vacío.

Los cambiadores de toma sin carga, medidores de nivel de aceite, medidores de temperatura y otros accesorios deberán ser ensamblados de acuerdo con las instrucciones del Fabricante. Se deberá verificar el cambiador de tomas para asegurarse de que opera adecuadamente en ambas direcciones y que la superficie de contacto es completa, la presión es adecuada para todas las tomas. Se verificará la operación del medidor de nivel de aceite antes de sellar el tanque.

Si fuera necesario realizar un tratamiento de vacío en el transformador o reactor, se deberá quitar cualquier accesorio que no pueda soportar el vacío completo.

1.10.5 Determinación de la necesidad de tratamiento de vacío. Criterios de secado

A pesar de todas las precauciones tomadas durante el montaje para evitar la entrada de humedad, no es seguro que el transformador o reactor se mantenga seco. Por lo tanto es imperativo confirmar la condición del transformador o reactor. A continuación se indican métodos de determinación y seguimiento del secado, colocados en el orden de preferencia.

Medición del punto de rocío

Esta técnica provee de un método preciso y confiable de obtener el contenido de humedad. La medición del punto de rocío deberá ser tomada a través de una boca de visita u otra abertura en el transformador o reactor donde exista libre flujo de gas. Las tuberías para muestra de gas, líneas de vacío o válvulas en la pared del tanque no son buenas para este fin a menos que estén completa y adecuadamente purgadas.

Para la medición deberán seguirse las instrucciones del fabricante del instrumento medidor del punto de rocío. Deberán hacerse las correcciones necesarias para obtener el punto de rocío dentro del tanque. Partiendo de la temperatura de rocío, y utilizando una carta se deberá obtener la presión de vapor en Pascal (N/m^2) equivalente a la presión atmosférica. La temperatura del arrollado se determinará a partir de la medición de la resistencia del mismo. Se asumirá que la temperatura del arrollado es igual a la temperatura del aislamiento.

El contenido promedio de humedad superficial del aislamiento puede ser encontrado a partir de su temperatura y de la presión de vapor, usando una carta de equilibrio de humedad para el aislamiento en particular.

Para la determinación del contenido promedio de humedad de la superficie del aislamiento, deberá existir un equilibrio dentro del espacio de gas al momento de realizar las mediciones del punto de rocío. Una vez cumplido este requisito se efectuarán una serie de mediciones de presión, temperatura

y punto de rocío, varias veces durante un período de 12 a 24 horas para asegurar el equilibrio, es decir que el contenido de humedad permanezca constante por 12 horas.

En resumen, son necesarias cuatro condiciones:

- a) Se debe alcanzar el equilibrio térmico.
- b) Se debe conocer la temperatura del aislamiento en forma precisa.
- c) El equipo de medición debe estar apropiadamente calibrado y funcionando perfectamente.
- d) Puede ser necesario remover el detector del punto de rocío después de cada uso para minimizar la contaminación del vapor de aceite la cual destruiría la calibración.

1.10.6 Determinación de la humedad de aceite del transformador y reactor

Aún cuando el aceite en la refinería fuera desgasificado con un contenido de humedad por debajo de 10 ppm, es casi seguro que el procedimiento de carga, la condición del carro tanque y la duración del transporte al sitio introducirán suficiente aire y humedad para hacer necesaria la deshidratación, desgasificación y filtrado, antes de que el aceite pueda ser bombeado dentro del transformador o reactor. La condición de humedad del aceite deberá ser verificada en el sitio antes de que éste sea colocado en el transformador o reactor, y justamente después que la muestra haya sido tomada.

1.10.7 Secado del aislamiento en campo

Si la inspección interna, detectara daños en los sellos, o las mediciones descritas anteriormente, revelan signos de humedad en el transformador o reactor, será necesario realizar un secado en campo. De ser posible se determinará la cantidad de humedad y la forma en la cual ella entró en el tanque. Al fabricante del transformador o reactor se le solicitará algunas recomendaciones sobre los pasos y observaciones a realizar para el secado del mismo. La mayoría de los transformadores de potencia y reactores modernos son secados en fábrica hasta tener un contenido residual de agua de menos de 0,5% del peso del aislamiento. El secado de campo deberá tener un valor lo más cercano posible con el de fábrica.

Si se determina que el secado de campo es necesario, pueden ser usados uno o más de los siguientes métodos dependiendo de las facilidades disponibles.

Método 1: Circulación de aceite caliente.

Método 2: Vacío y arrollados cortocircuitados.

Método 3: Alto vacío.

Método 4: Aire caliente.

Tan pronto como se considere seco el transformador o reactor es esencial que se llene el tanque inmediatamente con aceite para cubrir el núcleo y los arrollados. Se deberán realizar lecturas de la temperatura de los arrollados y de la resistencia de aislamiento entre arrollados y entre cada arrollado y tierra.

Cuando la resistencia del aislamiento llega a un valor constante, el transformador o reactor no esté completamente seco, pero ha alcanzado el grado máximo de secado posible con el método utilizado.

Precaución: En alguna etapa en el procedimiento de secado puede generarse una mezcla explosiva de vapores de aceite y aire.

1.10.8 Llenado de aceite

Si el secado del aislamiento en campo no es necesario, lo cual se determinará por el contenido de humedad en términos de temperatura, presión y punto de rocío, se seguirá inmediatamente con el procedimiento para tratamiento de vacío y llenado final, si por el contrario es necesario el secado, previamente al llenado deberá procederse al secado descrito en el párrafo anterior.

1.10.9 Preparación

El tanque y sus aditamentos deben ser revisados completamente, buscando fugas antes de aplicar el vacío. A menos que las instrucciones del fabricante indiquen que el(los) diafragma(s) liberador(es) de presión puede(n) soportar el vacío completo se deberá(n) sellar hasta después de finalizar el llenado en vacío. Si el transformador o reactor está provisto de tanque separado de expansión de aceite o un equipo de gas inerte u otros dispositivos, ellos deberán estar aislados del tanque principal antes de realizar el vacío. En algunos transformadores o reactores las barreras entre el tanque principal y otros compartimientos no soportarán el vacío completo en un lado y la presión atmosférica en el otro. En este caso se deberá establecer un vacío parcial en el otro lado de manera tal que la presión diferencial no dañe la barrera. Después de que todas las partes hayan sido armadas, el tanque deberá sellarse, y probarse que la presión y el vacío en el montaje total aseguran que todas las uniones estén apretadas.

La prueba de presión debe estar en un mínimo de 35 kPa (5 psi).

La prueba de vacío deberá limitar la elevación de presión con el tanque sellado a un valor apropiado, de manera tal de no exceder 3,25 kPa (25 mm de Hg), en 30 minutos. Con cada prueba de presión o de vacío es importante asegurarse de las condiciones diferenciales de presión permisibles en los paneles del cambiador de tomas bajo carga, los cuales pueden no ser capaces de soportar cualquier presión diferencial. Se deberán verificar todas las uniones hechas con empaquetaduras buscando pérdidas con una solución de jabón líquido u otro procedimiento detector de pérdidas.

El tanque deberá mantener la presión de gas por lo menos durante cuatro horas sin pérdida. Todas las fugas deben ser eliminadas antes de comenzar el llenado en vacío. (Nota: deberá tenerse presente que cualquier fuga de aire dentro del tanque del transformador puede contaminar seriamente el aislamiento. Cuando el aire entra en el vacío se expande y baja su temperatura y por consiguiente libera humedad. Si el núcleo y las bobinas están frías, la humedad liberada del aire se condensará en ellas y será absorbida por el papel de aislamiento. Para evitar este riesgo, todas las pérdidas deberán ser eliminadas antes de comenzar el proceso de vacío y el núcleo y los arrollados deberán calentarse llenando el tanque con aceite caliente antes de comenzar el armado del transformador.)

Después de asegurarse que todas las pérdidas han sido detenidas, se hará el drenaje del aceite y se procederá al tratamiento de vacío. El aceite puede ser drenado tan rápido como se desee, pero una velocidad demasiado rápida puede crear un vacío parcial dentro del tanque. La válvula de drenaje deberá cerrarse inmediatamente después que el tanque esté vacío, para prevenir la entrada de aire en la conexión de drenaje. Debido a que pueden producirse retardos antes de que comience el tratamiento de vacío, es recomendable que el aceite sea reemplazado con nitrógeno seco durante el drenaje. Se deberá asegurar una cantidad suficiente de cilindros de nitrógeno disponibles en el sitio para llenar el tanque. Después de cerrada la válvula de drenaje se debe introducir suficiente nitrógeno hasta que exista una presión positiva dentro del tanque.

1.10.10 Tratamiento de vacío

Asumiendo que el transformador o reactor llega al sitio en un estado seco, y que no ha sido expuesto a la humedad durante el montaje, la principal función del tratamiento de vacío es remover el aire atrapado en el aislamiento y permitir que éste último alcance sus características dieléctricas completas.

Removiendo la mayoría del gas del transformador o reactor y del aceite por llenado en vacío, el peligro de aire atrapado en forma de pequeñas burbujas se reduce bastante.

El grado de vacío requerido depende del diseño de los arrollados y del aislamiento, y deberá ser determinado por consulta entre el fabricante y el Contratista antes de que comience el armado. El tratamiento de vacío a una presión del orden de 650 Pa (5mm. Hg), será suficiente para transformadores de 15 a 230 kV.

Se recomienda el uso de una bomba de vacío capaz de evacuar el tanque al grado requerido de vacío en aproximadamente 2 a 3 horas. Se deberá conectar la bomba de vacío a la toma en la parte superior del transformador, con una tubería o manguera reforzada de diámetro suficiente para minimizar las pérdidas de la línea.

Para obtener lecturas precisas, es necesario que la localización del manómetro no sea la misma que la bomba de vacío y será necesario realizar una prueba de presión antes de conectarlas al transformador o reactor, debiéndose cerrar todas las válvulas de aceite y nitrógeno, encender la bomba de vacío y continuar bombeando hasta que la presión en el tanque sea constante. Detener la bomba de vacío y verificar si existen pérdidas en el tanque o la tubería, sin aumento apreciable en la presión residual en un período de 30 minutos.

1.10.11 Verificación del aceite

Se deberá realizar una prueba de la resistencia dieléctrica cuando el aceite esté en los tambores. Si existe agua en ellos, se deberá drenar pasando el aceite a través de la prensa-filtro hasta que se alcance la rigidez dieléctrica requerida. El aceite deberá cumplir con lo establecido en las Normas. La habilidad de la prensa filtro para eliminar agua del aceite depende del secado del papel de filtro, el cual debe ser secado al horno inmediatamente antes de ser insertados en la misma.

Si no se dispone de facilidad de almacenamiento de aceite, se hará circular el mismo a través de la prensa filtro hasta que se obtenga la rigidez dieléctrica deseada.

Se deberá tomar una muestra del aceite antes del llenado y se guardará para futuras pruebas, tales como el factor potencia.

Al pasar el aceite a través del papel de filtro puede tomar una carga electrostática la cual será transferida a los arrollados del transformador o reactor. Bajo ciertas condiciones la tensión eléctrica en los arrollados puede ser peligrosa al personal y equipo. Todos los terminales externos accesibles del transformador o reactor, tales como los del tanque y el equipo de filtrado de aceite deberán estar debidamente puestos a tierra durante el llenado.

1.10.12 Llenado al Vacío

Se deberá obtener el vacío requerido y se mantendrá por cuatro horas o más dependiendo de las instrucciones del fabricante. Se llenará con aceite filtrado seco y desgasificado por lo menos a 20 grados centígrados o como especifique el fabricante. El aceite deberá introducirse en un punto opuesto a la bomba de vacío por encima del núcleo y las bobinas de manera tal que no establezca un flujo sobre el papel aislante. La entrada y la conexión de vacío deberán estar separadas tan lejos como sea posible para mantener el aceite disperso desde la entrada de la bomba de vacío. La línea de aceite deberá ser conectada a la conexión superior de la prensa filtro u otra conexión disponible en la parte superior del tanque. El aceite filtrado es entonces introducido a través de esta conexión, el flujo se regulará por una válvula en el tanque para mantener en todo momento una presión de aceite positiva al mismo, para mantener el vacío muy cerca del valor original. La velocidad de llenado deberá estar limitada para evitar las burbujas atrapadas en el aislamiento (por ej: un valor máximo de 100 lt/min). El vacío deberá ser mantenido dentro de 130 Pa (1mm. Hg) del valor inicial, y el aceite se llenará por lo menos hasta un poco por encima del núcleo y los arrollados en operación continua. Si el vacío se interrumpe por un período sustancial, se requerirá drenar y volver a llenar para prevenir la formación de burbujas de gas en el aislamiento. Se mantendrá una presión positiva en la manguera de entrada del aceite durante todo el proceso de llenado. Para transformadores o reactores con sistema presurizado en nitrógeno, se llenará hasta el nivel indicado y para transformadores de tipo conservador se llenará tan alto como sea posible (por Ej: 100 mm. del borde superior).

Las burbujas de gas o agua en el aceite se expandirán en proporción al vacío obtenido y serán sacadas por la bomba de vacío. El vacío deberá ser mantenido por tres o cuatro horas después que el tanque esté lleno. Se deberá interrumpir el vacío con gas seco embotellado a una presión positiva la cual para sistemas de nitrógeno deberá ser de 15 a 35 kPa, o lo que indiquen los instructivos de fábrica. Deberá quitarse el equipo de vacío colocando el equipo de gas en operación automática (para transformadores o reactores de tipo nitrógeno a presión) y manteniendo una presión positiva en forma continua (para transformadores o reactores de tipo conservador) se instalará el conservador y cualquier aditamento y accesorio que no haya sido instalado, completando el llenado del transformador o reactor y el conservador de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

1.10.13 Circulación del aceite

Se deberá circular el aceite del aislamiento continuamente, es preferible a través de una planta de tratamiento en vacío del aceite, durante por lo menos 8 horas 2 veces el volumen, con el objeto de remover la humedad remanente y los gases disueltos. Todas las bombas del transformador (no los ventiladores) deberán operar durante este proceso de circulación. Una vez completado el proceso, se dejará estabilizar por lo menos durante 24 horas antes de su energización.

1.10.14 Pruebas

Para las pruebas de puesta en marcha se seguirán las Especificaciones indicadas por el fabricante y procedimientos de ENDE.

Los equipos e instrumentos que se requieran durante el montaje, pruebas y puesta en servicio serán suministrados por el Contratista, sin costo adicional.

1.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA

1.11.1 Objeto

La presente especificación regula las condiciones y los requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación electromecánica de los transformadores de medición utilizados en las Subestaciones de ENDE.

1.11.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a los transformadores de tensión, y a los transformadores de corriente.

1.11.3 Verificaciones previas

Los equipos serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y revisados inmediatamente para verificar que no hayan sufrido desperfecto alguno durante el transporte, embalaje y almacenamiento.

En el caso de que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas previsiones en los lugares que el Contratista indique.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberán verificar las placas de características para constatar que los datos allí contenidos coinciden con los de las Especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular, y lo expresado en las especificaciones relativo a las placas de características. En caso de no coincidencia se deberá analizar con especialistas de ENDE la decisión a tomar.

Se deberá comprobar que cada equipo esté provisto de los accesorios de fijación adecuados para su montaje.

En el caso de transformadores a instalar sobre estructuras soporte individuales, se deberá comprobar que la fundación es la adecuada, y que la estructura soporte es lo suficientemente rígida.

Antes de instalar el transformador se deberá revisar su polaridad para que la colocación corresponda a la indicada en los planos.

1.11.4 Documentación necesaria

Antes del montaje deberán analizarse previamente los instructivos de montaje, así como cualquier otra información importante para la buena instalación del equipo. Asimismo el fabricante suministrará información detallada de los procedimientos de transporte y desembalaje de equipos con la finalidad de evitar accidentes durante la descarga.

1.11.5 Montaje

Para el montaje se deberán seguir las instrucciones del fabricante para el equipo en particular y cualquier otra dada por el Ingeniero.

El manejo de los transformadores de medición deberá ser hecho de forma tal que no se produzcan daños a los mismos.

Deberán usarse eslingas de nylon u otro material que no dañe a los aisladores. En el caso de que esto no sea posible se colocarán protectores separadores.

El izado de los transformadores deberá ser realizado por la base y en la forma indicada por el fabricante.

Los secundarios de los transformadores de corriente deberán estar cortocircuitados antes de su energización para evitar sobretensiones o daños a personas.

En el caso de transformadores de tensión capacitivos que tengan la trampa de onda en la parte superior se deberá verificar la unión de ésta al transformador. (En caso de que el proponente considere de esta manera).

En todo momento se deberá respetar lo relativo a distancias mínimas de acuerdo con la especificación y planos.

1.11.6 Inspección visual

Se deberá hacer una inspección ocular del estado general de los equipos instalados incluyendo como mínimo lo siguiente:

- Verificación del estado de los aisladores.
- Comprobación del nivel de aceite.
- Verificación de que no existen escapes de aceite.
- Verificación que la conexión a tierra es la correcta y que cumple lo establecido en las Normas y Especificación Técnica para el Sistema de Puesta a Tierra.
- Verificación de que las conexiones externas de alta tensión son firmes y con los conectores adecuados.
- Verificación de la rigidez del montaje.
- Verificación de la fundación de la estructura soporte si fuera el caso.
- Verificación de la rigidez de la estructura soporte si fuera el caso.
- Verificación de que las conexiones de baja tensión sean firmes y adecuadas.

1.11.7 Pruebas

Las pruebas en sitio serán realizadas de acuerdo a las Especificaciones del Fabricante y procedimientos de ENDE, sin costo adicional para el Propietario.

Los equipos e instrumentos que se requieran durante el montaje, pruebas y puesta en servicio serán suministrados por el Contratista.

1.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE DE INTERRUPTORES Y RECONECTADORES

1.12.1 Objeto

El objetivo de la presente es establecer las condiciones y requerimientos mínimos a cumplir durante el proceso de montaje electromecánico de los interruptores y/o reconectadores de las Subestaciones.

1.12.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a todos los interruptores a instalarse en las Subestaciones, en todo lo que no contradiga a los instructivos de montaje del fabricante.

1.12.3 Verificaciones previas

Los interruptores serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y deben ser revisados de inmediato para verificar que no hayan sufrido deterioros o desperfectos durante el transporte, embalaje y almacenamiento. En caso de que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas provisiones en los lugares que el Ingeniero indique.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberá verificar la placa de características y constatar que los datos coincidan con las especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular. En caso que no coincidiera, el Contratista deberá informar al Ingeniero para el respectivo análisis y la toma de decisión posterior.

Se deberá verificar además que el equipo esté provisto de los accesorios para fijación y manipuleo que facilite el montaje.

1.12.4 Documentos necesarios

Previa la instalación se deberá consultar los instructivos de montaje, así como cualquier otra información para la buena instalación del equipo. El Contratista suministrará información detallada de los procedimientos de transporte y desembalaje de los equipos.

1.12.5 Montaje

Para el montaje se recomienda utilizar una grúa u otro aparato elevador.

Las estructuras y fundaciones deberán ser controladas en cuanto a su correcta nivelación en plano horizontal y vertical, así como en las distancias a los ejes entre polos.

Los desniveles que no excedan en ± 5 mm podrán ser corregidos con lanas de material anticorrosivo.

- El montaje de las partes se realizará en estricto cumplimiento de los instructivos de montaje del fabricante.
- Se debe evitar deterioro en el esmalte o pintura del equipo. Cuando sea necesario pintar, se debe

utilizar la pintura recomendada por el fabricante.

- Los conectores y la conexión con los conductores deben ser cepillados, eliminando la capa de óxido y cubiertos inmediatamente después del cepillado con una fina capa de grasa, para evitar la oxidación. Este trabajo debe realizarse sin interrupción. Hasta asegurar las conexiones con los pernos, las juntas deben ser cubiertas también con grasa.

1.12.6 Inspección visual

Posteriormente al montaje se debe realizar una inspección visual del estado general del equipo, realizando las siguientes observaciones:

- Verificar todas las conexiones y estado de las mismas.
- Verificar que no existan en los equipos ningún daño resultante del proceso de instalación.
- Verificar el libre movimiento de los mecanismos.
- Verificar que los circuitos de mando respondan a la lógica prevista de operación.
- Se debe observar que el esmalte y pintura no estén deteriorados.

1.12.7 Pruebas

Las pruebas en sitio serán realizados de acuerdo a lo previsto en los instructivos del Fabricante y procedimientos de ENDE. El costo de las pruebas será absorbido por el Contratista.

Los equipos e instrumentos específicos que se requieran durante el montaje, pruebas y puesta en servicio serán suministrados por el Contratista.

1.13 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE DE SECCIONADORES TRIPOLARES

1.13.1 Objetivo

El objeto de la presente es establecer las condiciones y requerimientos mínimos a cumplir durante el proceso de montaje electromecánico de los seccionadores de la Subestación.

1.13.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a los seccionadores a instalarse en las Subestaciones en todo lo que no contradiga a los instructivos de montaje del Fabricante.

1.13.3 Verificaciones previas

Los seccionadores serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y deben ser revisados de inmediato para verificar que no hayan sufrido deterioro o desperfectos durante el transporte, embalaje y almacenamiento. En caso de que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas provisiones en los lugares que el Contratista indique.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberá verificar la placa de características y constatar que los datos coincidan con las especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular. En caso de no coincidencia el Contratista deberá informar al Ingeniero para el análisis y toma de decisión posterior.

Se deberán verificar además que el equipo esté provisto de los accesorios para fijación y manipuleo que faciliten el montaje.

1.13.4 Documentos necesarios

Previa la instalación se deberá consultar los instructivos de montaje, así como cualquier otra información para la buena instalación del equipo. El Contratista suministrará información detallada de los procedimientos de transporte, y desembalaje de los equipos.

1.13.5 Montaje

- a) Recomendaciones generales
- b) Recomendaciones para el montaje
- c) **Ajustes:** Los ajustes se realizarán cumpliendo estrictamente los instructivos del fabricante.
 - Para el montaje se recomienda una grúa u otro aparato elevador.
 - Las estructuras y fundaciones deben ser controladas en cuanto a su correcta nivelación en plano horizontal así como en las distancias a los ejes entre polos.
 - La base de los seccionadores deberá ser montada en la estructura cuidando que ésta no esté sometida a torsiones.
 - Antes de ajustar las bases, se ajustará la distancia entre polos y se alinearán los soportes base para que estén en paralelo unos con otros; los desniveles menores a ± 5 mm se ajustarán con lanas de material anticorrosivo para el nivelado.
 - Concluido el montaje se realizarán los ajustes de operación de acuerdo a los instructivos de montaje.
 - El cierre de los polos debe ser uniforme y sincronizado.
 - Se verificará cuidadosamente la posición vertical de los aisladores y la posición horizontal de los brazos de corriente.
 - Cuando el accionamiento sea a motor, no se debe tocar el ajuste de éste a menos que sea realizado por montadores especializados.
 - Antes del primer funcionamiento eléctrico se deben realizar maniobras de prueba manual, asegurándose que las posiciones finales al cierre y apertura se efectúen sin golpes ni torsiones.
 - Se debe evitar deterioro en el esmalte o pintura, del equipo y cuando sea necesario pintar se deberá elegir la pintura adecuada.
 - Los conectores y la conexión con los conductores deben ser cepillados, eliminando la capa de óxido y cubiertos inmediatamente después del cepillado con una fina capa de grasa, para evitar la oxidación. Este trabajo debe realizarse sin interrupción, hasta asegurar con los pernos la superficie de contacto, las juntas deben ser cubiertas también con grasa.

1.13.6 Inspección visual

Posteriormente al montaje se deberá realizar una inspección visual del estado general del equipo realizando como mínimo las siguientes observaciones:

- Verificar todas las conexiones y estado de las mismas.
- Verificar que no existan en los equipos ningún daño resultante del proceso de instalación.
- Se deben observar estado de aisladores, nivelación vertical y horizontal.
- Se debe observar que el esmalte y pintura no esté deteriorado.
- Verificar que el cableado de los contactos auxiliares este en buenas condiciones.

1.13.7 Pruebas

Las pruebas en sitio serán realizadas de acuerdo a lo previsto en los instructivos del Fabricante y procedimientos de ENDE, sin costo adicional para el Propietario.

Los equipos e instrumentos específicos que se requieran durante el montaje, pruebas y puesta en servicio serán suministrados por el Contratista.

1.14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE DE PARARRAYOS

1.14.1 Objetivo

El objetivo de la presente es establecer las condiciones y requerimientos mínimos a cumplir durante el proceso de montaje electromecánico de los pararrayos.

1.14.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a los pararrayos a instalarse en las subestaciones en todo lo que no contradiga a los instructivos de montaje del fabricante.

1.14.3 Verificaciones previas

Los pararrayos serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y deben ser revisados de inmediato para verificar que no hayan sufrido deterioro o desperfectos durante el transporte, embalaje y almacenamiento. En caso de que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas previsiones en los lugares que el Ingeniero indique.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberá verificar la placa de características y constatar que los datos coincidan con las especificaciones técnicas de ENDE para la obra en particular. En caso de no coincidencia el Contratista deberá informar al Ingeniero para el respectivo análisis y la toma de decisión posterior.

Se deberá verificar además que el equipo esté provisto de los accesorios para fijación y manipuleo que facilite el montaje.

1.14.4 Documentos necesarios

Previa la instalación se deberá consultar los instructivos de montaje, así como cualquier otra información para la buena instalación del equipo. El Contratista suministrará información detallada de los procedimientos de transporte y desembalaje de los equipos.

1.14.5 Montaje

Para el montaje se recomienda utilizar una grúa u otro aparato elevador.

Las estructuras y fundaciones deben ser controladas en cuanto a su correcta nivelación en plano horizontal y vertical, así como las distancias a los ejes entre polos.

Los desniveles que excedan los ± 5 mm podrán ser corregidos con lanas de material anticorrosivo.

- El izado de los pararrayos debe realizarse cumpliendo con los instructivos de montaje. En ningún caso se utilizarán eslingas (estrobos) metálicos.
- Se debe evitar el deterioro o mal trato del esmalte y pintura del equipo y cuando sea necesario pintar se debe utilizar la pintura recomendada por el fabricante.
- Los conectores y la conexión con los conductores deben ser cepillados para eliminar la capa de óxido, luego se deben cubrir con una fina capa de grasa antioxidante, para evitar la oxidación; este trabajo debe ser realizado sin interrumpir hasta asegurar las conexiones con los pernos, inmediatamente las juntas deben ser cubiertas también con grasa.
- La conexión entre el contador de descargas y el pararrayos se realizará con conductor No.4/0

AWG Cu desnudo pero perfectamente aislado de la estructura metálica.

1.14.6 Inspección visual

Posteriormente al montaje se debe realizar una inspección visual del estado general del equipo realizando especialmente las siguientes observaciones:

- Verificar que no exista en el equipo ningún daño resultante del proceso de instalación.
- Verificar el perfecto estado de las conexiones y puesta a tierra.
- Verificar buen estado de esmalte y pintura.
- Verificar la correcta instalación y conexión de los contadores de descargas.

1.14.7 Pruebas

Las pruebas en sitio serán realizadas de acuerdo a lo previsto en los instructivos del fabricante y procedimientos de ENDE. El costo de estas pruebas será absorbido por el Contratista.

Los equipos e instrumentos específicos que se requieran durante el montaje, pruebas y puesta en servicio serán suministrados por el Contratista.

1.15 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS SUBESTACIONES

1.15.1 Objeto

El objeto de la presente es establecer las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de montaje de todas las estructuras de las subestaciones.

1.15.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a pórticos, estructuras soporte de barras flexibles y estructuras soporte de equipos utilizadas en las subestaciones de ENDE.

1.15.3 Verificaciones previas

Antes de proceder al montaje se comprobarán los siguientes aspectos:

Que los perfiles no hayan sufrido desperfectos durante el embalaje, transporte o almacenamiento.

Que la horizontalidad y disposición de las patas sea tal que aseguren el alineamiento y verticalidad de las estructuras sin necesidad de forzar los miembros durante la erección.

La tolerancia en la horizontalidad deberá ser del 0.2%.

1.16 MONTAJE

Las estructuras serán armadas de acuerdo con los planos de montaje de fábrica, lista de materiales del fabricante, planos de ingeniería de detalle y cualesquiera otras instrucciones suministradas por la supervisión.

Las estructuras podrán ser montadas por el proceso de armado en secciones en el suelo y levantamiento sucesivo de las secciones a su posición final o podrán ser montadas miembro a miembro, a opción del Contratista. En el caso de montaje por secciones, el empernado inicial será el adecuado para soportar el peso propio, las cargas de diseño, y los esfuerzos propios de montaje, pero no será tan apretado que impida la alineación y ajuste de secciones o miembros adyacentes. Si se

observa des-alineamiento o desajuste de secciones atribuibles al método de montaje adoptado, éste será corregido para eliminar la dificultad.

Todos los miembros deberán estar limpios en las puntas durante el abulonado cuando el armado se haga por secciones en el suelo. Las estructuras serán montadas sobre bloques de madera a fin de mantenerlas libres de suciedad, barro, sales u otros materiales corrosivos que tiendan a adherirse a las estructuras. Todo daño en el galvanizado como resultado de operaciones de taladro, etc., será reparado.

Una vez levantada la estructura deberá encontrarse en una posición tal que respete una tolerancia en verticalidad de 5 mm por metro.

Las operaciones serán dirigidas de tal forma que en ningún caso las estructuras soporten esfuerzos para los cuales no hayan sido construidas.

En el caso de fundaciones en concreto no se armará ninguna estructura hasta siete (7) días como mínimo después del último vaciado y hasta que el relleno haya sido completamente colocado y compactado según lo requerido.

No se permitirá el escareado, punzonado o taladrado, para corregir agujeros no coincidentes debido a errores de fabricación. Si se descubren tales errores de fabricación en el acero, el Contratista notificará al Ingeniero, quién decidirá si los errores pueden ser corregidos en el sitio o si los miembros deben ser devueltos al fabricante para su corrección o reemplazo.

Tornillos y tuercas

Todos los tornillos, tuercas y arandelas deberán cumplir con lo indicado en la especificación.

Todos los tornillos y tuercas, serán ajustados en forma segura con llaves fijas, aprobadas por el Ingeniero, que no deformen las tuercas ni dañen el galvanizado, los momentos máximos de ajuste que se admitirán son:

12.70 mm (1/2") 872.3 N-m (60 lb-pie)
15.87 mm (5/8") 1461.2 N-m (100 lb-pie)
19.05 mm (3/4") 2186.9 N-m (150 lb-pie)
22.22 mm (7/8") 3069.5 N-m (210 lb-pie)

Todos los pernos de una estructura serán colocados y apretados a la brevedad posible, después que todos los miembros hayan sido colocados en la estructura. Cuando se observe que una estructura ha sufrido daños antes de su aceptación, debido principalmente a un abulonado incompleto, el Contratista deberá reparar o reemplazar la estructura según las instrucciones del supervisor, sin costo adicional y sin reclamo a prórroga por tal motivo.

Todos los pernos serán colocados con su extremo roscado mirando hacia dentro o hacia abajo según sea el caso.

1.16.1 Pruebas

En el caso de que el supervisor considere que una estructura es defectuosa en cuanto a la resistencia mecánica se refiere, podrá ordenar al Contratista la ejecución de una prueba de carga de la estructura cuestionada, la cual deberá cumplir con lo especificado en la Ingeniería de Detalle de las subestaciones y en concordancia con la especificación. Los costos a que de lugar la prueba, serán a cuenta del Contratista.

1.17 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE AISLADORES

1.17.1 Objeto

La presente especificación establece las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación electromecánica de los aisladores en las subestaciones de ENDE.

1.17.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a las cadenas de aisladores y a los aisladores soporte tipo poste.

1.17.3 Verificaciones previas

Las cadenas de aisladores y los aisladores soporte a su llegada a la obra serán revisados inmediatamente para verificar que no hayan sufrido desperfecto alguno durante el transporte, embalaje y almacenamiento. En el caso de que los aisladores no puedan ser instalados en sus sitios definitivos de inmediato, deberán ser almacenados con las debidas previsiones en los lugares que el Contratista indique. Cualquier daño físico que presente un aislador deberá ser informado al ingeniero para la evaluación correspondiente.

Antes de proceder al montaje definitivo de los aisladores se deberán verificar las características de los mismos para constatar que éstas últimas coinciden con las de las Especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular. De no existir coincidencia, el Contratista deberá informar al ingeniero para el análisis respectivo y posterior toma de decisión.

Se deberá comprobar que los equipos estén provistos de los accesorios de fijación necesarios y adecuados para su montaje.

Antes de proceder al montaje de los aisladores de soporte y cadenas de aisladores, se deberá limpiar la porcelana de los mismos.

1.17.4 Documentación necesaria

Antes de la instalación se deberán consultar los instructivos de montaje, así como cualquier otra información importante para la buena instalación de los aisladores.

1.17.5 Montaje

Para el montaje se deberán seguir las instrucciones del fabricante de los equipos y cualquier otra dada por el Ingeniero. Los detalles del montaje serán realizados de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos de la Ingeniería de Detalle de la subestación en particular.

Cadenas de Aisladores

Las cadenas de aisladores deberán ser montadas agregando sucesivamente grupos de no más de seis aisladores a la cadena mientras ésta cuelga en posición vertical. No se permitirá el ensamblado completo de las cadenas en el suelo en posición horizontal.

Las cadenas se deberán izar en forma tal que se eviten daños a las mismas.

Cuando algún trabajador tenga que escalar por la cadena éste lo hará con calzado que tenga suela de caucho.

Después de que el conductor haya sido flechado las cadenas de suspensión deberán estar a plomo.

Se deberá poner especial cuidado en que las cupillas estén perfectamente instaladas y se controlará que

no falte alguna de ellas.

Cuando se instalen grilletes y sus pernos de cierre queden en posición vertical, las cabezas de los mismos siempre irán en el lado superior; en el caso de que los pernos tengan cupillas se deberá verificar la colocación y cierre de las mismas.

El número de elementos de las cadenas de aisladores deberá corresponder con lo indicado en la especificación.

1.17.6 Inspección visual

Una vez finalizada la instalación de las cadenas de aisladores deberá corresponder con lo indicado en la especificación.

a) Cadenas de Aisladores

- Verificación del estado de la porcelana de los aisladores.
- Verificación de que la conexión entre los aisladores y los conductores es la adecuada y con rigidez necesaria.
- Verificación de que las fijaciones de las cadenas de aisladores a las estructuras son correctas.
- Verificación de que el ensamble de la cadena es correcto, prestándose especial atención a las cupillas y su orientación.

1.17.7 Pruebas en sitio

Se deberá verificar el aislamiento a masa de todas aquellas partes que van a estar en tensión, usando un megohmetro o equipo de medición de factor de potencia. Los valores obtenidos deberán compararse con los suministrados por el fabricante. El costo de estas pruebas será absorbido por el Contratista.

1.18 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE BARRAS FLEXIBLES EN LAS SUBESTACIONES

1.18.1 Objeto

El objeto de la presente es establecer las condiciones y requisitos mínimos durante el proceso de montaje de las barras de las subestaciones de ENDE.

1.18.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a todos los conductores desnudos, cables de guardia y a las conexiones entre equipos o entre las barras y los equipos; así como a sus accesorios.

1.18.3 Verificaciones previas

Los juegos de barras y sus accesorios serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y revisados inmediatamente para verificar que no hayan sufrido desperfecto alguno durante el transporte, embalaje y almacenamiento.

En el caso de que los juegos de barras no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados tomando las previsiones en los lugares que el Contratista considere conveniente.

Antes de proceder al montaje definitivo de las barras se deberá verificar que las características de los conductores, cable de guarda y sus accesorios coincidan con las características establecidas en la Ingeniería de Detalle de la subestación en particular, y de acuerdo a lo expresado en las Especificaciones Particulares de la obra. En caso de no coincidencia, el Contratista deberá informar al Ingeniero para el análisis correspondiente y toma de decisiones.

1.18.4 Documentación necesaria

Antes del montaje se deberán consultar previamente los instructivos de montaje de las barras rígidas (si es que hubiera) e información necesaria para el flechado de las barras flexibles.

1.18.5 Montaje

El Contratista deberá suministrar todas las herramientas y equipos necesarios, adecuados para empalmar, tensar y flechar el conductor o para tender las barras rígidas. ENDE se reservará el derecho de aprobar las herramientas y equipos mencionados anteriormente.

La instalación de los conductores, cable de guardia y accesorios deberá ser hecha de forma que no se produzcan daños tales como doblar o romper los hilos del conductor.

El Contratista deberá elaborar las "Tablas de Tensado", las cuales presentará al Ingeniero para su aprobación.

La operación de tensado deberá efectuarse aplicando métodos que en ningún momento ocasionen daños al conductor o al cable de guardia, asegurándose de que no exista abrasión o que la superficie de los conductores sufra roces o daños de cualquier tipo.

El Contratista deberá asegurarse de que el conductor o el cable de guardia no se tuerza o doble.

En todo caso, ENDE se reservará el derecho de aprobar el método de tensado a ser empleado por el Contratista.

Los cables se manipularán sobre los carretes y cuando se comiencen a desenrollar penetrarán en las poleas de tendido y en ningún caso se arrastrarán sobre el suelo u otro obstáculo. Las poleas de tendido deberán girar sobre cojinetes de bola o rodillos y tener una banda de caucho o material sintético que evite el desgaste de los cables.

Los conductores y cables de guarda serán flechados de acuerdo con las "Tablas de Tensado" aprobadas por ENDE.

Cuando el supervisor lo exija, el Contratista medirá la tensión mecánica del conductor con un dinamómetro suministrado por el mismo, dicho instrumento será nuevo y recientemente calibrado, así mismo el Contratista deberá contrastarlo para garantizar su exactitud.

Los métodos para medición y comprobación de las flechas deberán ser convenidos entre ENDE y el Contratista. Siempre es recomendable el uso del teodolito.

El Ingeniero podrá suspender las operaciones de flechado cuando considere que las condiciones de viento son tales que no permitan obtener resultados satisfactorios.

Se aceptarán flechas máximas permisibles del 3% de la longitud del vano siempre que cada una de las fases tenga la misma flecha y se respete la altura mínima a tierra expresada en la especificación de los planos. En todo caso la tolerancia de la flecha medida con respecto a la flecha calculada será de $\pm 0.5\%$.

Durante el montaje de los conductores y cable de guarda el Contratista deberá respetar las distancias especificadas entre conductor y masa, conductor y tierra, y las distancias entre fases.

Las conexiones flexibles verticales deberán tener un radio de curvatura lo suficientemente amplio para evitar esfuerzos exagerados sobre los equipos, cuyos bornes deberán estar protegidos contra las oscilaciones de los conductores debidas a la presión del viento, mediante la utilización de conectores con extensiones flexibles.

Las conexiones flexibles deberán cumplir con la Especificación de los planos.

La fijación de los tubos o barras a los aisladores soporte deberá ser firme y con los conectores adecuados.

1.18.6 Inspección visual

Una vez finalizado el proceso de instalación de los juegos de barras, se procederá a verificar el estado general de las mismas, incluyendo como mínimo lo siguiente:

- Verificación del material, forma y dimensiones de los conductores desnudos, barras tubulares y planas.
- En el caso de conductores desnudos se deberá verificar que la fijación es firme y ha sido realizada con los conectores y accesorios adecuados y aprobados por ENDE.
- En el caso de que sean barras soportadas éstas deberán estar conectadas a los equipos de alta tensión con la utilización de conectores y dispositivos flexibles.
- Verificar que las conexiones de derivación son rígidas y adecuadas.
- Verificar que los equipos conectados no estén sometidos a esfuerzos que pongan en peligro la seguridad de los mismos.
- Verificación de la estética y uniformidad en todas las instalaciones de juegos de barras y cable de guarda.
- Medición de las distancias entre fases.
- Medición de la altura mínima a tierra.
- Medición de la distancia mínima a masa.

1.19 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE INSPECCIÓN O JALADO, ZANJAS Y DUCTOS

1.19.1 Objetivo

El objetivo de la presente es establecer las condiciones y requerimientos mínimos a cumplir durante el proceso de montaje de los ductos, cajas y zanjaz de inspección y jalado.

1.19.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a las instalaciones complementarias para la colocación de cables de control, medición y protección, servicio eléctrico de patio y otros requerimientos.

1.19.3 Documentos necesarios

El montaje de ductos, excavación de zanjaz, construcción de cajas de inspección, se realizarán en base a los planos de cada Subestación, cumpliendo las características allí indicadas para cada caso, asimismo se deben consultar en instructivos de montaje del fabricante, los ductos que requieran los equipos, el cableado de control, protección y mando.

1.19.4 Montaje

- La ubicación y dimensión de las cajas de inspección, zanjaz, dimensiones de ductos y otras características deberán estar indicadas en los planos de referencia, cualquier cambio o requerimiento adicional debe ser coordinado con el Ingeniero.
- El suministro de excavación, relleno clasificado, instalación de ductos, relleno compactado, hormigón en lugares requeridos, correrá íntegramente a cuenta del Contratista.
- Las características de los ductos a suministrar deberán cumplir los siguientes requerimientos:
 - Ductos de plástico PVC tipo II de acuerdo a norma NEMA TC2-1978.
 - Los ductos que finalizan en las zanjaz deben tener boquillas tipo "Bell End".
 - Los ductos deberán ser varillados y limpiados después de completar su instalación y deberán ser tapados en sus extremos, para evitar el ingreso de materiales extraños.
 - Las curvas de los ductos no deberán tener un radio de curvatura menor a 10 veces el diámetro del ducto.
 - Si el ducto requiere más de dos (2) curvas de 90 grados a lo largo de su trayectoria, se deberán instalar cajas intermedias de inspección y/o jalado.
 - Los ductos de enlace entre los ductos subterráneos y la caja de equipos deberán ser metálicos galvanizados, rígidos o flexibles. Los codos, uniones boquillas, prensa cables y demás accesorios deberán ser también metálicos y galvanizados.
 - Los ductos que finalizan en la caja de los equipos deberán ser provistos con los accesorios necesarios como: boquillas, tuercas, volandas, prensa cables, etc.
 - Todos los ductos, boquillas, uniones, codos, deberán ser escariados, para evitar el deterioro de la aislación de los conductores.

1.19.5 Inspección

El supervisor realizará la inspección y aprobación de los ductos, cajas de inspección y zanjaz.

1.20 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SUBESTACIONES

1.20.1 Objeto

La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos y condiciones mínimas a cumplir durante el proceso de instalación de los sistemas de puesta a tierra de Subestaciones de ENDE.

La resistencia de la malla de tierra no deberá ser mayor a 5 Ohm. Para alcanzar valores inferiores a 5 Ohm, el contratista deberá instalar una malla de tierra de prueba como parte de la instalación de la misma dentro de la subestación y realizará las mediciones correspondientes, las mismas deberán ser verificadas por el supervisor para su aprobación.

En caso de obtener valores superiores a 5 Ohm, se deberán plantear metodologías tendientes a mejorar la resistividad del terreno ya sea con tratamiento del mismo o planteando otras alternativas de solución para garantizar valores inferiores a 5 Ohm.

No se aceptará la utilización de componentes químicos o disolventes que dañen el medio ambiente, ni gallinaza u otros que ocasionen corrosión en el cobre de la malla de tierra.

1.20.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a la malla de tierra propiamente dicha y a la puesta de tierra de equipos y estructuras.

No se aplica al cable de guarda.

1.20.3 Verificaciones previas

Antes de proceder a la instalación del sistema de puesta a tierra, se deberá verificar que los materiales y equipos a utilizar correspondan con lo expresado en las especificaciones.

1.20.4 Documentación necesaria

El Contratista deberá tener en su poder, previo al inicio del montaje, copia de la Ingeniería de Detalle de la Subestación y de las Especificaciones Particulares de la obra así como cualquier otra información importante para la buena instalación del sistema de puesta a tierra.

1.20.5 Montaje

a) Malla de Tierra

Para la instalación de la malla de tierra se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Los conductores de la malla de tierra deberán ser los especificados en la Ingeniería de Detalle.
- Todos los conectores serán del tipo autofundente u otros conectores certificados y aprobados por ENDE.
- Todo punto de cruce o derivación deberá ser conectado mediante un conector.
- La profundidad de la malla de tierra deberá ser de acuerdo a los cálculos determinados en la Ingeniería de Detalle.
- El conductor perimetral de la malla de tierra deberá estar conectado a la cerca de la subestación, y colocado paralelo a ella a una distancia de metro y medio (1.5 m). La cerca se conectará a dicho conductor perimetral a intervalos de espacio distribuidos según requerimiento o lo indicado en planos de diseño de Ingeniería de Detalle.

b) Puesta a tierra de equipos y estructuras

Después de efectuada la instalación de la malla de tierra, y previo a la instalación de los equipos y estructuras, se deberá dejar un conductor saliente, con longitud suficiente para realizar la conexión a las estructuras de los equipos en un tramo de 40 cm cuyos detalles se deben indicar en planos.

El conductor saliente anteriormente mencionado se conectará mediante conectores de tipo autofundente u otro apropiado, al conductor para la puesta a tierra de los equipos. En estructuras metálicas y armazones de equipos, se realizará conexión directa al conductor de malla de tierra que sobresale por encima de la superficie del terreno, a través de conectores adecuados.

El conductor de puesta a tierra deberá ser de la menor longitud posible.

Las rejillas de puesta a tierra deberán conectarse a la malla de tierra por los dos extremos cruzados.

Las varillas de puesta a tierra deberán instalarse según los detalles mostrados en los planos de Ingeniería de Detalle.

Cuando se coloquen a tierra equipos o partes móviles, éstas se deberán fijar a la estructura o equipo de una manera segura, mediante el uso de cintas hebradas de conexión.

1.20.6 Inspección visual

Antes de cubrirse la malla, el supervisor deberá hacer una inspección ocular del estado general de las conexiones y de las puestas a tierra de equipos y estructuras, incluyendo como mínimo lo siguiente:

- Verificar que las conexiones son correctas y bien realizadas.
- Verificación de que las conexiones de cada tipo (derivaciones, cruces, barra de tierra a malla de tierra, etc.) hayan sido realizadas utilizando los conectores apropiados.
- Verificación de la firmeza de todas las conexiones.
- Verificación de que todas y cada una de las conexiones se hayan realizado de acuerdo a lo previsto en el proyecto.
- Las zanjas se tapanán únicamente después de que el supervisor haya aprobado el estado general de la malla de tierra.
- El Contratista deberá corregir todas las observaciones realizadas por el supervisor. Los gastos de materiales y mano de obra correrán por cuenta del Contratista.

1.20.7 Pruebas

Las pruebas serán realizadas de acuerdo a lo previsto en los procedimientos de ENDE, sin costo adicional para el Propietario.

Los equipos e instrumentos que se requieran para la instalación, pruebas y medición serán suministrados por el Contratista.

1.21 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE TABLEROS Y GABINETES

1.21.1 Objeto

La presente especificación regula las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación electromecánica de los tableros y paneles utilizados en las subestaciones de ENDE.

1.21.2 Campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a los gabinetes de montaje exterior y tableros de distribución según se

indica a continuación:

- a) Paneles de control y alarmas
- b) Paneles de medición
- c) Paneles de protección
- d) Tableros de servicios auxiliares en corriente alterna y corriente continua.
- e) Gabinetes exteriores para equipos de protección, medición y control.
- f) Gabinetes interiores de media tensión para equipos.
- g) Cajas de empalme.

1.21.3 Definiciones

a) Panel

A los efectos de la presente especificación se denominará panel a un ensamblaje metálico totalmente cerrado, con la posible excepción de la base de montaje y aberturas para ventilación y/o inspección.

b) Tablero

A los efectos de la presente especificación, se denominará tablero, al conjunto formado por uno o más paneles incluyendo equipos (de control, medición, protección, servicios auxiliares, etc.) y conexiones eléctricas, además de todas las partes estructurales.

c) Gabinete Exterior

A los efectos de la presente especificación, se denominará gabinete exterior a un cubículo diseñado para ser colocado a la intemperie y destinado a contener equipos de baja tensión (protección, medición, etc.)

d) Caja de Empalme

A los efectos de la presente especificación, se denominará tablero de empalme, a un cubículo diseñado para ser colocado a la intemperie, y destinado a contener solamente regletas para repartición de cables, o conexiones intermedias.

1.21.4 Verificaciones previas

Los tableros, gabinetes y armarios o cajas serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y revisados inmediatamente para verificar que no hayan sufrido desperfecto alguno durante el transporte, embalaje y almacenamiento.

En el caso de que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas provisiones en los lugares que el Contratista considere adecuado y resguardado de posibles daños.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberán verificar las placas de características para constatar que los datos allí contenidos coincidan con los de las Especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular y lo expresado en las especificaciones.

Se deberá comprobar que cada tablero está provisto de los accesorios de fijación adecuados para su montaje.

Se deberá constatar que cada cubículo contenga todos los equipos indicados en las Especificaciones Particulares y en la Ingeniería de Detalle de cada Subestación.

1.21.5 Documentación necesaria

Antes del montaje, se deberán consultar los instructivos de montaje y desmontaje, así como cualquier otra información importante para la buena instalación de los equipos. Así mismo el fabricante suministrará información detallada de los procedimientos de transporte y desembalaje de los equipos con la finalidad de evitar accidentes durante la descarga.

1.21.6 Montaje

En general los paneles, tableros, gabinetes y cajas deberán ser instalados en los lugares previstos en la Ingeniería de Detalle de cada Subestación y tal cual en la forma y disposición indicadas en los planos.

El manejo de los paneles, tableros, gabinetes y cajas deberá realizarse evitando en todo momento daños o deformaciones de los mismos.

Una vez instalados los gabinetes exteriores en su sitio de instalación o en el lugar de almacenamiento, si el caso lo requiere, se deberán conectar y dejar en funcionamiento las resistencias de calefacción, para mantener en un nivel bajo la humedad en los mismos.

Una vez colocados en su sitio los gabinetes exteriores, se deberán alinear y nivelar las puertas de manera que éstas abran y cierren sin dificultad alguna.

En todo caso, el cableado interno de los tableros y gabinetes deberá ser realizado de acuerdo a los planos de cableado autorizados por ENDE. La identificación de los terminales de regletas, de los terminales de equipos y de los cables deberán estar de acuerdo con las especificaciones y con la Ingeniería de Detalle de cada Subestación.

Se deberá prestar especial atención a la colocación de los enclavamientos si fuere el caso.

Se deberá verificar la impermeabilidad y hermeticidad de los gabinetes exteriores.

Una vez efectuadas todas las actividades indicadas en los anteriores puntos, se deberá hacer el montaje de cualquier equipo o instrumento, que dada su fragilidad haya sido necesario transportarlo aparte.

El cableado de control y fuerza deberá ser efectuado utilizando cables que cumplan con la especificación, de los planos y recomendaciones adicionales del Ingeniero.

Se verificará el estado general de la pintura en los tableros, gabinetes y armarios para comprobar que ésta no tenga abolladuras ni esconchamientos y que la misma cumpla con lo establecido en las especificaciones.

Se deberán conectar a tierra masas metálicas de tableros, paneles, cajas, masas de instrumentos, etc.

1.21.7 Inspección visual

Una vez que los paneles, tableros, cajas hayan sido completamente instalados se deberá realizar una inspección ocular para determinar que el aspecto general de los mismos sea el correcto.

Dicha inspección consistirá como mínimo en lo siguiente:

- Revisión de la rigidez del conjunto.
- Verificación de que todos los equipos instalados en el tablero o gabinete hayan sido fijados

- firmemente y estén nivelados.
- Verificación de la limpieza del gabinete, tablero o armario.
- Revisión de la pintura del gabinete, tablero o armario.
- Verificación de que no existe oxidación.
- Inspección visual del buen estado de todos y cada uno de los equipos componentes de los tableros y gabinetes.
- Revisión de la conexión de puesta a tierra de los gabinetes y tableros.
- Verificación de que el cableado interno corresponde a los esquemas de cableado presentados por el Contratista y autorizados por ENDE.
- Verificación, en el caso de los gabinetes exteriores de su hermeticidad contra las condiciones ambientales.

En caso de incumplimiento de alguno de los anteriores requerimientos, ENDE podrá desaprobado la aceptación de los gabinetes, cajas, tableros y paneles hasta tanto no se cumpla con los requisitos exigidos, a satisfacción de ENDE. Los costos de reposición y mano de obra correrán íntegramente a cargo del Contratista.

1.22 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y MANDO

1.22.1 Objeto

El objeto de la presente es establecer las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación de los equipos de protección, medición y mando.

1.22.2 Campo de aplicación

Es aplicable a las nuevas subestaciones de ENDE.

1.22.3 Verificaciones previas

Los equipos serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y revisados inmediatamente para verificar que no hayan sufrido desperfecto alguno durante el transporte, embalaje y almacenamiento. En el caso que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas provisiones en los lugares que el Contratista indique.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberá verificar la placa de características para constatar que los datos allí contenidos coinciden con los de las Especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular, y lo expresado en la Especificación Técnica del equipo respectivo relativo a la placa de características. En caso de no coincidencia, el Contratista deberá informar al Ingeniero para su análisis y toma de decisión posterior.

Se deberá comprobar que el equipo esté provisto de los accesorios de fijación adecuados para su montaje.

Se deberá verificar para cada instrumento o equipo que tenga su sello de garantía intacta.

1.22.4 Documentación necesaria

Antes de la instalación se deberán consultar los instructivos de montaje, así como cualquier otra información importante para la buena instalación del equipo. Asimismo, el fabricante suministrará información detallada de los procedimientos de transporte y desembalaje de equipos con la finalidad de evitar accidentes durante la descarga.

1.22.5 Montaje

Para el montaje se deberán seguir las instrucciones del fabricante para el equipo en particular y cualquier otra dada por el Ingeniero.

Una vez finalizado el montaje se deberán realizar los ajustes necesarios en los instrumentos.

Los instrumentos de protección y control se instalarán en los tableros y gabinetes diseñados para tal efecto, en la misma forma como lo indica la Ingeniería de Detalle de cada Subestación y en concordancia con la especificación y los diseños normalizados.

Las conexiones de los terminales de los instrumentos deberán ser firmes de manera tal que no presenten peligro de desconexión.

Una vez finalizado el montaje se deberán realizar los ajustes necesarios en los equipos.

1.22.6 Inspección visual

Posteriormente al montaje se deberá hacer una inspección ocular del estado general del equipo incluyendo como mínimo lo siguiente:

- Verificar todas las conexiones de acuerdo a planillas de conexionado y el estado de las mismas.
- Verificar que no existan en los equipos ningún daño resultante del proceso de instalación.
- Verificar que en cada tablero o gabinete esté colocado el equipo especificado por ENDE, constatando que no se haya cometido error en la colocación de equipos iguales que hacen la misma función pero con características diferentes.

1.22.7 Pruebas

Las pruebas en sitio serán realizadas por el Contratista de acuerdo a lo previsto en la especificación e instructivos del fabricante, sin costo adicional para ENDE.

1.23 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ALARMAS Y SEÑALIZACIÓN

1.23.1 Objeto y campo de aplicación

La presente especificación regula las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación de los sistemas de alarmas y señalización en las subestaciones de ENDE.

1.23.2 Verificación previa

Los equipos serán instalados en sus sitios definitivos a su llegada de la fábrica y revisados inmediatamente para verificar que no hayan sufrido desperfecto alguno durante el transporte, embalaje y almacenamiento. En el caso que los equipos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas provisiones en los lugares que el Contratista considere conveniente.

Antes de proceder al montaje definitivo de los equipos se deberá verificar la placa de características para constatar que los datos allí contenidos coinciden con los de las Especificaciones Técnicas de ENDE para la obra en particular, y lo expresado en la Especificación Técnica relativo a la placa de características. En caso de no coincidencia, el Contratista deberá informar al Ingeniero para el análisis correspondiente.

Se deberá comprobar que los equipos estén provistos de los accesorios de fijación adecuados para su montaje.

1.23.3 Documentación necesaria

Antes del montaje se deberán consultar los instructivos de montaje así como cualquier otra información importante para la buena instalación de los equipos. Así mismo el fabricante suministrará información detallada de los procedimientos de transporte y desembalaje de equipos con la finalidad de evitar accidentes durante la descarga.

1.23.4 Montaje

Para el montaje de los tableros y equipos de señalización y alarma de las subestaciones se procederá de la siguiente manera:

Se deberá verificar que las características técnicas de cada relé y equipo están de acuerdo con la Ingeniería de Detalle de la subestación en particular.

Las características de los tableros o gabinetes serán las indicadas en la especificación.

Cada equipo y accesorio deberá ser cableado y conectado a las regletas terminales de los tableros de señalización y alarma de acuerdo a lo establecido en la Ingeniería de Detalle de la subestación en particular y además cumplir con las especificaciones.

Todos los componentes instalados en los tableros de señalización y alarma se identificarán en concordancia con los esquemas funcionales de cada subestación en particular.

Las conexiones entre equipos y regletas se harán utilizando conductores trenzados y terminales de presión aislados estos últimos que cumplan con la especificación.

1.23.5 Inspección visual

a) Inspección

Una vez instalado el sistema de alarmas y señalización, se procederá a realizar una inspección ocular para verificar el buen estado del sistema, dicha inspección consistirá en lo siguiente:

- a.1 Verificar que las conexiones entre los diferentes equipos y regletas terminales están de acuerdo con las planillas de conexionado y son firmes y adecuadas.
- a.2 Verificar que el estado de cada relé es satisfactorio, en cuanto a limpieza, pintura, etc.
- a.3 Verificar que el cableado interno del tablero o gabinete corresponda con los planos autorizados por ENDE.

b) Pruebas

Los equipos del sistema de alarma y señalización serán sometidos a las siguientes pruebas de funcionamiento:

- b.1 Verificar que la señal de alarmas de cada equipo acciona los dispositivos acústicos (timbre o sirena) de modo correcto.
- b.2 Verificar que la alarma que se origina por la actuación de cualquier equipo o relé se registra correctamente en el relé de señalización centralizada o equipo anunciador

óptico.

- b.3 Verificar el funcionamiento correcto de los pulsadores de prueba.
- b.4 Verificar el funcionamiento de los pulsadores para silenciar alarmas.
- b.5 En todos los casos se aplicará lo establecido en las especificaciones.

Los costos que demanden estas pruebas estarán a cargo del Contratista.

1.24 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS ENCLAVAMIENTOS Y AVISOS DE MANIOBRA

1.24.1 Objeto y campo de aplicación

El objeto de la presente es establecer las condiciones y requisitos mínimos a cumplir durante el proceso de instalación electromecánica de los enclavamientos y avisos de maniobra utilizados en las subestaciones de ENDE.

1.24.2 Verificaciones previas

Los enclavamientos y avisos de maniobra serán revisados inmediatamente a su llegada a la obra para verificar que no hayan sufrido desperfecto o extravíos durante el transporte. En el caso que los mismos no puedan ser instalados en sus sitios definitivos, deberán ser almacenados con las debidas previsiones en los lugares que el Contratista considere adecuado bajo su responsabilidad.

Antes de proceder al montaje definitivo de los enclavamientos se deberán verificar las características de los mismos para constatar que coinciden con las de las especificaciones técnicas de ENDE para la obra en particular.

Se deberá comprobar que los enclavamientos y avisos de maniobra están provistos de los accesorios de fijación adecuados para su montaje.

1.24.3 Montaje

El montaje de los equipos en cuestión se deberá realizar teniendo muy en cuenta lo establecido en la especificación, en la Ingeniería de Detalle de Obra y en el Manual de Operación de la subestación.

Para el montaje se deberán cumplir las instrucciones del fabricante para el equipo en particular y cualquier otra dada por el Ingeniero.

1.24.4 Inspección visual

Posteriormente al montaje se deberá hacer una inspección ocular que consistirá en verificar el buen estado de los materiales y equipos utilizados tales como llaves, candados, señalizaciones, etc.

1.24.5 Pruebas

Las pruebas a las cuales serán sometidos los enclavamientos serán pruebas de funcionamiento, por lo tanto se deberán realizar todas aquellas operaciones en las cuales intervienen los enclavamientos para verificar que en efecto funcionan correctamente y cumplen con todo lo expresado en la presente especificación y los procedimientos de ENDE.

Los costos que demanden todas las pruebas estarán a cargo del Contratista.