

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA PROVISIÓN DE**

**REACTOR TRIFASICO 115 kV**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**ÍNDICE**

[1. ALCANCE 4](#_Toc530067672)

[2. NORMAS DE APLICACIÓN 4](#_Toc530067673)

[3. CONDICIONES AMBIENTALES 5](#_Toc530067674)

[4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS REQUERIDAS 5](#_Toc530067675)

[5. LÍMITES DE AUMENTO DE TEMPERATURA 5](#_Toc530067676)

[6. NÚCLEO MAGNÉTICO 5](#_Toc530067677)

[7. DEVANADOS 6](#_Toc530067678)

[8. TANQUE PRINCIPAL 7](#_Toc530067679)

[9. TANQUE DE EXPANSIÓN DE ACEITE 8](#_Toc530067680)

[10. AISLADORES PASANTES (BUSHINGS) 8](#_Toc530067681)

[11. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN AISLADORES PASANTES 9](#_Toc530067682)

[12. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO 10](#_Toc530067683)

[12.1 Radiadores 10](#_Toc530067684)

[13. GABINETES 10](#_Toc530067685)

[13.1 Gabinete de Control 11](#_Toc530067686)

[14. ACCESORIOS 11](#_Toc530067687)

[14.1 Analizador de gases 11](#_Toc530067688)

[14.2 Detectores de temperatura 11](#_Toc530067689)

[14.3 Monitor de temperatura para aceite y arrollamientos 11](#_Toc530067690)

[14.4 Dispositivo de alivio de presión 12](#_Toc530067691)

[14.5 Relé buchholz 12](#_Toc530067692)

[14.6 Relé de presión súbita 12](#_Toc530067693)

[14.7 Relé de flujo de aceite 13](#_Toc530067694)

[14.8 Indicador de nivel de aceite 13](#_Toc530067695)

[14.9 Deshidratador de aire libre de mantenimiento 13](#_Toc530067696)

[14.10 Pernos de anclaje 13](#_Toc530067697)

[14.11 Placas de características 13](#_Toc530067698)

[14.12 Estructura soporte de descargadores 13](#_Toc530067699)

[14.13 Válvulas 14](#_Toc530067700)

[14.14 Registrador de impactos 14](#_Toc530067701)

[14.15 Pararrayos de ZnO para Neutro 15](#_Toc530067702)

[15. CABLEADO DE CONTROL Y CIRCUITOS AUXILIARES 15](#_Toc530067703)

[16. REPUESTOS 16](#_Toc530067704)

[17. ENSAMBLE Y PRUEBAS EN FÁBRICA 16](#_Toc530067705)

[17.1 Pruebas tipo 16](#_Toc530067706)

[17.2 Pruebas de rutina 17](#_Toc530067707)

[17.3 Pruebas de aceptación en sitio 19](#_Toc530067708)

[18. INFORMACIÓN A SER PRESENTADA POR EL PROPONENTE ADJUDICADO 19](#_Toc530067709)

[19. INFORMACIÓN A SER PRESENTADA DESPUÉS DE LA FIRMA DE CONTRATO Y ORDEN DE PROCEDER 20](#_Toc530067710)

[20. EMBALAJE 21](#_Toc530067711)

[21. TRANSPORTE 21](#_Toc530067712)

[22. IDIOMA 21](#_Toc530067713)

[23. PÉRDIDAS DEL REACTOR 22](#_Toc530067714)

[23.1 Tolerancias, penalidades y rechazos 22](#_Toc530067715)

[24. PINTURA 22](#_Toc530067716)

[25. ACEITE 22](#_Toc530067717)

[25.1 Tipo 22](#_Toc530067718)

[25.2 Propiedades y pruebas 22](#_Toc530067719)

[25.3 Condiciones de aceptación y despacho 23](#_Toc530067720)

[26. GARANTÍA A PRIMER REQUERIMIENTO DE BUEN FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO 23](#_Toc530067721)

[27. REVISIÓN DEL DISEÑO 23](#_Toc530067722)

[28. PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS 24](#_Toc530067723)

[28.1 INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA 26](#_Toc530067724)

[29. DISPOSICIÓN REFERENCIAL DE COMPONENTES Y LIMITES DE TAMAÑO DEL REACTOR 29](#_Toc530067725)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL

REACTOR SHUNT TRIFASICO DE POTENCIA

# ALCANCE

Este documento especifica los requisitos detallados para el diseño, fabricación, ensamble, pruebas tipo y de rutina para el suministro del reactor trifásico de potencia.

**Subestación Padilla.-** Una (1) unidad de reactor trifásico de potencia, 6 MVAr ONAN, 115 kV, grupo de conexión trifásica Yn.

El reactor y sus accesorios deben cumplir con las características garantizadas requeridas, y deben ser diseñados de acuerdo con los requerimientos estipulados en esta Especificación.

Las pérdidas para los reactores que se garanticen deben ser las correspondientes a la suma de las pérdidas de todos los devanados ONAN y serán evaluadas de acuerdo con lo establecido en este documento.

# NORMAS DE APLICACIÓN

El reactor debe cumplir con las prescripciones de la última edición de las siguientes publicaciones:

1. IEC 60044-1: “Current transformers”.
2. IEC 60060: “High-voltage test techniques”.
3. IEC 60076: “Power transformers Part 1-5, Part8”.
4. IEC 60137: “Insulating bushing for alternating voltages above 1000V”.
5. IEC 60296: “Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear”.
6. IEC 60289: “Reactors”.
7. IEC 60422: “Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment”.
8. IEC 60475: “Method of sampling liquid dielectrics”.
9. NEMA PUB. TR1: “Transformers, Regulators and Reactors”.
10. Publicación ASTM Designation D3487: “Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus”
11. Fundiciones de acero ASTM A 27: “Especificaciones para fundiciones de acero de acero al carbón de baja y media resistencia”.
12. Acero estructural ASTM A 36: “Especificaciones para el acero estructural”.
13. Placas de acero (para partes de bajo esfuerzo) ASTM A 283: “Especificaciones para placas de acero al carbón de resistencia baja e intermedia de calidad estructural”.
14. Placas de acero (para partes portadoras de esfuerzo importantes) ASTM A 285: “Especificaciones para láminas de tanques a presión de resistencia baja e intermedia”.
15. Acero hecho en horno eléctrico ASTM 345: “Especificaciones para láminas lisas de acero hechas en horno eléctrico para aplicaciones magnéticas”.
16. Cobre Electrolítico. ASTM B 5: “Especificaciones para alambre en barras, pastas, planchas, lingotes y barras de cobre electrolítico”.
17. Tubos (intercambiadores de calor) ASTM B111: “Especificaciones para tubos de cobre y aleaciones de cobre sin costura y su almacenamiento. Aleación de cobre Nº 715”.
18. Accesorios de tuberías. ASTM B 16.5: “Bridas de tubos de acero y accesorios embridados”.
19. Papel aislante ASTM D 1305: “Papel y cartón para aislamiento eléctrico”.

Para soldaduras de partes sometidas a esfuerzos principales, las calificaciones de los procesos de soldadura, los equipos y los operarios estarán de acuerdo con las normas equivalentes a los requisitos de “ASME Boiler and Pressure Vessel Code” o a “AWS Standard Qualification Procedure”, u otra norma aprobada a elección del Proveedor.

# CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones de servicio donde el presente reactor estará en servicio son las siguientes:

a) Altura sobre el nivel del mar 2.100 metros; **para fines de diseño 3.000 metros**.

b) Humedad relativa media ambiente 60 %

c) Humedad relativa ambiente máxima 90%; **para fines de diseño 90%.**

d) Variación de temperatura media anual -5ºC a 35ºC.

e) Temperatura máxima extrema 35ºC; **para fines de diseño 40ºC.**

f) Temperatura mínima extrema -5ºC; **para fines de diseño -10ºC**.

h) Período de lluvias Octubre a Marzo.

g) Precipitación media anual 2500 milímetros **para fines de diseño Tropicalizado**.

i) Velocidad media del viento 40 km/h; **para fines de diseño 120 km/h.**

# CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS REQUERIDAS

El reactor, será con principio de construcción del tipo sin núcleo (coreless) con pantalla magnética o del tipo de núcleo con entrehierro (gapped-core).

El diseño del reactor con sus accesorios electromecánicos deberá seguir estrictamente las normas y recomendaciones IEC, deberán ser diseñados y fabricados de acuerdo a los últimos desarrollos en el campo de aplicación correspondiente.

El reactor será del tipo sumergido en aceite dieléctrico, con devanados de cobre, refrigerados por circulación natural de aceite (ONAN); adecuado para operación exterior y a la altura sobre el nivel del mar según lo indicado en el numeral 0.

El Proveedor deberá tener en cuenta para su diseño que el reactor estará sometido a maniobras de conexión/desconexión frecuentes.

# LÍMITES DE AUMENTO DE TEMPERATURA

El sistema de enfriamiento será tipo ONAN y estará compuesto de radiadores en cantidad tal que permitan la operación del reactor a potencia de diseño sin pasar los límites de temperatura definidos en la Norma IEC 60076-2.

El aumento de temperatura observable del reactor o de sus partes deberá determinarse de acuerdo con la Publicación IEC 60076-2, con las correcciones requeridas por las condiciones ambientales del sitio.

# NÚCLEO MAGNÉTICO

El núcleo podrá ser del tipo sin núcleo (coreless) con pantalla magnética o del tipo con núcleo con entrehierro (gapped-core). El núcleo para el reactor (en caso de utilizarse) será construido con acero al silicio, laminado en frío, de grano orientado, de la más alta calidad, apto para este propósito y garantizar un nivel bajo de pérdidas, vibraciones y ruido.

Las láminas serán recortadas en tamaños adecuados, sin rebabas para asegurar que sus bordes sean suaves. Las superficies de cada lámina recibirán un tratamiento aislante con una película que proporcione una adecuada resistencia interlaminar.

Los reactores del tipo con núcleo con entrehierro serán convencionales del tipo columna.

El núcleo deberá estar envuelto con una pantalla electrostática, que protegerá las láminas del núcleo contra las tensiones dieléctricas que puedan surgir en los devanados, eliminando el riesgo de descargas parciales en la superficie del núcleo.

El reactor, en el caso de ser del tipo sin núcleo con pantalla magnética, será construido con una tecnología similar a la de los transformadores acorazados sin considerar el circuito magnético central. El devanado será soportado por un ensamble de vigas horizontales y paneles verticales de madera prensada anclado en la base del tanque. Alrededor del devanado deberá proveerse una pantalla magnética de la altura adecuada de tal forma que se protejan las paredes del tanque. Con este método constructivo deberá tenerse especial cuidado para prever las vibraciones.

En el caso en que el reactor sea del tipo de núcleo con entrehierro, el principio de construcción será similar al de transformadores tipo núcleo, con entrehierros en el circuito magnético, utilizándose materiales para los entrehierros de la suficiente rigidez de tal forma que su fabricación y la de las secciones del núcleo garanticen un comportamiento adecuado y unas perdidas reducidas en los entrehierros, utilizándose adicionalmente elementos para fijación de las láminas que ejerzan una presión uniforme en el núcleo.

El núcleo será cuidadosamente ensamblado y rígidamente sujetado para asegurar una adecuada fortaleza mecánica para soportar los devanados y prevenir el deslizamiento de las láminas durante el embarque, así como reducir al mínimo las vibraciones durante la operación del reactor.

El núcleo debe estar provisto de elementos adecuados para su izaje cuando se realicen labores de reparación o mantenimiento que requieren el estanqueo; el núcleo no permitirá la transferencia de esfuerzos entre sus sujeciones superior e interior. La estructura de fijación del núcleo será construida en tal forma que sean mínimas las corrientes parásitas; estas estructuras serán rígidamente puestas a tierra en un punto para evitar potenciales electrostáticos.

El núcleo magnético estará eléctricamente aislado de la estructura de sujeción, los elementos aislantes a utilizar deben ser al menos clase B, de acuerdo a lo establecido en la Publicación IEC 60085.

El núcleo tendrá una salida aislada accesible, mediante un aislador pasante adecuado para poder efectuar la conexión núcleo-masa y realizar el ensayo de rigidez dieléctrica. Las conexiones serán lo más cortas posibles y a un solo punto de la tapa de la máquina. Una caja bornera, con su correspondiente tapa, situada sobre la cubierta superior de la máquina, posibilitará dichas conexiones a los bornes respectivos, que se conectarán entre sí por medio de un puente. Todos los bornes deberán estar identificados. Para el caso que se desee verificar el aislamiento del circuito magnético este puente será retirado, y el núcleo deberá quedar, aislado eléctricamente del resto de la estructura de la máquina.

Deberá preverse en el interior del equipo la instalación de una pantalla de material magnético para reducir las pérdidas debidas a la dispersión del flujo.

# DEVANADOS

Los materiales, diseño, construcción y ensamble de los devanados serán de la mejor calidad y se ajustarán a las últimas técnicas requeridas para estos equipos, se acogerán a todos los factores de servicio, tales como la rigidez dieléctrica y la resistencia mecánica del aislamiento, las limitaciones a la libre circulación del aceite serán mínimas.

Los devanados serán construidos con cobre electrolítico y con materiales aislantes clase "A" IEC. La disposición de las bobinas garantizará la circulación adecuada del aceite dieléctrico.

Los devanados serán diseñados y construidos de manera que absorban las dilataciones y contracciones debidas a los cambios de temperatura; además deberán ser capaces de soportar los movimientos y distorsiones ocasionados por las condiciones anormales de operación. Se deberán colocar barreras aislantes de alto poder dieléctrico entre el núcleo y los devanados. La tensión máxima entre espiras adyacentes deberá garantizar la adecuada operación del equipo y las condiciones óptimas de aislamiento.

Los extremos de los devanados tendrán una protección adicional contra perturbaciones, debidas a variaciones repentinas de la corriente y la tensión, igual tratamiento deberán preverse en el núcleo y otros puntos agudos con el fin de reducir estos esfuerzos dieléctricos creados. Los conductores de los devanados serán aislados y apropiadamente transpuestos con el fin de reducir las pérdidas por corrientes parásitas. El tipo de papel que se utilice en la construcción de los devanados deberá ser termoestabilizado (papel upgrade de 65 ºC). El fabricante deberá suministrar información del tipo y marca del papel utilizado en la construcción del reactor e instalar papel extra en el extremo superior del bobinado, con el propósito de facilitar el monitoreo de la degradación del aislamiento sólido durante el tiempo de servicio del reactor.

Los devanados y conexiones serán aptos para soportar las perturbaciones que se puedan presentar durante el transporte o debidas a maniobras u otras condiciones transitorias durante el servicio.

Para los reactores tipo acorazado los devanados serán de tipo plano, con disposición vertical de las mismas, debiendo los planos de dos consecutivas ser divergentes a fin de mantener las distancias eléctricas necesarias.

En todos los casos se tendrán en cuenta los niveles de aislamiento fijados en la Planilla de Datos Técnicos Garantizados para los devanados.

Los reactores deberán resistir los fenómenos de carácter transitorio y cortocircuitos externos y reducir el deterioro resultante debido a cortocircuitos internos. Se deberán proveer dispositivos internos adecuados para protegerlos frente a sobretensiones externas.

# TANQUE PRINCIPAL

El tanque será construido de plancha de acero, de espesor 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.

El tanque y su cubierta deberán ser fabricados de forma tal que no se produzcan acumulaciones de agua. La unión entre la tapa superior y el cuerpo principal será apernada y contará con un número suficiente de pernos espaciados adecuadamente y con empaquetaduras resistentes al aceite que hagan que el conjunto sea completamente hermético. Las empaquetaduras entre superficies metálicas serán colocadas en ranuras o mantenidas en el sitio por medio de retenciones. Las empaquetaduras serán fabricadas de materiales elásticos y herméticos al aceite (goma sintética de base nitrílica). El Proveedor suministrará toda la información relativa a las empaquetaduras.

La cubierta poseerá escotillas de inspección de tamaño adecuado que faciliten, entre otros, el acceso a los extremos inferiores de los aisladores pasantes y terminales, partes superiores de los devanados.

La cuba será diseñada en tal forma que sea posible alzar el reactor, con o sin aceite, en cualquier dirección sin peligro, mediante gatos hidráulicos o eslingas, de modo que no se produzcan deterioros en la misma, ni tampoco riesgo de pérdidas posteriores de aceite. El Proveedor incluirá instrucciones para levantar el reactor y una descripción completa del sistema de gateo.

Para levantar partes esenciales, se usarán tornillos de ojo, argollas o ambos. Las argollas tendrán un factor de seguridad mínimo de 2 para su límite elástico. En el interior del tanque se localizarán guías adecuadas que permitan la remoción o colocación del núcleo y devanados dentro del tanque.

Las soldaduras a realizar serán de tipo uniforme de la más alta calidad. Todas las uniones exteriores, como las de los apoyos de los gatos serán soldadas. El proceso usado para las soldaduras será el eléctrico por arco y los electrodos estarán de acuerdo con las Publicaciones ASTM respectivas. Todas las soldaduras deberán ser sometidas a pruebas con líquido penetrante y con revelador, para detectar fisuras (fotografías de este proceso deben ser tomadas e incluidas en el reporte de pruebas).

En dos lados diametralmente opuestos del reactor y cerca al fondo del tanque se proveerán dos placas para puesta a tierra. Las placas serán suministradas con conectores sin soldadura para cable de cobre de 107 mm2 (4/0 AWG) y 120 mm2.

El tanque de los reactores estará provisto de una base apropiada de manera que permita su instalación sobre una base de concreto, con elementos de anclaje necesarios para su instalación.

Para desplazar horizontalmente el reactor ensamblado y lleno de aceite el tanque poseerá ojos de tiro. El Contratista deberá entregar las memorias de cálculo del coeficiente dinámico de fricción y la fuerza requerida para desplazar horizontalmente el reactor completamente ensamblado y lleno con aceite. El Proveedor incluirá instrucciones para levantar el reactor y una descripción completa del sistema de gateo.

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, válvulas de aislamiento de los radiadores, válvula de aislamiento de tanque de conservación y válvulas para aislamiento de los deshumidificadores. Así mismo, se dotará a la cuba de pequeñas válvulas para la toma de muestras de aceite dieléctrico de la parte media y superior de la cuba. Todas las válvulas de muestreo de aceite deberán ser accesibles desde el nivel del piso (a 1400 mm de altura sobre el suelo).

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 reactor se suministrará al menos cuatro (4) litros de cada tipo de pintura utilizada. La base deberá tener un tratamiento de pintura y acabado reforzado, de manera que garantice la integridad del material en presencia de humedad o para el caso de que el reactor sea arrastrado sobre una cama de madera (fotografías del tratamiento especial para base del reactor deben ser incluidas en el reporte fotográfico).

El tanque deberá estar provisto con un dispositivo de alivio de presión localizado en la parte superior del mismo, el cual tendrá el tamaño suficiente para relevo rápido de cualquier presión que pueda generarse dentro del tanque y que puede ocasionar averías al equipo. Deberá proveerse medios para prevenir la entrada de lluvia o polvo y para minimizar los derrames de aceite en su operación.

En uno de los costados del tanque se debe instalar una escalera metálica, que en los escalones superiores posea unos aros de protección anti-caídas y que en los escalones inferiores posea una puerta con bisagras y con traba mediante candado, para evitar que personal no autorizado suba al reactor.

Todas las juntas, inclusive la de tapa del tanque principal, deben ser de sección redonda (O-ring) con canal limitador de apriete, de goma nitrílica, fabricadas para cada caso específico, no se aceptaran juntas pegadas o armadas.

# TANQUE DE EXPANSIÓN DE ACEITE

El reactor deberá estar equipado con un sistema apropiado de preservación de aceite, del tipo tanque de expansión o conservador, que elimine la posibilidad de contaminación del aceite en el tanque principal por absorción de agua o aire y prevenga el desarrollo de presiones excesivas negativas o positivas.

En el tanque de expansión de aceite se instalara una bolsa de uretano flexible que aísle el aceite del tanque principal de la atmósfera y evita la contaminación del aceite por gas o humedad. Esta bolsa de uretano, resistente al aceite caliente, estará diseñada de forma tal que no esté sometido a esfuerzos mecánicos perjudiciales cuando el aceite esté en sus niveles máximo y mínimo. La bolsa deberá ser suministrada con un detector de ruptura óptico-capacitivo.

El conservador deberá estar equipado con un indicador de nivel de aceite para lectura directa. Deberán preverse dos (2) válvulas entre el tanque conservador y el principal, a cada lado del relé Buchholz, con la robustez requerida para soportar las vibraciones y condiciones propias de operación del reactor.

Uno de los extremos del tanque conservador, deberá tener una tapa apernada, para efectuar limpieza. Este tanque debe poseer cárcamos, o elementos adecuados, para su izaje.

El espacio en aire dentro del tanque deberá mantenerse seco por medio de un deshidratador de aire libre de mantenimiento (similar a Mtrab de MR) en base a resistencias calefactoras. El deshidratador deber tener contactos de error a prueba de fallas y LED’s de indicación del estado de operación (verde, amarillo y rojo). Todas las partes del deshidratador deberán ser de aluminio anodizado o acero inoxidable (no se aceptará plástico).

# AISLADORES PASANTES (BUSHINGS)

Los aisladores pasantes (AT y NEUTRO) deberán ser de porcelana, tipo condensador sellado, sumergidos en aceite, con papel impregnado en aceite. El color de la porcelana será marrón.

El diseño de los aisladores pasantes será tal que disminuya las descargas eléctricas por efecto corona y radio-interferencia. Los blindajes para esfuerzo y corona serán considerados parte integral de los aisladores pasantes.

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. El reactor será equipado con el mismo tipo de aisladores pasantes lo que significa que podrá intercambiarse aisladores. Los aisladores deben estar dispuestos de forma tal que puedan ser desmontados desde el exterior, sin necesidad de remover la tapa de la cuba.

Los aisladores pasantes deberán ser suministrados con terminales tipo pino con las superficies de contacto plateadas, usando plata pura libre de cobre, con un espesor de la capa no inferior a 0,025 milímetros. Los bornes terminales deberán identificarse en forma legible, visible y permanente.

Los aisladores pasantes serán construidos de tal forma que permitan la instalación de transformadores de corriente, donde son especificados y garantizando las distancias eléctricas. Se deben proveer los elementos adecuados para su izaje.

Todos los aisladores pasantes serán llenados con aceite aislante, el cual será independiente del aceite de los tanques o recipientes del reactor. Se usará un aceite que sea compatible con el del reactor.

Se incluirán elementos que aseguren el correcto nivel aceite en los aisladores pasantes y los indicadores de nivel deberán dar una indicación adecuada a un observador en el piso.

La construcción de los aisladores pasantes debe permitir el soporte de cargas máximas de trabajo con factores de seguridad mínimo de 2,5.

Sobre la porcelana de los aisladores pasantes estarán impresos el nombre del fabricante, la fecha de horneado y otros datos de interés; estas marcas deberán ser de fácil lectura y visibles después de ensamblar los accesorios. Las marcas deberán imprimirse en la porcelana antes de ser quemada. Los aisladores pasantes deberán ser montados en el tanque de tal manera que las conexiones puedan removerse sin obstáculo.

Los aisladores pasantes tipo condensador deben tener una derivación capacitiva para medida de factor de potencia.

En el PRIMARIO, deberán ser provistos conectores para un cable de 397.5 – 954 MCM ACSR; en el NEUTRO, deberán ser provistos conectores para un cable de 4/0 AWG – 397.5 MCM ACSR. El calibre de los cables será definido en la etapa de aprobación de planos.

Se deberá suministrar un (1) conector terminal extra de cada tipo usado, como reserva.

# TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN AISLADORES PASANTES

El reactor de potencia, incorporará transformadores de corriente (TC´s) tipo toroidales (de aisladores pasantes) de acuerdo a las especificaciones establecidas en la Planilla de Datos Técnicos Garantizados, serán fabricados de acuerdo con la última versión de la publicación IEC 60044-1.

Los transformadores de corriente instalados en los aisladores pasantes del reactor de potencia serán tipo multirelación, con las relaciones indicadas en la Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

Todos los terminales secundarios de los TC´s deberán llevarse hasta cajas de salida ubicadas cerca de los aisladores pasantes. Estas cajas de salida deberán ser herméticas, con índice de protección IP54 y accesibles desde el exterior. Desde estas cajas el fabricante cableará los secundarios de los TC´s hasta el gabinete de control del reactor.

Con los transformadores de corriente se suministrará una placa que se localizará en la parte interna de la caja de conexión de los terminales secundarios, en ella se indicarán claramente las conexiones requeridas para la relación. Estas conexiones y la relación usada se indicarán en los diagramas de conexiones. Los TC´s se someterán a las pruebas de rutina establecidas en la publicación IEC 60044-1.

El fabricante deberá entregar los protocolos de las pruebas tipo y rutina aplicadas a los transformadores de corriente. Además, se deberá entregar las curvas de excitación de los TC´s.

Para todos los núcleos de medición deberán suministrarse datos de calibración medidos en fábrica incluyendo error de magnitud y desplazamiento del ángulo de fase, para el rango de medición comprendido entre 25% y 100% de la carga nominal.

# SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El reactor deberá estar equipado con un conjunto de radiadores para refrigeración ONAN.

## Radiadores

Los radiadores deberán ser diseñados y probados para soportar las condiciones de presión de vacío especificada para el tanque. También serán diseñados para ser accesibles con fines de limpieza y pintura, no debe admitir la acumulación de agua en las superficies exteriores y para prevenir formaciones de gas o bolsas de aire cuando el tanque este siendo llenado. Todos los radiadores del reactor serán idénticos, desmontables y con la posibilidad de intercambiarse entre sí.

Los radiadores deberán estar conectados al tanque por medio de bridas de acero, maquinadas y soldadas al radiador y al tanque, deberán estar provistas de empaquetaduras resistentes al aceite. Cada conexión de radiador sobre el tanque deberá estar provista de una válvula de cierre, que pueda ser bloqueada en la posición cerrada o abierta, para permitir que se remueva el radiador sin sacar del servicio el reactor. Una brida ciega separada, a prueba de aceite, deberá proveerse en cada conexión para cerrarse cuando el radiador esté desmontado. Cada radiador deberá tener argollas de izaje, un tapón de purga de aceite en el fondo y un tapón de ventilación en la parte superior. Los tapones de purga y ventilación no deberán localizarse en las bridas del radiador.

En las superficies exteriores, los radiadores deberán ser galvanizados en caliente y pintados por métodos establecidos en las normas internacionales; de manera que estos sean apropiados para ambientes tropicales. El proveedor deberá indicar el procedimiento a ser usado para garantizar la adherencia a largo plazo de la pintura al galvanizado exterior.

El sistema de enfriamiento debe prever un radiador extra en caliente, de manera que ante la falla de un radiador, el reactor no supere los límites térmicos especificados.

# GABINETES

Los gabinetes de control deberán ser adecuados para uso a la intemperie, con un grado de protección IP54. Los gabinetes deberán tener un visor de vidrio templado de dimensiones adecuadas, para observar las medición y/o indicaciones de los IED instalados dentro del gabinete.

Los circuitos de control, fuerza y calefacción deben estar protegidos mediante interruptores termomagnéticos, los cuales a su vez deben disponer de contactos auxiliares de alarma. Los distintos dispositivos deberán ser cableados hasta regletas de terminales (borneras). Los gabinetes de control deberán considerar una tapa en la parte inferior, con pernos, empaquetaduras y prensaestopas, para la entrada y salida de los cables de control y fuerza. Serán instalados a una altura apropiada para un operador de pie sobre el nivel de la base. Deben poseer calefactor blindado, controlado por termostato, para prevenir condensación de humedad en su interior.

Deben incluir iluminación interior accionada por interruptor de contacto de puerta. Todos los dispositivos instalados en el gabinete deben estar convenientemente identificados mediante placas acrílicas grabadas en forma indeleble, de acuerdo a los planos de cableado. El propio gabinete tendrá su placa de identificación. Las identificaciones estarán en idioma español. Los gabinetes de control deben estar instalados con elementos amortiguadores para evitar el traspaso de las vibraciones del reactor a los elementos de control.

Se deberá suministrar con el reactor un Gabinete de Control.

## Gabinete de Control

El reactor, se deberá suministrar con un “Gabinete de Control”, montado sobre el reactor, para el cableado de transformadores de medida, relés, señales de indicación, etc.

Las identificaciones del cableado interno de los gabinetes deberán ser descritos de manera clara e identificando el origen y destino en cada punta de los cables, las mismas no deberán perder sus características de legibilidad por acciones de tiempo, humedad y luz.

# ACCESORIOS

El reactor incluirá los siguientes dispositivos de protección: relé Buchholz, monitor de temperatura de aceite, indicador magnético de nivel de aceite, monitor de temperatura de devanados por 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 Vc.c. a 0.5 A de corriente.

## Analizador de gases

Se debe suministrar un equipo de análisis de gases disueltos en el aceite del transformador en línea, similar a SITRAM Multisense 5 de la marca SIEMENS. El equipo debe detectar, como mínimo los siguientes gases:

1. Hidrogeno – H2 -
2. Monoxido de carbono – CO –
3. Acetileno – C2H2 –
4. Etileno – C2H4 –
5. Medida de humedad disuelta en el aceite

El equipo debe tener una pantalla en sitio, que permita visualizar cada uno de 4 gases disueltos y la media de la humedad en el aceite. Adicionalmente debe tener facilidades para descargar la información histórica desde una PC y poder comunicarse en protocolos MODBUS RTU, DNP3.0

El analizador de gases deberá tener salidas analógicas para indicación remota de los valores de gases y la medida de humedad, con selección de las corrientes de salida (4-20 mA).

## Detectores de temperatura

El reactor se deberá suministrar con detectores de temperatura (RTD’s) para el punto caliente de los devanados y del aceite, que serán usados con el relé térmico y con los monitores de temperatura.

Cada RTD deberá montarse sumergido en el aceite del equipo. Los RTD's deberán responder a la temperatura del punto caliente de cada devanado.

Deberán disponerse facilidades para permitir la remoción de los detectores de temperatura sin necesidad de pasar los bulbos y la tubería capilar a través de varios compartimentos. Se proveerá la protección necesaria y se evitarán quiebres agudos donde los tubos capilares entran en el gabinete.

## Monitor de temperatura para aceite y arrollamientos

El transformador de potencia se deberá suministrar con un monitor de temperatura que integre la temperatura de aceite y los devanados AT y BT, MESSKO MTeC EPT303 o QUALITROL 509 o su equivalente, con indicación visual en sitio. El grado de protección del dispositivo deberá ser tal que evite la condensación de humedad ante cambios bruscos de temperatura.

El monitor de temperatura del transformador supervisará la temperatura para el punto más caliente de cada devanado y para el punto más caliente del aceite, equipados con contactos de alarma y disparo para sistema de 125 Vcc, para ser utilizados en conjunto con los detectores de temperatura especificados anteriormente, para operar con valores de temperatura ajustable entre 50°C y 120°C a valores recomendados por el fabricante.

Para cada devanado del transformador el monitor de temperatura deberá disponer de una función que responda tanto a la temperatura de la parte superior del aceite, compensada con el valor de temperatura ambiente (el sensor externo de temperatura ambiente, debe estar incluido en el suministro), como al efecto calefactor directo de la corriente de carga, indicando por lo tanto la temperatura del punto más caliente del devanado y teniendo una característica que corresponda a la del devanado del transformador; esta función operará con los detectores de temperatura descritos. Los transformadores de corriente que sean necesarios deberán ser suministrados por el Oferente.

Preferentemente, el monitor de temperatura será digital y modular, con menús programables a través de un panel frontal y conexión a PC a través de un puerto RS485 con alimentación universal continua 125 Vcc.

Cada monitor de temperatura deberá tener una salida analógica para indicación remota de las temperaturas de cada uno de los devanados o aceite, con selección de las corrientes de salida (4-20 mA).

Los monitores deberán tener las siguientes funciones:

* Protocolos de comunicación seleccionable, IEC 61850 PRP y mínimo 2 protocolos adicionales (Modbus RTU, DNP3.0. etc).
* Memoria no volátil del monitor, adicionalmente deberá tener las opciones de desconexión de cualquiera de los relés de salida (control de ventilación, alarmas, disparo y autodiagnóstico).

El monitor de temperatura será instalado dentro del gabinete de control del transformador, a una altura que permita lectura fácil y directa desde el piso a través del visor de vidrio del gabinete de control.

## Dispositivo de alivio de presión

Este dispositivo estará localizado sobre la cubierta superior del tanque, de tamaño adecuado para proteger el tanque contra una sobrepresión interna. El aceite que sea expulsado por el dispositivo deberá ser dirigido por un tubo metálico hasta la fosa del reactor.

El dispositivo será diseñado para disminuir la descarga de aceite y expulsar el gas acumulado después de abrir; este dispositivo operará a una presión estática menor que la presión de la prueba hidráulica del tanque del reactor. Deberá soportar pleno vacío y no presentará fugas de aceite durante el transporte o montaje del reactor.

Después de operar el dispositivo se repondrá automáticamente a un valor positivo de la presión residual del gas. Este dispositivo deberá poseer una señal que permita identificar su operación de disparo y con contactos de alarma para cierre, adecuado para operar con 125 Vc.c. no puesta a tierra, los cuales podrán reponerse desde el piso.

## Relé buchholz

El relé Buchholz será montado entre tanque principal y el tanque de expansión del reactor. Este relé estará provisto de contactos de cierre de alarma y disparo, adecuados para operar en un sistema de 125 Vc.c. no puesto a tierra; se activará con la acumulación de gas en la cámara de los flotadores o con el flujo indebido del aceite ocasionado por fallas internas. Deberá estar provisto con grifos de prueba para muestreo de gas y de aceite. Se suministrarán dos válvulas de aislamiento con las cuales se facilite su desmontaje y mantenimiento.

## Relé de presión súbita

El reactor debe estar dotado con un relé de presión de rápida respuesta a la tasa de crecimiento de la presión de aceite. El dispositivo deberá tener una condición igualadora que le permita mantener constante la exactitud a todos los niveles de presión. Deberá ser insensible a variaciones lentas de presión ocasionadas por cambios de carga y deberá operar únicamente para fallas internas. El relé será fácilmente accesible para inspecciones o pruebas sin necesidad de desenergizar el reactor y deberá estar provisto con contactos de cierre para alarma y disparo alimentados con 125 Vc.c. no puesto a tierra.

## Relé de flujo de aceite

Para el tanque de expansión del cambiador de tomas del reactor deberá suministrarse un relé de flujo de aceite con contactos de alarma y disparo alimentados de 125 Vc.c. no puesto a tierra, equipado con un grifo para muestreo de aceite y conectado con dos válvulas de aislamiento.

## Indicador de nivel de aceite

Deberá suministrarse un indicador de nivel de aceite para el tanque conservador del reactor, dispuesto para llevar la señal al sistema de control y para indicación local en el reactor, equipados además con contactos para 125 Vc.c., no puesto a tierra, para dar alarma por bajo nivel.

## Deshidratador de aire libre de mantenimiento

Los deshidratadores de aire libre de mantenimiento deben ser marca MESSKO modelo MTRAB o su equivalente, deben ser montados en el conservador del Reactor.  La humedad debe ser controlada por medio de un sensor de humedad interno. La carcasa del respirador, su brida de montaje, gabinete de control y tornillería deberán ser fabricadas en aluminio anodizado o acero inoxidable (no se aceptará plástico). El gabinete de control deberá disponer de una resistencia de calefacción de anti-condensación. Debe tener un botón de prueba para auto-diagnóstico y teste de las funciones. Debe tener contactos de error a prueba de fallas y LED’s de indicación del estado de operación (verde, amarillo y rojo). El aire de entrada debe ser filtrado por medio de un filtro metálico en acero inoxidable.

## Pernos de anclaje

El Proveedor deberá suministrar los pernos requeridos para el anclaje del equipo al piso. El Proveedor suministrará para probación, un plano en el que se indique la forma del anclaje y de los detalles de los pernos, las dimensiones y el material.

Los pernos se diseñarán considerando las solicitaciones sísmicas horizontales y verticales teniendo en cuenta los datos sísmicos de la Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

## Placas de características

El reactor se deberá suministrar con una placa de acero inoxidable describiendo sus características técnicas, escrita en español, sujeta a aprobación, montada donde pueda leerse fácilmente. También para los aisladores pasantes y transformadores de corriente tipo aislador pasante. Se deberán suministrar placas conforme con las publicaciones aplicables IEC, que serán sujetas previamente a aprobación de ENDE.

También se debe proveer una placa que muestre la ubicación y función de todas las válvulas, grifos y tapones. Se deberá indicar la posición (abierta o cerrada) que tendrán, para: funcionamiento normal, llenado de aceite y vaciado de aceite del reactor.

Se deberá suministrar además, una placa que contenga el torque adecuado para todos los pernos del reactor.

## Estructura soporte de descargadores

Los descargadores para Neutro serán suministrados por el Proveedor y están previstos para instalación sobre la cuba del reactor incluyendo contadores de descargas.

El Proveedor deberá suministrar soportes metálicos removibles para instalar pararrayos tipo estación, en el lado de Neutro, por lo cual se deberá prever su fijación en el tanque del reactor. También se debe prever en el diseño la forma de instalación de los contadores de descargas.

La altura del soporte deberá ajustarse de modo que el extremo superior de cada descargador esté próximo al terminal del aislador pasante asociado, cumpliéndose las distancias eléctricas y de seguridad adecuadas.

También, es parte de alcance el diseño y suministro de las bajantes a tierra desde los pararrayos hasta la base del reactor con platinas de cobre.

## Válvulas

El reactor tendrá válvulas, para:

1. Muestreo de aceite en la parte inferior, media y superior del tanque.
2. Drenaje del tanque (válvula de compuerta con brida).
3. Conexión inferior de drenaje completo para el tanque principal y el conservador (ø50mm).
4. Conexión superior al tanque principal y el conservador (ø 50 mm).
5. Remoción de los radiadores sin drenar el tanque del reactor (válvulas de paso a la entrada y salida de cada radiador).
6. Extracción del aire del respiradero del aliviador de presión.
7. Drenaje completo y muestreo del tanque conservador.
8. Válvula para hacer vacío, ubicada en la parte superior del conservador del reactor.
9. Válvulas de paso a ambos lados del relé Buchholz.
10. Válvulas para el dispositivo de muestreo del relé Buchholz.
11. Válvula automática de retención a instalarse en la cañería del relé Buchholz, de modo que opere automáticamente en caso de pérdida importante de la cuba.

Todas las válvulas hasta ø 100 mm inclusive, deberán ser de media vuelta con las partes internas y externas de acero inoxidable.

Se deberán disponer medios para enclavar las válvulas con candado en las posiciones abierta y cerrada. Cada válvula deberá estar provista con un indicador que muestre claramente la posición, con bridas que tengan caras maquinadas; se deberán diseñar para mantenerse sin fugas de aceite aislante caliente.

Todas las válvulas deberán dotarse con una placa que tenga el número y la descripción de su función operativa. El transformador deberá disponer de una placa que muestre una lista y la localización de todas las válvulas.

En la parte superior del tanque del reactor deberá preverse un respiradero de aire conectado con tubería a una válvula, situada a una distancia accesible desde el piso, para permitir el escape de gas cuando el tanque está siendo llenado.

## Registrador de impactos

Durante el transporte el reactor deberá ser equipado con un registrador de impactos de tres ejes ortogonales; aptos para funcionar a la intemperie con 100% de humedad.

El Registrador de impactos debe ser similar a Messko IM100, con capacidad para registrar la fecha, hora, magnitud de aceleración (X-Y-Z) de mínimo 500 eventos de impacto y/o vibración, ventanas de tiempo y resumen de información obtenida. Debe tener GPS para localizar el sitio de impacto y contar con GSM para enviar información en tiempo real al cliente, de: fecha, hora, magnitud de impacto y datos de ubicación. Los gastos de habilitación y mantenimiento del sistema GPS y GSM, durante el transporte, correrán por parte del suministrador.

Adicionalmente debe permitir la comunicación por bluetooth, para la descarga de la información desde una computadora con el software del equipo.

Antes del embarque de los equipos, el fabricante deberá informar las aceleraciones máximas permisibles para el reactor.

Luego del arribo de los reactores a la obra, serán comparados los datos del registrador con los valores máximos garantizados.

En caso de verificarse la superación de los valores límites establecidos, ENDE se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios.

Los costos de los ensayos y del eventual traslado de retorno a fábrica del o los equipos quedarán a cargo y costo del Proveedor.

El lote restante de registradores no forma parte de la provisión y serán devueltos una vez obtenida toda la información de los reactores, cuando arriben a destino.

## Pararrayos de ZnO para Neutro

El Proveedor deberá suministrar pararrayos de óxido de Zinc de clase 2 para el neutro del reactor, contador de descargas, bases aislantes, platina de cobre hasta nivel de piso, accesorios de fijación y conexión.

Los pararrayos deberán ser sometidos a las pruebas comprendidas en las Normas IEC vigentes.

# CABLEADO DE CONTROL Y CIRCUITOS AUXILIARES

Los conductores de alimentación c.a. y c.c. deben ser de cobre flexible y clase de aislamiento 0,6/1 kV, y temperatura de operación clase 90º C, del tipo antillama no propagador del fuego.

Para los circuitos de control, la sección de los cables será de 2,5 mm² y de 4 mm² para los circuitos de corriente. La identificación del cableado debe ser del tipo origen/destino en cada extremo del cable. Los extremos de los conductores deben ser identificados con anillos no metálicos, con letras visibles e indelebles, siguiendo la misma identificación existente en los esquemas de cableado.

Todo el cableado debe ser efectuado en canaletas plásticas con tapa removible y, los tramos de cableado entre parte fijas y móviles deben protegerse con tubo plástico corrugado o con cintas plásticas helicoidales. En lo posible, los diferentes circuitos deberán diferenciarse por colores. El fabricante debe indicar en su propuesta las características de todos los cables de control a utilizar en la construcción del sistema.

Cada regleta terminal debe estar identificada individualmente y sus bornes debidamente numerados. Las regletas terminales deben ser montadas con espaciamiento suficiente para la interconexión de cables de llegada y salida. Los bloques terminales deben ser apilables.

Los terminales para los circuitos de corriente deben ser seccionables y permitir cortocircuitar los mismos. El fabricante debe disponer de terminales libres (de reserva) en porcentaje no inferior a 20% del total utilizado en cada uno de los gabinetes.

Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

* Los bloques terminales deben tener clase aislamiento 1 kV.
* Todos los cables deberán tener terminales prensables del tipo punta con collarín aislante.
* Para los circuitos de corriente se deben utilizar terminales tipo ojal.
* El suministro de voltaje auxiliar de calefacción, poder e iluminación, será adecuado para voltaje de 380/220 Vc.a. y para los accesorios de protección y control en un voltaje de 125 Vc.c.
* El cableado que conecte las diferentes piezas, equipos o accesorios de los circuitos eléctricos propios del reactor, se efectuará utilizando cajas terminales y tubo de acero galvanizado rígido del tipo "Conduit" (o tubo de acero galvanizado flexible, según requerimiento).
* No se admitirán relés repetidores para las alarmas y disparos de las protecciones mecánicas del reactor.

# REPUESTOS

La provisión, en forma global, incluirá lo siguiente:

* Debe suministrarse los repuestos que se indican en la “Lista Detallada de Repuestos de Reactores”, esta debe ser presentada con los ítems mínimos descritos de dicha lista.

El fabricante podrá recomendar otras piezas que juzgue necesarias para el mantenimiento de la máquina por un periodo mínimo de operación de 5 años.

# ENSAMBLE Y PRUEBAS EN FÁBRICA

El reactor será completamente ensamblado y ajustado en fábrica y se le realizarán las pruebas acostumbradas por el fabricante y otras que se relacionan más adelante. Se marcarán todas las partes para facilitar el ensamble en el campo. Todas las pruebas que aquí se especifican serán presenciadas por personal del Contratante o por un representante autorizado a menos que se desista por escrito. Las pruebas se realizarán como se especifican en las publicaciones IEC aplicables.

Las pruebas se realizarán a cualquier temperatura ambiente entre 10°C y 40°C. Donde se requiera que los resultados de prueba se corrijan a una temperatura de referencia, esta será 75°C.

El valor del factor de potencia de cualquiera de los aislamientos, tanto en pruebas en fábrica como en la recepción en sitio, no debe superar el valor del 0,5%, corregido a una temperatura de 20ºC.

Se establece que el límite de grado promedio de polimerización de la celulosa debe ser superior a 1000, determinado directamente a partir del análisis de la muestra de papel; obtenida a partir de los estudios de deterioro de vida útil y teniendo en cuenta una vida útil de 40 años para el reactor.

El Oferente realizará las pruebas de rutina sobre el reactor y sobre todos sus accesorios antes de ensamblarlos. El precio de las pruebas debe estar incluido en el precio de los equipos. Cuando algún resultado de las pruebas no esté de acuerdo o existan dudas con los valores especificados, se repetirán las pruebas sin ningún costo para el Contratante.

Una vez concluido el proceso de secado de la parte activa de cada unidad, se deberá medir y garantizar, los siguientes valores:

* Grado de polimerización del papel, mínimo 1000.
* Humedad en el papel con el método Karl Fischer menor a 0.5%

El Oferente debe realizar un registro fotográfico, desde el inicio del proceso de secado de la parte activa y durante todo el ensamblado de cada unidad; el mismo será adjuntado al reporte de pruebas de rutina.

## Pruebas tipo

El Oferente deberá entregar una copia a ENDE de los reportes de pruebas tipo de un reactor similar, fabricado durante el periodo de los últimos 5 años contados a partir de la fecha de la adjudicación; si no dispone de reportes de prueba tipo con esta vigencia, se deberán realizar las pruebas tipo de acuerdo a las últimas publicaciones de la norma IEC 60076, IEC 60214, IEC 60270, IEC 60137, IEC 61869-2 y su costo deberá ser considerado dentro del costo de los equipos.

Adicionalmente, se deben realizar las pruebas tipo indicadas a continuación, las mismas serán efectuadas sobre solamente un reactor por cada tipo de diseño del suministro, el costo de estas pruebas estará incluido en el precio de los equipos.

* Pruebas tipo para reactor
* Prueba de incremento de temperatura
* Prueba de medida de vibración
* Medida del nivel del ruido
* Pruebas dieléctricas
* Prueba de contenido de armónicos en la corriente de excitación.
* Medición de la impedancia en núcleo de aire.

## Pruebas de rutina

El reactor será completamente ensamblado y ajustado en fábrica, y ser sometido a ensayos de rutina del fabricante, además de las que se especifican más adelante.

El reactor será sometido a las pruebas de rutina especificadas en la Publicación IEC 60076. Los equipos de prueba a utilizar, métodos, mediciones y componentes deberán estar de acuerdo con los requerimientos de las publicaciones IEC 60044, 60060, 60076-2, 60076-3, 60289 y 60296.

Adicionalmente a las pruebas de rutina especificadas en la publicación IEC60076-1, el Proveedor deberá realizar las siguientes pruebas:

* Pruebas de Nivel Básico de Impulso, incluyendo la onda cortada.
* Pruebas de medición de impedancia.
* Prueba de descargas parciales.
* Prueba del factor de potencia del aislamiento.
* Pruebas de aislamiento de cableados de control y protección.
* Prueba de hermeticidad.
* Prueba de vacío.
* Pruebas de saturación de todos los transformadores de corriente tipo aislador pasante.
* Pruebas de medición de la clase de error y burden de los transformadores de corriente, en todos los niveles de tensión del reactor.
* Prueba de respuesta por barrido en frecuencia (SFRA – Sweep Frequency Response Analysis). Esta prueba de SFRA debe ser realizada con un equipo OMICRON-FRAnalyzer o un equipo DOBLE M5100.

Se deberá realizar pruebas de rutina en los aisladores pasantes, de acuerdo a lo establecido en las publicaciones IEC 60137, 60060-1, 60060-2.

**Tanque**

Para fugas de aceite y aire, el tanque deberá probarse a una presión no menor de 68,65 kPa (0,7 kg/cm²).

**Resistencia**

Se deberá medir la resistencia en frío de cada devanado. También se deberá medir la resistencia en caliente de los devanados al realizarse la prueba de calentamiento.

**Impedancia**

Se determinará las impedancias de secuencia positiva y cero correspondientes a las características de refrigeración ONAN.

**Temperatura**

El reactor de potencia deberá someterse a pruebas estándar de temperatura. El incremento de temperatura deberá determinarse para operación continua al 100% de su capacidad y con todos los radiadores en servicio.

**Rendimiento**

Se deberán medir las pérdidas y su rendimiento para el 50%, 75% y 100% de la carga nominal.

**Resistencia dieléctrica de los devanados**

El reactor de potencia, incluyendo los aisladores pasantes, deberá ser sometido a las pruebas normalizadas de baja frecuencia, de onda cortada y de onda plena de impulso.

**Aislación de los circuitos de control**

Los dispositivos, circuitos de control y motores de los ventiladores deberán ser sometidos a pruebas dieléctricas.

**Factor de potencia del aislamiento**

Cada devanado del reactor de potencia, deberá ser sometido a la prueba de factor de potencia y los datos obtenidos deberán formar parte de los reportes de prueba. Esta información será tomada como referencia para futuras pruebas de mantenimiento.

**Curva de magnetización**

Esta prueba es para determinar la curva características de magnetización, para el caso de reactor no-lineales o saturado. La medición puede ser realizada a frecuencia industrial y corriente hasta la máxima tensión de operación; este valor puede ser menor previo acuerdo entre el Proveedor y el Cliente.

**Nivel de ruido**

El reactor deberá someterse a las pruebas de nivel del sonido de presión. Se realizarán las mediciones alrededor del reactor y estas estarán distribuidas a 1 metro entre mediciones; la altura de medición será la mitad de la altura de lado medido y la distancia de 0.3 metros, de la superficie principal de radiación acústica.

**Vibraciones**

El reactor deberá someterse a las pruebas de vibración, cuando el reactor este energizado con la máxima tensión de operación. Las mediciones deberán ser expresado en términos de magnitud de amplitud “peak-to-peak”; los valores medidos no deben exceder 200 µm.

**Cromatografía del aceite aislante**

Previamente al inicio de los ensayos y una vez finalizados los mismos, se tomarán muestras del aceite de la máquina sobre las que se realizará una cromatografía en fase gaseosa según las normas ASTM correspondientes.

Los valores obtenidos servirán para evaluar el estado de la máquina y como base de comparación para los ensayos similares a realizarse durante la vida de la máquina.

El costo de las pruebas descritas estará incluido en el costo del reactor.

El tablero de control y sus componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas ASTM. 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.

Con una anticipación de 30 días, el Proveedor debe enviar a ENDE, para su aprobación, el programa detallado de pruebas en fábrica y los diagramas de los circuitos de conexionado de cada ensayo que incluya una descripción resumida, indicando con los criterios de aceptación. El programa y los diagramas, deben ser adecuados para comprobar que los equipos atienden los requisitos técnicos establecidos.

ENDE enviará a dos (2) ingenieros a las pruebas de fábrica; los costos de pasajes aéreos de ida y vuelta, hotel, transportes y alimentación estarán a cargo del ENDE.

Una vez realizadas las pruebas en fábrica, se entregará al Ingeniero la certificación de las pruebas con el informe correspondiente.

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.

Si las pruebas revelan deficiencias en los equipos, 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.

## Pruebas de aceptación en sitio

El Proveedor deberá brindar los servicios de un supervisor de fábrica competente, interiorizado en el montaje, y puesta en funcionamiento y operación de los equipos que se suministran.

ENDE realizará el montaje del reactor o contratará una empresa especialista para el montaje de reactores.

El supervisor de fábrica será el responsable del montaje y actuará como guía del personal de montaje de ENDE.

El supervisor de fábrica deberá participar de las pruebas de aceptación en sitio, además supervisará la puesta en servicio del reactor.

Treinta días antes de la realización de las pruebas, el Proveedor entregará a ENDE, para su aprobación:

* Lista de pruebas a realizar.
* Descripción de los procedimientos de cada prueba.
* Detalle de los equipos e instrumentos que se utilizarán para dichas pruebas.

Dentro de las pruebas a desarrollar deben estar incluidas las siguientes:

* Ensayo dieléctrico del aceite, después de su tratamiento.
* Ensayo de fugas de aceite (deberá ser realizado con el aceite caliente a 60 ºC) para detectar eventuales pérdidas de aceite.
* Ensayo de resistencia del aislamiento de los devanados y núcleo (con Megger).
* Verificación de la resistencia de aislamiento y del funcionamiento de los motores eléctricos del sistema de refrigeración.
* Control de funcionamiento de todos los dispositivos de protección.
* Medición de la resistencia de aislamiento, de la resistencia óhmica, verificación de relación de transformación y polaridad de los transformadores de corriente.
* Medición del factor de disipación (tg delta) y de la resistencia de aislamiento de los aisladores pasantes.

ENDE suministrará los equipos e instrumentos requerido para estas pruebas. ENDE aprobará la lista de pruebas y podrá agregar alguna otra prueba que en su criterio considere necesaria realizar. El Proveedor deberá aprobar los resultados de las pruebas en planillas de protocolos correspondientes, y entregará 3 copias de los reportes de prueba a ENDE.

# INFORMACIÓN A SER PRESENTADA POR EL PROPONENTE ADJUDICADO

La información que debe ser presentada por el proponente adjudicado antes de la firma del Contrato, en la Concertación de Mejores Condiciones Técnicas y administrativas, es:

* Copia de los protocolos de Pruebas Tipo realizadas a equipos de similares características que los ofrecidos.
* Detalle tipo de proceso de secado de la parte activa del reactor a ser suministrado.
* Planilla de datos Técnicos Garantizados.
* Cronograma de fabricación.
* Lista de equipos incluidos en el suministro con sus características y componentes principales.
* Planos de disposición general del reactor, indicando sus dimensiones principales, sus pesos y ubicación de los accesorios.
* Información de aisladores pasatapas, con diagramas, dimensiones y pesos.
* Lista de referencia de las instalaciones del mismo tipo de reactor ofrecido, con el año de puesta en servicio.
* Cualquier otra información que ilustre los equipos ofrecidos.

Los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, se aceptará excepcionalmente inglés, siendo preferido el idioma castellano.

# INFORMACIÓN A SER PRESENTADA DESPUÉS DE LA FIRMA DE CONTRATO Y ORDEN DE PROCEDER

En un plazo máximo de 90 (noventa) días calendario a partir de la firma de contrato y orden de proceder; el Proveedor deberá enviar vía correo electrónico, para aprobación por parte de ENDE, de la siguiente información:

* Lista de planos y documentos.
* Cronograma final de fabricación.
* Modelo 3D del reactor, en formato dwg (solo vista exterior).
* Vista de planta y cuatro vistas laterales con todos los detalles (ubicación placa apoya gatos, bornera de puesta a tierra, cierre tapa de cuba, detalle de decubaje, inclinación de cañerías en general, accesorios y su ubicación, etc.), distancias eléctricas entre bornes y tierra, todo debidamente acotado.
* Copia del protocolo de pruebas del aceite a utilizar.
* Esquemas funcionales y cableado de todos los circuitos de fuerza motriz, mando, control y protección, con numeración de borneras y ubicación de las mismas.
* Plano del gabinete de comando.
* Detalles de las placas de características, y; diagrama de operación y localización de válvulas.
* Detalle, con plano de ubicación y numeración correspondiente de todas las juntas de la máquina.
* Detalle, con plano de ubicación y numeración correspondiente de todas las tapas que se utilizarán durante el transporte y son posteriormente removidas en el montaje.
* Manual o instrucciones de puesta en servicio y mantenimiento, y folletos en idioma español de:
* Aisladores pasantes
* Relé Buchholz
* Niveles de aceite
* Relés de imagen térmica
* Termómetros
* Secador de silica-gel
* Dispositivo de alivio de presión
* Válvula automática de retención.
* Manual o instrucciones de transporte, puesta en servicio y mantenimiento de la máquina, y sus componentes.
* Instrucciones para el manipuleo, purga y tratamiento de aceite.
* Memoria descriptiva del método de secado e impregnación que será utilizado. Adjuntando lista de los equipos que se utilizarán para realizar ésta tarea.
* Certificado de fábrica, de la chapa (lámina) que será usada para fabricar el núcleo y la cuba.
* Listado con marca y modelo de todos los componentes eléctricos instalados en los gabinetes de comando.
* Válvulas con indicación del material.
* Esquemas eléctricos de los gabinetes (comando, agrupamiento, cambiador de tomas bajo carga).
* Detalles de la estructura soporte de los descargadores.
* Cualquier otra información sobre el equipo y componentes.
* Curva de daño
* Curva de perdidas vs temperatura
* Curva perdida de vida por sobrecarga
* Curva V / Hz
* Curva de saturación del núcleo (Tensión versus Corriente)

En un plazo máximo de 30 (treinta) días calendarios a partir de la recepción de la documentación de Proveedor; ENDE, dará respuesta vía correo electrónico sobre la información recibida, con una de las siguientes leyendas:

1. Aceptado
2. Aceptado con observaciones
3. Rechazado

En el caso de que la documentación contenga las opciones Aceptado con observaciones y Rechazado, el Proveedor debe realizar las modificaciones indicadas y remitir a ENDE la documentación correspondiente para una nueva revisión.

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.

La aceptación de cualquier documento no exime al Proveedor de plena responsabilidad en cuanto al funcionamiento correcto de los equipos, y a la obligación de suministrar el producto de acuerdo con las exigencias técnicas.

Treinta (30) días antes del embarque de los equipos, el Proveedor deberá presentar a ENDE:

* Tres (3) ejemplares de toda la documentación aprobada por ENDE (1 copia de los planos se entregará en formato AUTOCAD), incluyendo las respectivas modificaciones solicitadas.
* Tres (3) ejemplares del informe referido a las pruebas tipo y de rutina.
* Tres (3) ejemplares del informe referido a las pruebas de aceptación realizadas en fábrica.
* Tres (3) ejemplares de los manuales de montaje, operación y mantenimiento. Al salir de fábrica, el equipo deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control.

# EMBALAJE

El embalaje y la preparación para el transporte será tal que se garantice un transporte seguro de los equipos considerando todas las condiciones climatológicas y de transporte al cual estarán sujetas.

El reactor será embarcado a destino con un registrador de impactos en las tres direcciones (ejes x, y, z). El informe de interpretación de los datos del registrador de impacto será un anexo del acta de recepción en sitio.

# TRANSPORTE

El reactor de potencia deben ser adecuadamente apuntalado tomando todas las medidas necesarias de protección para su transporte, considerando las condiciones de las vías carreteras o vías de ferrocarril existentes en Bolivia. El reactor de potencia debe transportarse lleno 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 reactor sea transportado con nitrógeno, los devanados 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.

# IDIOMA

El idioma de las notas, cajetines y textos en general, en los planos para aprobación, debe ser en idioma castellano. Para el caso de manuales e información técnica, se aceptará excepcionalmente inglés, siendo preferido el idioma castellano. No serán aceptados otros idiomas, es responsabilidad del oferente realizar las traducciones al idioma castellano.

# PÉRDIDAS DEL REACTOR

Las pérdidas del reactor deberán ser típicas a los de reactores en derivación de líneas de transmisión.

## Tolerancias, penalidades y rechazos

a) Tolerancias de las Pérdidas Garantizadas

* Según la Norma IEC 60076

b) Penalidades

Cuando las pérdidas del reactor excedan los valores garantizados incluyendo sus tolerancias, se aplicarán las siguientes penalidades:

* **Para las pérdidas totales**

P1 = 4355 (Ptotales)

Siendo:

P1 = Penalidad en $us

Ptotales = Pérdidas totales medidas en el reactor en kW, después de las pruebas dieléctricas.

c) Rechazo

Se rechaza automáticamente el reactor, si las pérdidas totales, medidas durante las pruebas FAT, exceden las tolerancias máximas admitidas.

# 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 cuatro (4) 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 se indica en la Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

Tanto como sea practicable, todas las partes exteriores de metal, incluyendo el tanque y radiadores serán provistas con un acabado adecuado 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.

# ACEITE

## Tipo

El aceite mineral aislante, deberá ser nuevo e inhibido, similar al NYTRO 11GBX y debe obtenerse por destilación de crudos de petróleo de base predominantemente nafténica y refinado por métodos que satisfagan convenientemente las pruebas estipuladas para el despacho.

## Propiedades y pruebas

El aceite debe satisfacer los valores límites de las propiedades físico-químicas funcionales y los métodos de prueba indicados para un aceite Clase I, en las Publicaciones ASTM.

## Condiciones de aceptación y despacho

El muestreo se realizará en conformidad con el procedimiento descrito en la Norma ASTM.

El aceite se almacenará en tambores no retornables de 200 litros (55 galones) que cuidadosamente se hayan limpiado para tal propósito y no se hayan utilizado para otros fines.

Para la importación del Aceite Dieléctrico, es necesario tramitar una Autorización de la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH, por lo que al momento de la firma del Contrato, el Proveedor se compromete a presentar la siguiente información:

1. Marca
2. Fabricante
3. Cantidad en litros
4. Peso Neto
5. Destino
6. Procedencia
7. Ubicación final
8. Ruta de internación
9. Transporte
10. Modalidad de importación
11. Aduana de Destino
12. Compañía Proveedora
13. Partidas Arancelarias NANDINA
14. Envases

**Además, deberá entregar una copia del Certificado de Calidad del Aceite homologado por organismo de certificación reconocido por el país de origen (las normas aplicables ASTM), Ficha técnica del Producto y Certificado de Análisis que incluya el análisis Infrarrojo**.

# GARANTÍA A PRIMER REQUERIMIENTO DE BUEN FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO

El equipamiento, sus accesorios y componentes, deben ser cubiertos por una garantía emitida por un Banco local respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 12 meses a partir la puesta en servicio. Si durante el periodo de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, ENDE podrá exigir el reemplazo de esas piezas en todas las unidades que comprende el suministro, sin costo alguno.

# REVISIÓN DEL DISEÑO

Antes de comenzar con la fabricación de los reactores se realizará una revisión de diseño en fábrica basada en el CIGRE Technical Brochure 529: "Guidelines for conducting design reviews for power transformers", publicado en April 2013 por el Working Group A2.36.

La revisión del diseño tiene por objetivo asegurar que existe un entendimiento completo de las normas y especificaciones técnicas aplicables y realizar una revisión de los diseños o proyectos propuestos por el fabricante de modo de asegurar que todos los requisitos solicitados por el comprador se cumplen.

Las deficiencias de proyecto que se detecten durante la revisión del diseño deberán ser corregidas antes de comenzar con la fabricación de los reactores.

La revisión del diseño no elimina la responsabilidad del fabricante que deberá garantizar el correcto funcionamiento de los reactores en todos los ensayos de recepción y en operación en la red.

Asimismo dentro de la instancia de la revisión de diseño, se verificará los procedimientos previstos para los ensayos de rutina y tipo. Asimismo, se verificará, previa presentación por parte del fabricante de los planos correspondientes, que la funcionalidad prevista a nivel de instrumentos y paneles está de acuerdo a las especificaciones técnicas.

ENDE podrá realizar una revisión del diseño en fábrica o en las oficinas de ENDE en Bolivia, según considere adecuado. Al momento de la firma del Contrato, ENDE informará al fabricante si se realizará la revisión del diseño y donde sería efectuada la misma.

# PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

El Proponente presentará con su propuesta, la siguiente tabla debidamente llenada, firmada y sellada, la misma servirá de base para la evaluación técnica de la propuesta presentada y el posterior control de la provisión.

Durante el proceso de evaluación de las ofertas, ENDE, podrá solicitar aclaraciones o complementaciones técnicas, al Oferente, en el marco de los errores subsanables establecidos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ÍTEM 7.1** |  |
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | REQUERIDO | OFRECIDOALTERNATIVA 1 | OFRECIDOALTERNATIVA 2(OPCIONAL) | OFRECIDOALTERNATIVA 3(OPCIONAL) |
| 1.0 | **DATOS GENERALES** |   |   |   |   |   |
| 1.1 | Fabricante |   | Indicar |   |   |   |
| 1.2 | País de fabricación |   | Indicar |   |   |   |
| 1.3 | Número de unidades trifásicas a suministrar |   | 1 (Uno) |   |   |   |
| 1.4 | Altitud de instalación | msnm | 2.100 |   |   |   |
| 1.5 | Norma |   | IEC |   |   |   |
| 1.6 | Subestación |   | Padilla |   |   |   |
| 1.7 | Capacidad sísmica X / Y y frecuencia |   | 0,5g / 0,2g; 10 Hz. |   |   |   |
| 2.0 | **DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS** |   |   |   |   |   |
| 2.1 | Tensión nominal – Devanado AT | kV | 115 |   |   |   |
|   | Tensión Máxima – Devanado AT | kV | 126,5 |   |   |   |
|   | Tensión nominal - Devanado Neutro | kV | 52 |   |   |   |
| 2.2 | Corriente nominal operando en 115 kV | A | Indicar |   |   |   |
|   | Corriente máxima operando en 126,5 kV | A | Indicar |   |   |   |
| 2.3 | Capacidad nominal  | MVAr | 6 |   |   |   |
| 2.4 | Frecuencia asignada | Hz | 50 |   |   |   |
| 2.5 | Tipo de enfriamiento |   | ONAN (1 radiador de reserva caliente) |   |   |   |
| 2.6 | Tipo de construcción del núcleo |   | Gapped-Core |   |   |   |
| 2.7 | Tipo de aislamiento |   | No uniforme |   |   |   |
| 2.8 | Grupo de conexión del banco trifásico |   | Yn |   |   |   |
| 2.9 | Conexión del neutro a tierra |   |  Directamente puesto a tierra |   |   |   |
| 2.10 | **Características de magnetización** |  |  |  |  |  |
|   | - Tipo de núcleo magnético  |   | No lineal |   |   |   |
|   | - Tensión porcentual de saturación (“Knee point”) con respecto a la tensión nominal | % | Min. 140±5% |   |   |   |
| 3.0 | **NIVELES DE AISLAMIENTO INTERNO (DEVANADOS)** |   |   |   |   |   |
| 3.1 | **Devanado primario** |   |   |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 550 |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 230 |   |   |   |
| 3.2 | **Neutro** |   |   |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 250 |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 95 |   |   |   |
| 4.0 | **NIVELES DE AISLAMIENTO EXTERNO (BUSHINGS)** |   |   |   |   |   |
|   | **(Valores referidos a 3000 m.s.n.m.)** |   |   |   |   |   |
| 4.1 | **Lado primario** |   |   |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 650 |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 230 |   |   |   |
| 4.2 | **Neutro** |   |   |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 250 |   |   |   |
|   |  - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 95 |   |   |   |
| 5.1 | **Impedancias referida a 75 °C y a la tensión nominal y frecuencia asignada** |  |  |  |  |  |
|   | - Inductancia (secuencia positiva) | mH / Ohm | Indicar |   |   |   |
| 5.2 | **Pérdidas totales a 75 °C de temperatura de referencia, 100% de la tensión nominal y a la frecuencia asignada.** |   |   |   |   |   |
| 6. | Pérdidas totales. | kW | < 8 kW por MVAr |   |   |   |
|   | (6 MVAr) |   |   |   |
| 7. | **Elevación de la temperatura sobre 40°C de temperatura ambiente y 2.600 msnm.** |   |   |   |   |   |
|   |  . En arrollamientos (método resistencia) más caliente | °C | 65 |   |   |   |
|   |  . En aceite, parte superior (medido con termómetro) | °C | 60 |   |   |   |
|   |  . Punto más caliente | °C | 75 |   |   |   |
| 8. | Vacío que es capaz de soportar la cuba | mmhg | Pleno |   |   |   |
| 9. | **Niveles de cortocircuito asignados al sistema** |   |   |   |   |   |
|   |  - Cortocircuito monofásico a tierra | kA | 31,5 |   |   |   |
|   |  - Cortocircuito bifásico a tierra | kA | 31,5 |   |   |   |
| 10.0 | **TRANSFORM. DE CORRIENTE EN PASATAPAS** |   |   |   |   |   |
| 10.1 | **TC's - Lado (115 kV)** |   |   |   |   |   |
|   | **Clase de precisión y consumo** |   |   |   |   |   |
|   |  - Protección (núcleos)  |   | 3x (5P30-30 VA) |   |   |   |
|   |  .Relación de transformación  | A | 600-300/1 |   |   |   |
|   |  - Imagen Térmica  |   | 1 x (según diseño) |   |   |   |
| 10.2 | **TC's - Lado neutro (36 kV)** |   |   |   |   |   |
|   | **Clase de precisión y consumo** |   |   |   |   |   |
|   |  - Protección (núcleos)  |   | 3 x (5P30-30 VA) |   |   |   |
|   |  .Relación de transformación  | A  | 600-300/1 |   |   |   |
| 11.0 | **DATOS GENERALES DEL ACEITE AISLANTE** |   |   |   |   |   |
|   |  - Fabricante |   | NYTRO o su equivalente |   |   |   |
|   |  - Designación del fabricante |   | 11GBX o su equivalente |   |   |   |
| 12.0 | **ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES** |   |   |   |   |   |
|   |  - Nivel del sonido de presión  | db | <80 |   |   |   |
|   |  - Color de la pintura de acabado externo  |   | Gris N° 61 ANSI |   |   |   |
| 13 | **REPUESTOS DE REACTOR** |   |   |   |   |   |
| 13.1 | - Aislador pasatapas AT para 123 kV |   | 1 |   |   |   |
| 13.2 | - Aislador pasatapas X0 para 36 kV |   | 1 |   |   |   |
| 13.3 | - Radiadores (uno de cada tipo utilizado) |   | 1 |   |   |   |
| 13.4 | - Motoventilador con motor |   | 1 |   |   |   |
| 13.5 | - Válvula de alivio de presión del tanque principal |   | 1 |   |   |   |
| 13.6 | - Secador de aire para el tanque de principal |   | 1 |   |   |   |
| 13.7 | - Relé de gas Buchholz del tanque principal |   | 1 |   |   |   |
| 13.8 | - Detector de temperatura a resistencia |   | 1 |   |   |   |
| 13.9 | - Indicador magnético de nivel de aceite del reactor |   | 1 |   |   |   |
| 13.10 | - Monitor de temperatura de devanado y aceite |   | 1 |   |   |   |
| 13.1 | - Lote completo de empaquetaduras (uno de cada tipo utilizado) |   | 1 |   |   |   |
| 13.12 | - Lote completo de contactores y bobinas por cada tipo de contactores y reles utilizados del reactor (con detalle de cada contactor y rele) |   | 1 |   |   |   |
| 13.13 | Tambores de aceite de 200 litros cada uno  |   | 5 |   |   |   |

## INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA

El Oferente adjudicado deberá presentar la Información Técnica Complementaria, detallada líneas abajo. ENDE, indicó valores de referencia, en caso de divergencia, durante la reunión de Mejores Condiciones Técnicas, ENDE, revisará la correspondencia en DETALLE, con la referencia, definiendo la correspondencia o no; en caso de rechazo, el Oferente deberá suministrar los valores de referencia.

**INFORMACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA DEL ITEM 7.1**

**SUBESTACIÓN PADILLA – REACTOR TRIFASICO DE 6 MVAR, 115 kV**

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | INDICAR  |
| --- | --- | --- | --- |
| 9.0 | Impedancias referida a 75 °C y a la tensión nominal y frecuencia asignada |  |  |
|  | - Resistencia  | Ohm |  |
|  | - Relación de reactancia X0/X1 (1)  | Indicar |  |
|  | - Inductancia (secuencia positiva) | mH / Ohm |  |
|  | - Inductancia (secuencia homopolar) | mH / Ohm |  |
|  | - Factor de calidad (Q=X/R)  | Indicar |  |
| 10.0 | AISLADORES PASATAPAS (BUSHING) |  |  |
| 10.1 | Aisladores pasatapas – 123 kV |  |  |
|  |  - Fabricante / Tipo (ABB/Capacitivo) |  |  |
|  |  - Material (Porcelana) |  |  |
|  |  - Corriente nominal | A |  |
|  |  - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) | kA |  |
|  |  - Línea de fuga específica (25)  | mm/kV |  |
|  |  - Distancia de arco  | mm |  |
| 10.2 | Aisladores pasatapas - 52 kV |  |  |
|  |  - Fabricante / Tipo (ABB/Capacitivo) |  |  |
|  |  - Material (Porcelana) |  |  |
|  |  - Corriente nominal | A |  |
|  |  - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) | kA |  |
|  |  - Línea de fuga específica (16)  | mm/kV |  |
|  |  - Distancia de arco  | mm |  |
| 11.0 | DATOS GENERALES DEL ACEITE AISLANTE |  |  |
|  |  - Densidad máxima a 20 °C | kg/m³ |  |
|  |  - Viscosidad cinemática máxima: |  |  |
|  |  . a + 20 °C | mm²/s |  |
|  |  . a + 15 °C | mm²/s |  |
|  |  - Punto de inflamación, valor mínimo | °C |  |
|  |  - Punto de solidificación | °C |  |
|  |  - Valor máximo de la neutralización | mg/KOH/g |  |
|  |  - Azufre corrosivo |  |  |
|  |  - Rigidez dieléctrica mínima | kV/mm |  |
| 12.0 | ACCESORIOS |  |  |
|  |  - Gabinete de control (Si)  |  |  |
|  |  - Dispositivo de alivio de presión (Marca Qualitrol o Messko) |  |  |
|  |  - Indicador de nivel de aceite de cuba (Marca Qualitrol) |  |  |
|  |  - Relé Buchholz del reactor (Marca Qualitrol o MR)  |  |  |
|  |  - Monitor de temperatura para aceite y arrollamientos (Marca MR o Qualitrol) |  |  |
|  |  - Analizador de gases (Marca MTE o Qualitrol o Siemens) |  |  |
|  |  - Deshidratador de aire libre de mantenimiento (Marca MR Tipo Mtrab) |  |  |
|  |  - Planchas de gateo en la cuba (Si) |  |  |
|  |  - Sistema de pernos de anclaje (Si) |  |  |
|  |  - Escalera de seguridad para mantenimiento (Si)  |  |  |
|  |  - Estructura Soporte para pararrayos en el Neutro (Si) |  |  |
|  |  - Pararrayos de ZnO para neutro (Si) |  |  |
|  |  \* Modelo/Tipo |  |  |
|  |  \* Clase del pararrayos / corriente de descarga (Clase 2 /10 KA) |  |  |
|  |  \* Tensión nominal del pararrayos (Ur) | kVef |  |
|  |  \* Tensión de trabajo continuo máximo (Uc) | kVef |  |
|  |  - Otros accesorios (Estándar)  |  |  |
| 13.0 | TRANSPORTE |  |  |
|  | Transporte con Nitrógeno al 100% o aire seco (Si)  |  |  |
| 14.0 | MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS |  |  |
| 14.1 | MASAS |  |  |
|  | Masa total del reactor completamente equipado, listo para entrar en servicio | kg |  |
|  | Masa del reactor incluyendo los accesorios, pero sin aceite | kg |  |
|  | Masa de la pieza más grande para el transporte | kg |  |
| 14.2 | Dimensiones |  |  |
|  | Espacio total previsto en el suelo |  |  |
|  |  - Longitud | mm |  |
|  |  - Ancho | mm |  |
| 14.3 | Croquis de dimensiones  |  |  |
|  | - Reactor trifásico |  |  |

# DISPOSICIÓN REFERENCIAL DE COMPONENTES Y LIMITES DE TAMAÑO DEL REACTOR

