

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA PROVISIÓN DE**

**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE POTENCIA**

**20/25 MVA, 115/24.9kV**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**ÍNDICE**

[1. ALCANCE 4](#_Toc530065241)

[2. NORMAS DE APLICACIÓN 4](#_Toc530065242)

[3. CONDICIONES AMBIENTALES 5](#_Toc530065243)

[4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS REQUERIDAS 5](#_Toc530065244)

[5. LÍMITES DE AUMENTO DE TEMPERATURA 6](#_Toc530065245)

[6. NÚCLEOS 6](#_Toc530065246)

[7. DEVANADOS 7](#_Toc530065247)

[8. TANQUE PRINCIPAL 7](#_Toc530065248)

[9. TANQUE DE EXPANSIÓN DE ACEITE 9](#_Toc530065249)

[10. CONMUTADORES DE TENSIÓN BAJO CARGA. 9](#_Toc530065250)

[11. AISLADORES PASANTES (BUSHINGS) 10](#_Toc530065251)

[12. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN AISLADORES PASANTES 11](#_Toc530065252)

[13. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO 12](#_Toc530065253)

[13.1 Radiadores 12](#_Toc530065254)

[13.2 Ventiladores 12](#_Toc530065255)

[13.3 Control 13](#_Toc530065256)

[14. GABINETES 13](#_Toc530065257)

[Gabinete de control y Gabinete de control OLTC 14](#_Toc530065258)

[15. ACCESORIOS 15](#_Toc530065259)

[15.1 Analizador de gases 15](#_Toc530065260)

[15.2 Detectores de temperatura 15](#_Toc530065261)

[15.3 Monitor de temperatura para aceite y arrollamientos 15](#_Toc530065262)

[15.4 Relé regulador de tensión 16](#_Toc530065263)

[15.5 Dispositivo de alivio de presión 17](#_Toc530065264)

[15.6 Relé buchholz 17](#_Toc530065265)

[15.7 Relé de presión súbita 18](#_Toc530065266)

[15.8 Relé de flujo de aceite 18](#_Toc530065267)

[15.9 Indicador de nivel de aceite 18](#_Toc530065268)

[15.10 Deshidratador de aire libre de mantenimiento 18](#_Toc530065269)

[15.11 Pernos de anclaje 18](#_Toc530065270)

[15.12 Placas de características 18](#_Toc530065271)

[15.13 Caja metálica del secundario para conexión de cables de potencia 19](#_Toc530065272)

[15.14 Válvulas 19](#_Toc530065273)

[15.15 Registrador de impactos 20](#_Toc530065274)

[15.16 Pararrayos de ZnO para MT 20](#_Toc530065275)

[16. CABLEADO DE CONTROL Y CIRCUITOS AUXILIARES 20](#_Toc530065276)

[17. REPUESTOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES 21](#_Toc530065277)

[18. ENSAMBLE Y PRUEBAS EN FÁBRICA 21](#_Toc530065278)

[18.1 Pruebas tipo 21](#_Toc530065279)

[18.2 Pruebas de rutina 22](#_Toc530065280)

[18.3 Pruebas de aceptación en sitio 24](#_Toc530065281)

[19. INFORMACIÓN A SER PRESENTADA POR EL PROPONENTE EN LA REUNION DE MEJORES CONDICIONES 25](#_Toc530065282)

[20. INFORMACIÓN A SER PRESENTADA DESPUÉS DE LA FIRMA DE CONTRATO Y ORDEN DE PROCEDER 25](#_Toc530065283)

[21. EMBALAJE 26](#_Toc530065284)

[22. TRANSPORTE 27](#_Toc530065285)

[23. IDIOMA 27](#_Toc530065286)

[24. COMPARACIÓN DE OFERTAS 27](#_Toc530065287)

[24.1 Valorización de las pérdidas en el transformador 27](#_Toc530065288)

[24.2 Tolerancias, penalidades y rechazos 28](#_Toc530065289)

[25. PINTURA 29](#_Toc530065290)

[26. ACEITE 29](#_Toc530065291)

[26.1 Tipo 29](#_Toc530065292)

[26.2 Propiedades y pruebas 29](#_Toc530065293)

[26.3 Condiciones de aceptación y despacho 29](#_Toc530065294)

[27. GARANTÍA TÉCNICA 30](#_Toc530065295)

[28. REVISIÓN DEL DISEÑO 30](#_Toc530065296)

[29. PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS 30](#_Toc530065297)

[Esquema ilustrativo para el suministro del Transformador de Potencia 37](#_Toc530065298)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE POTENCIA

# ALCANCE

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

**Subestación Monteagudo:** Una (1) unidad de transformador trifásico de potencia, 20/25 MVA, ONAN/ONAF, **115/24.9kV** con regulador bajo carga, y grupo de conexión **YNd11**.

El transformador será usado para reducir la alta tensión procedente de la línea de transmisión en 115 kV Padilla – Monteagudo – Camiri, a un nivel de tensión de 24,9 kV para la red de distribución de la población de Monteagudo.

Los transformadores y sus accesorios deben cumplir con las características garantizadas requeridas, y deben ser diseñados de acuerdo con los requerimientos estipulados en este Capítulo.

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

# NORMAS DE APLICACIÓN

El transformador 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 60214: “On-load tap changer”.
6. IEC 60296: “Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear”.
7. IEC 60354: “Loading guide for oil immersed power transformers”.
8. IEC 60422: “Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment”.
9. IEC 60475: “Method of sampling liquid dielectrics”.
10. IEC 60542: “Application guide for on-load tap changers”.
11. NEMA PUB. TR1: “Transformers, Regulators and Reactors”.
12. Publicación ASTM Designation D3487: “Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus”
13. Fundiciones de acero ASTM A 27: “Especificaciones para fundiciones de acero de acero al carbón de baja y media resistencia”.
14. Acero estructural ASTM A 36: “Especificaciones para el acero estructural”.
15. 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”.
16. Placas de acero (para partes portadoras de esfuerzo importantes) ASTM A 285: “Especificaciones para láminas de tanques a presión de resistencia baja e intermedia”.
17. Acero hecho en horno eléctrico ASTM 345: “Especificaciones para láminas lisas de acero hechas en horno eléctrico para aplicaciones magnéticas”.
18. Cobre Electrolítico. ASTM B 5: “Especificaciones para alambre en barras, pastas, planchas, lingotes y barras de cobre electrolítico”.
19. 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”.
20. Accesorios de tuberías. ASTM B 16.5: “Bridas de tubos de acero y accesorios embridados”.
21. 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 transformador estará en servicio son las siguientes:

a) Altura sobre el nivel del mar 3000 metros; **para fines de diseño 3000 metros**.

b) Humedad relativa media ambiente 70 %

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

d) Variación de temperatura media anual 18ºC a 33ºC.

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

f) Temperatura mínima extrema -8ºC; **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 60 km/h; **para fines de diseño 120 km/h.**

# CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS REQUERIDAS

El diseño del transformador 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 transformador será del tipo sumergido en aceite dieléctrico, con devanados de cobre, refrigerados por circulación natural de aceite y en forma forzada por aire (ONAN/ONAF); adecuado para operación exterior y a la altura sobre el nivel del mar según lo indicado en el numeral 3.

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 IEC, relacionadas a los requerimientos de pruebas de carga y aislamiento para las corrientes de corto circuito a 110% de la tensión nominal.

El transformador tendrá la capacidad de operar en forma satisfactoria por 30 segundos con un 30% de sobretensión. También será capaz de operar en forma continua en condiciones de variación de tensión de ±10%, y de ± 5% de variaciones de frecuencia. Las tensiones de operación y de servicio (de línea) serán en el lado primario (115 kV), en el lado secundario de media tensión (24.9 kV), con un factor de potencia de 0.93. Deberán poder operar con tensiones de hasta un 110 % respecto a éstas (IEC 60076-1) sin la aparición de sobre tensiones ni corrientes armónicas proveniente de la saturación del núcleo de hierro.

El transformador deberá ser capaz de entregar en forma continua la potencia nominal sin necesidad de detenciones, ni marcha a menor potencia, en las condiciones atmosféricas y altitud indicado en el punto 3.

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

El transformador deberá poder funcionar en forma permanente en régimen de carga desequilibrada, debiendo admitir hasta un 15 % de desequilibrio en las corrientes de fase sin que ninguna de ellas supere el valor nominal.

# LÍMITES DE AUMENTO DE TEMPERATURA

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

El aumento de temperatura observable del transformador o de sus partes deberá determinarse de acuerdo con la Publicación IEC60076-2, con las correcciones requeridas por las condiciones ambientales del sitio. Así mismo admitirá sin daños la sobrecarga indicada en la Planilla de Datos Técnicos Complementarios.

# NÚCLEOS

El núcleo del transformador será construido con acero al silicio de alta permeabilidad magnética, laminado en frío, de grano orientado, de la más alta calidad, para garantizar un nivel bajo de pérdidas, vibraciones y ruido. Se aceptarán tecnologías de fabricación superiores (Hi-B, irradiadas por láser DRS, etc.), siempre y cuando estén indicadas claramente en la oferta.

El espesor máximo de la lámina será como máximo de 0.27 mm y las pérdidas máximas serán como máximo de 0.95 W/kg a 1.7 T y 50 Hz.

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.

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 transformador.

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 puestas a tierra en un único punto para evitar potenciales electrostáticos, mediante una salida aislada accesible, por medio de un aislador pasante adecuado para poder hacer una conexión a masa y realizar el ensayo de rigidez dieléctrica.

El núcleo, tendrá también, 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 o lateralmente a la cuba 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 de manera indeleble. Para el caso que se desee verificar el aislamiento del circuito magnético este puente será retirado, y el núcleo y/o la armadura metálica deberán quedar aislados eléctricamente entre sí y de la cuba.

El núcleo magnético estará eléctricamente aislado de la estructura de sujeción, los elementos aislantes a utilizar deben ser al menos 130°C, de acuerdo a lo establecido en la Publicación IEC 60085.

En los lugares de puntos calientes, se deberá utilizar material aislante clase “H” 180 ºC, papel Aramida (Nomex).

El Proponente deberá indicar los valores de la corriente de excitación para los diferentes valores de la tensión asignada solicitados. El valor al 100% de la tensión asignada deberá ser inferior a la 0,5% de la corriente asignada. En fábrica para todas las unidades se deberán hacer mediciones de la corriente de excitación al 95%, 100% y 110% de la tensión asignada. El fabricante deberá proporcionar la curva de saturación del transformador, incluyendo el punto de rodilla y la reactancia en aire, para cada devanado.

El Proponente suministrará la curva de excitación del transformador, la misma que será calculada por el fabricante y podrá ser corroborada mediante pruebas en sitio. Asimismo, el Proponente deberá entregar información que permita establecer la tasa de decaimiento del flujo remanente del transformador.

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, cuya instalación sea preferentemente apernada.

El sistema de apoyos del núcleo en la base de la cuba, deberá prever esfuerzos debido al transporte por caminos de tierra en malas condiciones y poseer un sistema de sello que permita evidenciar desplazamientos durante el traslado.

# 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 térmica "E" 120 ºC según IEC 60085-2007. El diseño del transformador y la disposición de las bobinas, garantizará la circulación adecuada del aceite dieléctrico. En los lugares de puntos calientes, se deberá utilizar material aislante clase “H” 180 ºC, papel Aramida (Nomex).

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 120 ºC).

En la reunión de mejores condiciones técnicas, el fabricante deberá suministrar información del tipo, marca y procedencia del papel utilizado en la construcción del transformador e instalar papel extra en el extremo superior de un bobinado, con el propósito de facilitar el monitoreo de la degradación del aislamiento sólido durante el tiempo de servicio del transformador.

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. El transformador será apto para soportar térmica y dinámicamente las corrientes de cortocircuito debidas a cualquier tipo de falla durante al menos 2 segundos, así como las corrientes de “in-rush”. El fabricante debe proporcionar el valor garantizado de la corriente “in-rush” máxima y el tiempo en el que esta cae al 50%.

La resistencia a cortocircuitos (térmica y dinámica) deberá cumplirse en todas y cada una de las posiciones del cambiador de derivaciones.

# 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.

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 transformador, 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 transformador y una descripción completa del sistema de gateo; cada punto de gateo debe permitir levantar el transformador completo lleno de aceite.

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 transformador 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 (4/0AWG) y 120 mm2.

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

Para desplazar horizontalmente el transformador 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 transformador completamente ensamblado y lleno con aceite. El proveedor incluirá instrucciones para levantar un transformador 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, válvulas de muestreo situadas en la parte superior, media e inferior de la cuba del transformador, conexiones para la bomba de vacío, válvulas de aislamiento de los radiadores, válvula de aislamiento de tanque de conservación con el bypass del tanque del cambiador de derivaciones 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 transformador 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 transformador sea arrastrado sobre una cama de madera (fotografías del tratamiento especial para base del transformador 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 de 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 transformador.

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 transformador 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 (negativa o positiva) excesivas, en el tanque a través de los ciclos de carga esperados.

En el tanque de expansión de aceite se instalará 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 sometida 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 transformador.

Uno de los extremos del tanque conservador, deberá tener una tapa apernada, para efectuar limpieza. Este tanque debe poseer cáncamos, 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).

# CONMUTADORES DE TENSIÓN BAJO CARGA.

El transformador deberá estar equipado con un cambiador de tomas bajo carga OLTC (Onload tap Changer) en el lado primario de los arrollamientos, que deberá permitir un rango de regulación de +10% y -10% de la tensión nominal a plena capacidad. Este rango deberá dividirse en pasos de +/-10x1%.

El OLTC deberá ser operado eléctricamente y ser apropiado para control automático y manual, para cambiar las conexiones de las tomas en el devanado primario (próximo al punto común), ubicado de tal forma que la salida del cambiador de tomas hacia el punto de conexión del devanado, se realice desde el conmutador diversor. El OLTC deberá interactuar además con el regulador automático de tensión que se instalará en la sala de control y también permitirá el control mediante un selector “local-remoto” en el gabinete de control del OLTC.

El cambiador deberá tener las mismas características asignadas que el correspondiente transformador en relación con la capacidad de soportar cortocircuito y sobrecarga, niveles de aislamiento y otras características aplicables. La corriente asignada de paso del cambiador de tomas deberá ser por lo menos igual a 1,2 veces la que corresponde a la derivación de máxima corriente del transformador, y el aumento de temperatura no excederá los límites establecidos en la Publicación IEC 60214 cuando los contactos lleven la corriente asignada de paso.

El cambiador de tomas consistirá de un conmutador, un selector de tomas, un mecanismo motorizado y dispositivos de control.

El conmutador diversor debe incluir el acumulador de energía operado por resorte, el conmutador mismo y las ampollas de vacío de transición. La unidad deberá estar albergada en una posición accesible en un compartimento separado, bien sea al interior (pero en la parte superior) del tanque principal o montado en un tanque de aceite separado, que esté soportado en el tanque principal o en su base. Deberá ser posible examinar, reparar o mover tal unidad sin bajar el nivel de aceite en el tanque principal del transformador. El compartimento lleno de aceite deberá estar provisto con una válvula de drenaje que contenga un dispositivo de muestreo incorporado. Deberá suministrarse un sistema independiente de preservación de aceite para la unidad diversora, deberá tener un dispositivo de alivio de presión, indicador de nivel de aceite y un respirador deshidratante. Si el conmutador para su operación requiere de un tanque de expansión, se deberá suministrar un relé de flujo de aceite, el cual incluirá los contactos eléctricamente independientes de alarma y disparo que sean necesarios.

El selector de tomas comprenderá el mecanismo propio, la columna con anillos de tomas, la jaula de la barra aislante con los terminales de conexión y los anillos superior e inferior de la jaula. La construcción deberá ser tal que el selector de tomas pueda ser retirado para inspección y reparación sin bajar el nivel de aceite en el tanque principal más de lo que se requiera para mantener los devanados principales completamente sumergidos en aceite.

Para el cambiador de tomas del transformador se deberá suministrar un mecanismo de accionamiento motorizado. El motor deberá ser apropiado para 380 Vca, sistema trifásico a 50 Hz. El mecanismo motorizado deberá estar provisto de un freno operado magnéticamente para garantizar un control preciso del cambiador. El mecanismo motorizado deberá albergarse en una caja para uso exterior, con grado de protección IP55 a ser montada en el transformador, provista con un calefactor actuado tanto por switch manual como automáticamente por termostato, para prevenir la condensación de humedad. La caja debe incluir el motor y los contactores, un contador mecánico de operaciones, un indicador mecánico de posición con puntos máximos y mínimos, visible desde el exterior, un transmisor para indicación remota de posición con salida 4-20mA (con alimentación 125 Vdc), y BCD, pulsadores de operación para subir y bajar, y un selector de control para el control local y remoto del cambiador, que deberá estar localizado en su gabinete individual de control.

Deberán suministrarse switch límites para prevenir la sobre-carrera del mecanismo, directamente conectados en el circuito del motor. Los switch límites pueden ser conectados en el circuito de control del motor, desde que se incorpore un mecanismo de desembrague mecánico.

Deberá suministrarse una manivela o una volante para la operación manual del mecanismo de accionamiento. El dispositivo para operación manual deberá estar enclavado eléctrica o mecánicamente para prevenir la operación del motor mientras que la manivela o el volante este en acción. En el mecanismo de operación se deberán proveer switch límites eléctricos operados mecánicamente y topes mecánicos para prevenir la sobre-carrera más allá de las posiciones máximas de subir y bajar.

La totalidad de los aparatos deberán ser de diseño robusto y capaz de prestar un servicio satisfactorio bajo las condiciones a encontrar en el servicio, incluyendo la operación frecuente.

El cambiador de tomas será controlado por un relé regulador de tensión de estado sólido IED (Intelligent Electronic Device), programable instalado en la sala de control, que pueda ajustarse para operar bien sea en una característica de tiempo inverso o de tiempo definido con ajustes de tiempo graduables; este IED no es parte del suministro de los transformadores.

El relé regulador del cambiador de tomas deberá estar provisto de puertos de comunicación serial que permitan su indicación, parametrización y ajuste remoto y debe disponer de protocolos de comunicación normalizados tales como IEC 61850, Modbus, IEC 60870-5-103 o DNP 3.0.

EL Conmutador de Tensión deberá estar protegido por medio de un relé de flujo o presión que actuará cuando se produzca un desperfecto o falla interna, con un mecanismo de auto-enclavado. Poseerá dos (2) contactos normalmente abiertos y dos (2) contactos normalmente cerrados.

El Proveedor deberá someter a la aprobación de ENDE los diagramas de circuito completos del control para el cambiador de tomas.

# AISLADORES PASANTES (BUSHINGS)

Todos los aisladores pasantes preferentemente deberán ser suministrados con espárragos roscados tipo terminal. Los aisladores pasantes serán de porcelana, tipo condensador sellado (AT) y pasantes (BT, HO y X0 y TER), sumergidos en aceite, con papel impregnado en aceite. El color de la porcelana será marrón. En caso que se utilicen aisladores con conductor pasantes estarán sujetos a aprobación de ENDE.

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 transformador 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.

Todas las superficies de contacto de los bornes terminales externos serán 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 transformador. Se usará un aceite que sea compatible con el del transformador.

Se incluirán elementos que aseguren el correcto nivel de 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 (115 kV), deberán ser provistos conectores para un cable de 397.5 MCM ACSR – 954 MCM ACSR,

En el SECUNDARIO (24.9kV), se deberá proveer un sistema de barras de cobre, debidamente sujetas con aisladores tipo poste, protegidos en una caja metálica que baje hasta nivel del piso y permita la conexión de hasta 6 cables de potencia por fase, cada cable de 240 mm2 y aislación 20/35 kV.

En el NEUTRO, deberán ser provistos conectores para platina de cobre, incluyendo la platina hasta llegar a la base del transformador.

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

# TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN AISLADORES PASANTES

El transformador de potencia, incorporará transformadores de corriente (TC´s) tipo toroidales (de aisladores pasantes) de acuerdo 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 transformador de potencia serán tipo multirrelación, 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 transformador.

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 transformador deberá estar equipado con un conjunto de radiadores y un grupo de ventiladores controlados por un monitor de temperatura con su respectivo equipo de control.

## 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 para los transformadores 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 transformador. 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.

Los radiadores deberán ser galvanizados y pintados por métodos establecidos en las normas internacionales; de manera que estos sean apropiados para ambientes tropicales. El fabricante deberá presentar a ENDE, la metodología que usará para asegurar la adhesión de la pintura a la superficie galvanizada de los radiadores.

## Ventiladores

El equipo de aire forzado del transformador, suministrado con una unidad de refrigeración, deberá incluir ventiladores del tipo hélice formadas por una sola pieza metálica con el eje del motor conectado directamente, un albergue rígido con aperturas venturi, rejillas y deflectores, si se requieren, para dirigir la corriente de aire contra los radiadores y prevenir la recirculación del aire descargado. Las hélices deberán ser para servicio pesado y balanceadas dinámicamente, y proveerán un suministro adecuado de aire con un bajo nivel de ruido.

Deberán tener una flecha indicando el sentido de giro e identificación del grupo al cual pertenecen.

Los motores de los ventiladores deberán ser apropiados para servicio continuo, alimentados con una tensión trifásica de 380 Vc.a., 50 Hz, con marcos totalmente encerrados, cojinetes de bola y equipados con protección térmica interna. Cada ventilador deberá ser removible sin necesidad de parar los demás.

Los cables de salida desde cada motor de los ventiladores deberán ser canalizados a través de ductos metálicos flexibles y tener enchufes metálicos herméticos al agua, de modo que puedan sacarse sin cortar la alimentación y sin comprometer la seguridad del personal. Estos enchufes deberán ser fijados a una parte fija y los cables deberán estar ordenados y sujetados.

## Control

El control del equipo de refrigeración forzada para el transformador deberá tener modos de control automático y manual, seleccionables mediante un selector. Cuando se seleccione el modo automático, el sistema de refrigeración deberá ser iniciado por los contactos como función de temperatura de los devanados. En el modo manual, el sistema de refrigeración deberá arrancar y parar por medio de botones pulsadores o de un interruptor ON-OFF. El selector automático-manual deberá estar provisto con un juego adicional de contactos para señalización remota cuando el control está en cualquier posición.

El Proveedor deberá suministrar todos los contactores, relés, pilotos de señalización, dispositivos de protección e interruptores miniatura necesarios para el control del sistema de enfriamiento. Adicionalmente, se deberán dejar previstos contactos de alarma para "sobrecarga del motor", "motor parado", “disparo y/o apertura del interruptor principal de c.a. del motor”. El equipo de control podrá localizarse en el gabinete de control del transformador o en gabinete separado.

El Proveedor deberá también suministrar contactos auxiliares NC de señalización para indicación del disparo y apertura de todos los interruptores de c.a. y c.c.

Cada motor deberá estar provisto de un control realizado mediante contactor trifásico y protección termomagnética individual que operen satisfactoriamente para todo tipo de fallas cuyo diseño debe ser previamente aprobado.

Deberá darse señalización por falta de tensiones auxiliares de c.a. en los ventiladores y de las tensiones auxiliares de c.c. de control. Así mismo, se debe instalar en el sistema de control de los motores de los ventiladores un relé detector de falta de tensión de una o dos fases del sistema de alimentación trifásico de los motores, de manera de evitar un daño a los motores por esta causa.

El Proveedor deberá someter a aprobación de ENDE los diagramas de circuito completos del sistema de refrigeración forzada.

# 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 mediciones 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 transformador a los elementos de control.

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.

Todos los accesorios montados al interior del panel: rieles, soportes, pernos, etc.; preferentemente, deberán ser de acero inoxidable.

## Gabinete de control y Gabinete de control OLTC

El transformador, se deberá suministrar a) “Gabinete Terminal del Transformador, montado sobre el transformador, para el cableado de transformadores de medida, alimentación al cambiador bajo carga “OLTC”, terminales para control local/remoto del cambiador “OLTC”, relés, señales de indicación, ventiladores, motores, etc. b) Gabinete terminal OLTC, montado sobre el transformador para albergar el motor y el control automático y remoto, e indicación local del cambiador de tomas bajo carga. Todos los terminales a ser cableados en el Gabinete Terminal del Transformador.

1. Para el control de los conmutadores de tomas, bajo carga, se deberán montar las llaves necesarias para conmutar la operación "local-remoto" y pulsadores de "subir" y "bajar" para el comando local.
2. Las borneras terminales deberán ser diseñadas y fabricadas para una tensión máxima de 600 Voltios y adecuadas para un conductor de sección menor o igual a 10 mm2.

En los gabinetes intermedios, las borneras terminales para los transformadores de corriente deberán estar equipadas con dispositivos que permitan, en forma intencional, corto circuitar los secundarios. En todos los gabinetes, los terminales deberán ser adecuadamente marcados e identificados.

1. El Gabinete Terminal de Transformador, deberán estar claramente identificados y en correspondencia a los secundarios de los transformadores de corriente, cambiador de taps bajo carga (OLTC), control, potencia, detectores de temperatura, alarma y otros, y serán llevados hasta terminales tipo receptáculo, los cuales deberán poseer las siguientes características:
2. El receptáculo deberá ser adecuado para el circuito al que será conectado y con el suficiente número de contactos de reserva.
3. Los contactos deberán tener la suficiente superficie de contacto, para permitir el paso del flujo de corriente en condiciones normales y de falla, sin sufrir deformaciones que afecten su conductividad.
4. Los contactos del gabinete, destinados a la conexión de los transformadores de corriente, deberán ser provistos con un mecanismo de enclavamiento mecánico de manera que cada circuito secundario se mantenga cerrado cuando las clavijas de conexión del enchufe estén removidas y se mantenga abierto cuando las clavijas de conexión se hallen adecuadamente posicionados.
5. Deberán ser diseñados y fabricados para que su conexión eléctrica sea llevada a cabo de una manera fácil, segura y sin el uso de herramientas manuales. Así mismo, la continuidad eléctrica no deberá verse afectada por vibraciones o movimientos bruscos sean éstos intencionados o no.
6. Los receptáculos con sus correspondientes conectores, deberán ser diseñados y construidos de manera que se excluya la posibilidad de una conexión errada entre receptáculos y conectores.
7. Cada receptáculo con su respectivo conector, será provisto de un mecanismo externo que asegure la unión permanente de uno con otro.
8. Todos los cables de control y fuerza de los ventiladores deberán llegar hasta su gabinete de control. En el "gabinete intermedio", se instalarán interruptores térmicos para protección y/o conexión o desconexión de los circuitos de potencia hacia los transformadores de potencia.
9. Para prevenir la condensación, todos los gabinetes de control y terminales deberán equiparse con calefactores monofásicos de corriente alterna, 220 Vac, controlados por termostato.
10. Los gabinetes deberán equiparse con un tomacorriente de 220 Vac - 20 A, una lámpara incandescente de casquillo medio con su base y un interruptor de 220 Vac -10 A para el control de la lámpara.

El cableado auxiliar en cada unidad deberá embutirse en un ducto de acero galvanizado rígido o flexible para su protección contra agentes mecánicos y ambientales. Los conductores deberán ser de cobre, la aislación deberá ser resistente al calor y la humedad.

# ACCESORIOS

El transformador incluirá los siguientes dispositivos de protección: relé Buchholz, válvula obturadora, monitor de temperatura de aceite, indicador magnético de nivel de aceite, monitor de temperatura de cada devanado 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. Monóxido 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 IEC 61850 PRP, 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 transformador se deberá suministrar con detectores de temperatura (RTD’s) para el punto caliente de los devanados y del aceite (incluyendo el aceite del cambiador de tomas), 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.

## Relé regulador de tensión

El cambiador de tomas estará controlado por un relé regulador de tensión de estado sólido, marca MR, modelo TAPCOM BPL o su equivalente; deberá ser programable, que pueda ajustarse para operar bien sea en una característica de tiempo inverso o de tiempo definido con ajustes de tiempo graduables.

El relé regulador de tensión debe ser del tipo digital, con pantalla tipo LCD y recursos para permitir la fácil identificación del modo de operación y posición actual. Las indicaciones en la pantalla deben ser presentadas en español.

Debe estar disponible, en el propio regulador, una llave tipo “LOCAL” / “REMOTO” para permitir que se impidan comandos remotos cuando de operación local. Debe ser previsto un contacto libre de potencial para señal remota de la posición de la llave, bien como una entrada digital para cambiar su estado.

Debe estar disponible, en el propio regulador, una llave tipo “AUTOMATICO” / “MANUAL”. Debe ser previsto un contacto libre de potencial para señal remota de la posición de la llave, bien como una entrada digital para cambiar su estado.

El regulador de tensión debe permitir elegir el tipo de señal de posición de toma entre corona de resistencias, señal analógica (4,20mA), corona de contactos y matriz de diodos (BCP), lo cual será elegido en acuerdo con la conveniencia de instalación en cada aplicación.

El regulador de tensión debe permitir elegir el tipo de protocolo de comunicación remoto entre IEC 61850 PRP, MODBUS, DNP, IEC 101 y IEC 103. Debe estar disponible comunicación por medio de la interfaz RS-232 y RS-485.

El regulador debe cumplir con todos los requisitos del protocolo DNP, estando listado como “conformance tested products” en el listado del DNP Users Group.

El regulador de automático de tensión a instalarse en el gabinete de control y protección del transformador ubicado en la sala de control, se integrará al SAS (sistema de automatización de subestación) de la subestación con el fin de transmitir las informaciones de posición de tomas, posición de los selectores y comandos desde el sistema de control, entre otros.

Los comandos de subir y bajar tomas desde el SAS de la subestación se darán a través del regulador de tensión, implementando las debidas seguridades o bloqueos del mismo.

A su vez los selectores del regulador de tensión podrán ser cambiados remotamente a través de la comunicación serial de éste con el SAS de la subestación.

Todas las borneras de conexión para el regulador de tensión deberán ser localizadas en el gabinete de control del transformador.

El criterio para mantenimiento del cambiador no puede ser asociado al tiempo de servicio. La primera inspección deberá ocurrir solamente después de 300.000 operaciones para ruptor en vacío, independiente del tiempo transcurrido.

El material del cilindro aislante del compartimento del cuerpo insertable (ruptor) deberá ser fibra de vidrio, en ningún caso se aceptara el uso de materiales como baquelita o similares.

La vida útil del cuerpo insertable (ruptor) debe ser de, no mínimo, 1.200.000 operaciones. En caso de uso de selector en separado, el primer mantenimiento de las partes en contacto con aceite del transformador debe ser hecho con 1.500.000 operaciones.

El cambiador de tomas bajo carga debe utilizar resistencias de transición para operación de una toma a otra. La resistencia de transición debe estar ubicada en el mismo compartimento del cuerpo insertable. El valor de la resistencia de transición debe ser claramente indicado en la placa de identificación del cambiador y mando a motor.

Deben ser suministrados instrucciones de operación en español, así como todos los planos y etiquetas deben estar en idioma español.

El OLTC deberá tener una salida analógica para indicación remota de las posiciones del cambiador de taps con indicación local en el Tablero terminal Transformador, con selección de las corrientes de salida (4-20 mA).

## 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, marca Qualitrol o MR o su equivalente. El aceite que sea expulsado por el dispositivo deberá ser dirigido por un tubo metálico hasta la fosa del transformador.

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 transformador. Deberá soportar pleno vacío y no presentará fugas de aceite durante el transporte o montaje del transformador.

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.

Los resortes deben ser de acero con protección anti-corrosión. Los contactos deben estar protegidos por una caja con grado IP65.

## Relé buchholz

El relé Buchholz será montado entre tanque principal y el tanque de expansión del transformador. 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, marca Messko o similar. 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. El Proveedor deberá suministrar un dispositivo para calibración en sitio de este relé.

El vidrio de seguridad debe ser temperado y con filtro para rayos UV. Los contactos de alarma y disparo no deben tener contacto con el aceite del transformador. Los flotadores deben ser sólidos, resistentes al aceite.

## Relé de presión súbita

El transformador 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. El relé será fácilmente accesible para inspecciones o pruebas sin necesidad de desenergizar el transformador 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 transformador 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, marca Messko o su equivalente.

## Indicador de nivel de aceite

Deberá suministrarse un indicador de nivel de aceite para el tanque principal y para el tanque cambiador de tomas bajo carga, dispuesto para llevar la señal al sistema de control y a la Unidad de Control respectiva y para indicación local en el transformador, equipados además con contactos para 125 Vc.c., no puesto a tierra, para dar alarma por bajo nivel, marca Messko, Qualitrol o similar. El grado de protección debe ser IP55.

## 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 Transformador y Cambiador de Tomas.  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 tipo buje 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 transformador 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 transformador.

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

## Caja metálica del secundario para conexión de cables de potencia

El proveedor deberá coordinar adecuadamente el diseño de la caja, de tal forma que garantice las distancias eléctricas necesarias y tenga en cuenta en el diseño las características de los cables de potencia y de los terminales del secundario, incluyendo la bajante tipo bandeja hasta la base del transformador para los cables.

Se deberá prever la conexión de hasta 6 cables de potencia 20/35 kV de 240 mm2, por fase.

Considerar además la instalación de pararrayos, según se indica en el punto 15.16 Pararrayos ZnO para MT.

## Válvulas

El transformador tendrá válvulas para:

a) Muestreo de aceite en la parte inferior, media y superior del tanque.

c) Drenaje del tanque (válvula de compuerta con brida).

d) Conexión inferior de drenaje completo para el tanque principal y el conservador (ø50mm).

e) Conexión superior al tanque principal y el conservador (ø 50 mm).

f) Remoción de los radiadores sin drenar el tanque del transformador (válvulas de paso a la entrada y salida de cada radiador).

g) Extracción del aire del respiradero del aliviador de presión.

h) Drenaje completo y muestreo del tanque conservador.

i) Válvula para hacer vacío, ubicada en la parte superior del conservador del transformador.

j) Drenaje completo y muestreo de aceite del compartimiento del cambiador de tomas.

k) Válvulas de paso a ambos lados del relé Buchholz y el relé de flujo de aceite.

l) Válvulas para el dispositivo de muestreo del relé Buchholz y del relé de flujo de aceite.

m) 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.

n) Válvula de equalización del conservador y la bolsa de neopreno.

o) Válvula de equalización del conservador principal y del conservador del OLTC.

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

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 transformador 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 transformador 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. El fabricante deberá habilitar a su costo el sistema GPS y GSM.

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 transformador.

Dicho registrador no forma parte de la provisión y será devuelto una vez que arribe a destino. Luego del arribo del transformador 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.

## Pararrayos de ZnO para MT

El Proveedor deberá suministrar pararrayos de óxido de Zinc de clase 2 para el secundario de los transformadores, monitores de descargas, receptor remoto para descarga de datos de los sensores, bases aislantes, accesorios de fijación y conexión.

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

El Proponente presentará con su propuesta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados, los datos de los pararrayos del secundario de los transformadores.

# 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, de la marca Phoenix Contact, tipo URTK/SP. 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 400/230 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 transformador, se efectuará utilizando cajas terminales y tubo de acero galvanizado rígido del tipo "Conduit" (o tubo de acero galvanizado flexible, según requerimiento).
* No admitirán relés repetidores para las alarmas y disparos de las protecciones mecánicas del transformador.

# REPUESTOS Y HERRAMIENTAS ESPECIALES

La provisión, en forma global, incluirá lo siguiente:

* Debe suministrarse los repuestos que se indican en la “La Lista Detallada de Repuestos”, esta debe ser presentada con los ítems mínimos descritos de dicha lista y ser presentada adjunta a la Lista de Precios y Alcance Resumido.

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

Cada transformador 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 Oferente realizará las pruebas de rutina sobre todos los transformadores 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 transformador 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 establecidas en la Publicación IEC 60076 al transformador y su costo deberá ser considerado dentro del costo de los equipos.

Junto con su propuesta, el Oferente debe presentar una copia de las pruebas de cortocircuito realizadas a transformadores con tensión máxima y potencia similares a los ofertados.

Se deben efectuar las pruebas tipo de incremento de temperatura (según IEC 60076-2). Para el caso en que ENDE, este suministrando al menos dos (2) unidades idénticas, las pruebas tipo de incremento de temperatura se aplicará a una sola unidad.

## Pruebas de rutina

El transformador 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 transformador 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, 60060-1, 60060-2, 60076 y 60289.

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.
* Pruebas de medición de impedancia de secuencia positiva y cero.
* 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 transformador.
* 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. Dicha prueba será llevado a cabo tanto en fábrica como en sitio por parte del proveedor.

Para la realización de las pruebas se deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

**Aisladores Pasantes**

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 en la parte superior de la cuba, no menor de 68,65 kPa (0,7 kg/cm²).

**Relación de transformación**

Se deberá determinar la relación de transformación para todas las posiciones de conmutación del transformador.

**Polaridad**

Se probará la polaridad y las marcas de los terminales del transformador de potencia.

**Resistencia**

Se deberá medir la resistencia en frío de cada devanado y las correspondientes a las posiciones extremas de conmutación. 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 y ONAF, para todas las combinaciones de devanados y las posiciones de conmutación nominales y extremas.

**Temperatura**

El transformador 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.

Se determinará el incremento de temperatura para operación continua a plena capacidad para refrigeración por circulación forzada de aire (ONAF), con todos los ventiladores en servicio.

**Rendimiento**

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

**Corriente de excitación**

Se medirá la corriente de excitación al 90%, 100% y 110% del voltaje nominal y contenido armónico

**Regulación**

Se deberá determinar la regulación al 100% y al 90% de factor de potencia inductivo, para la potencia nominal.

**Resistencia dieléctrica de los devanados**

El transformador de potencia, incluyendo los aisladores pasantes, deberán ser sometidos 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 transformador 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.

**Nivel de ruido**

El transformador deberá someterse a las pruebas de nivel del sonido de presión. Se realizarán las mediciones alrededor del transformador 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.

**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 transformador.

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.

Prueba individual y en conjunto del relé e indicador de posición de tomas, en el que se verificará las características de operación de cada una de las tomas.

Con una anticipación de 30 días, el Proveedor debe enviar a ENDE, para su aprobación, el programa detallado de pruebas en fábrica, diagramas de los circuitos de conexionado de cada ensayo que incluya una descripción resumida, indicando los criterios de aceptación. Este programa debe ser adecuado 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, transporte, hotel y alimentación estarán a cargo de 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 libera 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 (1) 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 transformador o contratará una empresa especialista para el montaje de transformadores.

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 delos transformadores.

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 del funcionamiento del conmutador de tomas bajo carga y del regulador automático de tensión.
* Verificación de la resistencia de aislamiento y del funcionamiento de los motores eléctricos del sistema de refrigeración.
* Ensayo dieléctrico de los circuitos de control de ventilación.
* 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 requeridos para estas pruebas en sitio. 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 EN LA REUNION DE MEJORES CONDICIONES

La información que debe presentar el proponente, en la reunión de mejores condiciones, deberá incluir lo siguiente:

* Copia de los protocolos de Pruebas Tipo realizadas a equipos de similares características que los ofrecidos, incluyendo la prueba de cortocircuito.
* Detalle tipo de proceso de secado de la parte activa del equipo 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 transformador, indicando sus dimensiones principales, sus pesos y ubicación de los accesorios.
* Información de aisladores pasatapas, con diagramas, dimensiones y pesos.
* Información sobre el cambiador de tomas bajo carga ofrecido.
* Lista de referencia de las instalaciones del mismo tipo de transformador 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, deberán redactarse en idioma español.

# 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.
* Memoria de cortocircuito (corriente máxima en cada bobinado, esfuerzos térmicos y dinámicos).
* Cronograma final de fabricación.
* 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.
* Plano del gabinete de control del cambiador de tomas bajo carga.
* 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:
	+ Cambiador de tomas bajo carga
	+ Aisladores pasantes
	+ Motoventiladores
	+ Relé Buchholz
	+ Relé de flujo del cambiador de tomas bajo carga
	+ 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 calendario 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 aceptados 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.
* Información referida a la sobrecarga de corta duración que puede soportar la máquina durante 15 y 30 minutos y para tres horas.
* Tres (3) ejemplares de los manuales de montaje, 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.

# 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 sujetos.

El transformador será embarcado 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 o un registrador de impacto de tipo electrónico que permita descargar la información a ENDE.

# TRANSPORTE

El transformador 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 transformador 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 transformador 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 español. Para el caso de manuales e información técnica, se aceptará excepcionalmente inglés, siendo preferido el idioma español. No serán aceptados otros idiomas, es responsabilidad del oferente realizar las traducciones al idioma español.

# 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.

Nota.- Las pérdidas del transformador deberán ser típicas de transformadores utilizados en sistemas de distribución/transmisión, de manera que la reducción de las pérdidas no cause un alto costo inicial del transformador.

## Valorización de las pérdidas en el transformador

La valorización de las pérdidas del 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 x h x A

n = C x h x fp x A

Dónde:

C: Costo de energía ($us/kWh)

h: Horas al año (8 760 horas)

fp: Factor de pérdidas

A: Coeficiente de recuperación de la inversión

m: Coeficiente de valorización de las pérdidas en el hierro ($us/kW)

n: Coeficiente de valorización de las pérdidas en el cobre ($us/kW)

a) Cálculo del coeficiente de recuperación de la inversión

$$A=\frac{1-\frac{1}{(1+i)^{t}}}{i}$$

i = 10% tasa de retorno

t = 30 años de vida útil del transformador

A = 9,427

**Cálculo del factor de pérdidas (fp)**

fp = 0,7 x fc²+0,3 x fc

fc = factor de carga promedio de 0,4

fp = 0,232

b) Costo de la energía (C)

C = 0,063 $us/kWh (Valor promedio para media tensión)

Cálculo del precio comparativo (CT)

CT = Ci + m Pfe +n Pcu

CT = Costo total del transformador

Ci = Costo inicial del transformador

Pfe = Pérdidas en el hierro en kW

Pcu = Pérdidas en el cobre en kW

m = 0,063 x 8760 x 9,427 = 5202,52 ~ 5203 $us/kW

n = 0,063 x 8760 x 0,2322 x 9,427 = 1.206,98 ~ 1207 $us/kW

Luego:

CT = Ci + 5203 x Pfe + 1207 x Pcu

## Tolerancias, penalidades y rechazos

**a) Tolerancias de las Pérdidas Garantizadas**

* Según la Norma IEC 60076-

**b) Penalidades**

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

* **Para las pérdidas en el hierro**

P1 = 5203 (Pfe - Pfe.g)

Siendo:

P1 = Penalidad en $us

Pfe = Pérdidas medidas en el hierro en kW, después de las pruebas dieléctricas.

Pfe.g = Pérdidas en el hierro garantizado.

* **Para las pérdidas en el cobre**

P2 = 1207 (Pcu - Pcu.g)

P2 = Penalidad en $us

Pcu = Pérdidas medidas en el cobre en kW.

Pcu.g = Pérdidas en el cobre garantizados.

**c) Rechazo**

Se rechaza automáticamente el transformador, si las pérdidas totales (hierro+cobre), 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 de la pintura 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, 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 II, en las Publicaciones ASTM.

## Condiciones de aceptación y despacho

El muestreo se realizará en conformidad con el procedimiento descrito en la Publicación IEC 60475 "Method of sampling liquid dielectrics".

.

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.

# GARANTÍA TÉCNICA

El equipamiento, sus accesorios y componentes, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 12 meses a partir de la puesta en servicio ó 18 meses a partir de la recepción del suministro, lo que ocurra primero. Si durante el periodo de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, ENDE podrá exigir el reemplazo de esas piezas que comprende el suministro, sin costo alguno.

# REVISIÓN DEL DISEÑO

Antes de comenzar con la fabricación de los formadores 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 del transformador.

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

Los costos de pasajes aéreos de ida y vuelta, transporte, hotel y alimentación de los ingenieros que se envié, estarán a cargo del proveedor.

# PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

El Proponente presentará con su propuesta la siguiente tabla con los datos técnicos garantizados ofertados 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.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **DATOS GENERALES** |   | **Requerido** | **Ofertado****Alternativa 1** | **Ofertado****Alternativa 2****(opcional)** | **Ofertado****Alternativa 3****(opcional)** |
| 1.1 | Fabricante |   | Indicar |   |   |   |
| 1.2 | País de fabricación |   | Indicar |   |   |   |
| 1.3 | Número de unidades trifásicas a suministrar - S/Monteagudo |   | 1 (Una) |   |   |   |
| 1.4 | Altitud de instalación | msnm | 3000 |   |   |   |
| 1.5 | Norma |   | IEC |   |   |   |
| **2** | **DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS** |   |   |   |   |   |
| 2.1 | Frecuencia nominal | Hz | 50 |   |   |   |
| 2.2 | Potencia nominal continua ONAN/ONAF |   |   |   |   |   |
|   | - Primario | MVA | 20 / 25 |   |   |   |
|   | - Secundario | MVA | 20 / 25 |   |   |   |
|  | - Terciario | MVA | 6,67 / 8,33 |  |  |  |
| 2.3 | Tipo de enfriamiento (secc. 5 Art 15 y 16 de las Normas IEC última edición) |   | ONAN / ONAF |   |   |   |
| 2.4 | Relación de transformación en vacío AT/BT | kV | 115 / 24.9 |   |   |   |
|   | - Primario | kV | 115 ± 10 x 1% |   |   |   |
|   | - Secundario | kV | 24.9 |   |   |   |
| 2.5 | Regulación de Tensión |   | Bajo carga en 115 kV (OLTC) |   |   |   |
|   | Localización del OLTC en la bobina |   | Arrollamiento en 115 kV (hacia el neutro) |   |   |   |
| 2.6 | Número de terminales |   |   |   |   |   |
|   | - Número de terminales en el primario + neutro | u | 4 |   |   |   |
|   | - Número de terminales en el secundario | u | 3 |   |   |   |
| 2.7 | Grupo de conexión |   | YNynd01  |   |   |   |
|   | - Conexión primaria |   | Estrella + neutro accesible puesto a tierra |   |   |   |
|   | - Conexión secundaria |   | Delta |   |   |   |
| 2.8 | Polaridad |   | Sustractiva |   |   |   |
| 2.9 | Características de tensión: |   |   |   |   |   |
|   | Tensión Nominal |   |   |   |   |   |
|   | - Devanado AT | kV | 115 |   |   |   |
|   | - Devanado BT | kV | 24.9 |   |   |   |
|   | Tensión máxima de operación |   |   |   |   |   |
|   | - Devanado AT | kV | 126.5 |   |   |   |
|   | - Devanado BT | kV | 27,39 |   |   |   |
| 2.10 | Características de Corriente para Transformador |   |   |   |   |   |
|   | Corriente en vacío ONAN (% In) |   |   |   |   |   |
|   | - A 95% Tensión nominal | % | Indicar |   |   |   |
|   | - A 100% Tensión nominal | % | Indicar |   |   |   |
|   | - A 105% Tensión nominal | % | Indicar |   |   |   |
|   | - A 110% Tensión nominal | % | Indicar |   |   |   |
| 2.11 | Impedancia de cortocircuito a 75 °C en toma central de regulación a 50 Hz y con potencias nominales (ONAN/ONAF) |   |   |   |   |   |
|   | - Primario - Secundario (BASE ONAN) Zcc1 | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Primario - Secundario (BASE ONAF) Zcc1 | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Primario - Secundario (BASE ONAN) Zcc0 | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Primario - Secundario (BASE ONAF) Zcc0 | % | Minimo 9 |   |   |   |
| 2.12 | Niveles de cortocircuito para la habilidad térmica, 2 s de duración |   |   |   |   |   |
|   | - Devanado de AT / BT | kA | Indicar |   |   |   |
| 2.13 | Corriente nominal |   |   |   |   |   |
|   | - Devanado AT | A | 126 |   |   |   |
|   | - Devanado BT | A | 581 |   |   |   |
|   | Niveles de cortocircuito asignados al sistema a ser usados para el cálculo de los esfuerzos por cortocircuito |   |   |   |   |   |
|   | - Devanado de Alta Tensión | kA | 31.5 |   |   |   |
|   | - Devanado de Media Tensión | kA | 31.5 |   |   |   |
| **3** | **PÉRDIDAS** |   |   |   |   |   |
| 3.1 | - En vacío con tensión nominal y frecuencia nominal en la toma central | kW | Menor o igual a 20 |   |   |   |
| 3.2 | - En cortocircuito con corriente nominal (a 75°C) y frecuencia nominal, en la toma central (no incluir la potencia requerida por auxiliares del transform.) | kW | Menor o igual a 130 |   |   |   |
|   | - Pérdidas totales  | kW | Menor o igual a 150 |   |   |   |
| **4** | **NIVELES DE AISLAMIENTO INTERNO (DEVANADOS)** |   |   |   |   |   |
| 4.1 | Devanado AT |   |   |   |   |   |
|   | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 550 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 230 |   |   |   |
| 4.2 | Devanado BT |   |   |   |   |   |
|   | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 170 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 70 |   |   |   |
| 4.3 | Neutro lado BT |   |   |   |   |   |
|   | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 170 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 70 |   |   |   |
| 4.4 | Terciario |  |  |  |  |  |
|  | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 170 |  |  |  |
|  | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 70 |  |  |  |
| **5** | **NIVELES DE AISLAMIENTO EXTERNO (BUSHINGS), (A la altura de instalación)** |   |   |   |   |   |
| 5.1 | Lado AT |   |   |   |   |   |
|   | - Tensión asignada | kV | 123 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 650 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 230 |   |   |   |
| 5.2 | Lado BT |   |   |   |   |   |
|   | - Tensión asignada | kV | 36 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 170 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 70 |   |   |   |
| 5.3 | Neutro lado BT, tipo solido |   |   |   |   |   |
|   | - Tensión asignada | kV | 36 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 170 |   |   |   |
|   | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 70 |   |   |   |
| 5.4 | Terciario |  |  |  |  |  |
|  | - Tensión asignada | kV | 36 |  |  |  |
|  | - Tensión soportada al impulso tipo rayo | kVp | 170 |  |  |  |
|  | - Tensión soportada a frecuencia industrial | kV | 70 |  |  |  |
| **6** | **SOBRE ELEVACIÓN DE TEMPERATURA LÍMITE** |   |   |   |   |   |
|  | A máxima potencia con refrigeración con circulación natural de aire y con 40°C de temperatura ambiente y altura en sitio. |   |   |   |   |   |
|  | - En arrollamientos (método resistencia) | °C | 65 |   |   |   |
|  | - En aceite, parte superior (medido con termómetro) | °C | 60 |   |   |   |
|  | - Punto más caliente | °C | 75 |   |   |   |
| **7** | **CAPACIDAD DE SOBRECARGAp/temperatura maxima de los arrollamientos de acuerdo con item 6.0 y pre- carga de 100%** |   |   |   |   |   |
| 7.1 | Temperatura ambiente 33°C |   |   |   |   |   |
|   | - Sobrecarga para 15 minutos | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Sobrecarga para 30 minutos | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Sobrecarga para 60 minutos | % | Indicar |   |   |   |
| 7.2 | Temperatura ambiente 28°C |   |   |   |   |   |
|   | - Sobrecarga para 15 minutos | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Sobrecarga para 30 minutos | % | Indicar |   |   |   |
|   | - Sobrecarga para 60 minutos | % | Indicar |   |   |   |
| **8** | **CONMUTADOR AUTOMÁTICO BAJO CARGA** |   |   |   |   |   |
|  | - País de procedencia  |   | Alemania |   |   |   |
|  | - Norma de Fabricación |   | IEC |   |   |   |
|  | - Marca |   | MR |   |   |   |
|  | - Tipo |   | VACUTAP |   |   |   |
|  | - Número de taps |   | 21 |   |   |   |
|  | - Paso de regulación % | % | 1 |   |   |   |
|  | - Tensión Motor (alterna 3Ø - 50 Hz) | Vca | 380-220 |   |   |   |
|  | - Tensión Control (continua) | Vdc | 125 |   |   |   |
|  | - Corriente nominal Tap Máxiimo | A | Indicar |   |   |   |
|  | - Corriente nominal Tap Mínimo | A | Indicar |   |   |   |
|  | - Medio de extinción de la cámara ruptura |   | vacío |   |   |   |
|  | - Número de operaciones para la primera inspección |   | Indicar |   |   |   |
|  | - Accionamiento a motor (Tipo) |   | Indicar |   |   |   |
|  | - Pruebas |   | IEC-60076 |   |   |   |
|  | - Accesorios de control y protección |   | Listado |   |   |   |
| **9** | **REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSIÓN** |   |   |   |   |   |
|   | - Marca |   | TAPCOM 260 o su equivalente |  |  |  |
|   | - Localización del regulador automático de tensión |   | En sala de control |  |  |  |
|   | - Localización de las borneras terminales para conexión del regulador automatico de tension |   | Gabinete de control del transformador |  |  |  |
| **10** | **AISLADORES PASATAPAS (BUSHING)** |   |   |   |   |   |
| 10.1 | Aisladores pasatapas AT- 123 kV |   |   |   |   |   |
|   | - Fabricante / Tipo |   | ABB o su equivalente / Capacitivo |   |   |   |
|   | - Material |   | Porcelana Marrón |   |   |   |
|   | - Corriente nominal | A | 1250 |   |   |   |
|   | - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) | kA | Indicar |   |   |   |
|   | - Línea de fuga específica | mm/kV | 25 |   |   |   |
|   | - Distancia de arco  | mm | Indicar |   |   |   |
| 10.2 | Aisladores pasatapas Neutro AT – 36kV |   |   |   |   |   |
|   | - Fabricante / Tipo |   | Solido |   |   |   |
|   | - Material |   | Porcelana Marrón |   |   |   |
|   | - Corriente nominal | A | 1000 |   |   |   |
|   | - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) | kA | Indicar |   |   |   |
|   | - Línea de fuga específica | mm/kV | 20 |   |   |   |
|   | - Distancia de arco  | mm | Indicar |   |   |   |
| 10.3 | Aisladores pasatapas BT - 36 kV |   |   |   |   |   |
|   | - Fabricante / Tipo |   | Indicar |   |   |   |
|   | - Material |   | Porcelana Marrón |   |   |   |
|   | - Corriente nominal | A | 1000 |   |   |   |
|   | - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) | kA | Indicar |   |   |   |
|   | - Línea de fuga específica | mm/kV | 20 |   |   |   |
|   | - Distancia de arco  | mm | Indicar |   |   |   |
| 10.4 | Aisladores pasatapas TER - 36 kV |   |   |   |   |   |
|   | - Fabricante / Tipo |   | Indicar |   |   |   |
|   | - Material |   | Porcelana Marrón |   |   |   |
|   | - Corriente nominal | A | 1000 |   |   |   |
|   | - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) | kA | Indicar |   |   |   |
|   | - Línea de fuga específica | mm/kV | 20 |   |   |   |
|   | - Distancia de arco  | mm | Indicar |   |   |   |
| **11** | **TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN PASATAPAS DE TRANSFORMADOR** |   |   |   |   |   |
| 11.1 | TC's - AT |   |   |   |   |   |
|   | Clase de precisión y consumo |   |   |   |   |   |
|   | - Protección (núcleos) por cada una de las fases |   | 3x(5P30-30 VA) |   |   |   |
|   | - Relación de transformación | A | 400-600/1 |   |   |   |
|   | - Medición (núcleos) por cada una de las fases |   | 1x(0,2s-7.5VA)Fs.≤10 |   |   |   |
|   | - Relación de transformación | A | 100-150/1 |   |   |   |
|   | - Imagen Térmica (Solamente en una fase) |   | 1x(según diseño) |   |   |   |
|   | - Regulador de tension |   | 1x(según diseño) |   |   |   |
| 11.2 | TC's - BT |   |   |   |   |   |
|   | Clase de precisión y consumo |   |   |   |   |   |
|   | - Protección (núcleos) por cada una de las fases |   | 2x(5P30-30 VA) |   |   |   |
|   | - Relación de transformación | A | 1000-2000/1 |   |   |   |
|   | - Medición (núcleos) por cada una de las fases |   | 1x(0,2S-7.5VA)Fs.≤10 |   |   |   |
|   | - Relación de transformación | A | 400-800/1 |   |   |   |
|   | - Regulacion para el OLTC |   | 1x(según diseño) |   |   |   |
|   | - Imagen Térmica (Solamente en una fase) |   | 1x(según diseño) |   |   |   |
| 11.3 | TC's - NEUTRO AT |   |   |   |   |   |
|   | Clase de precisión y consumo |   |   |   |   |   |
|   | - Protección (núcleos) |   | 2x(5P30-30 VA) |   |   |   |
|   | - Relación de transformación | A | 1000-2000/1 |   |   |   |
| **13** | **ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES** |   |   |   |   |   |
|  |  - Nivel de ruido máximo | db | < 62 |   |   |   |
|  |  - Color de la pintura de acabado externo |   | gris Nº 61 norma ANSI |   |   |   |
| **14** | **ACCESORIOS** |   |   |   |   |   |
|  | - Dispositivo de alivio de presión |   | Marca Qualitrol o Messko o su equivalente |   |   |   |
|  | - Indicador de nivel de aceite de cuba y OLTC |   | Marca Qualitrol o Messko o su equivalente |   |   |   |
|  | - Relé Buchholz del transformador |   | Marca Qualitrol o Messko o su equivalente |   |   |   |
|  | - Relé de flujo de aceite OLTC |   | Marca Qualitrol o Messko o su equivalente |   |   |   |
|  | - Monitor de temperatura para aceite y arrollamientos |   | Marca Messko o Qualitrol o su equivalente |   |   |   |
|  | - Relé regulador automático de tensión |   | No Aplica |   |   |   |
|  | - Analizador de gases  |   | Marca Siemens tipo SITRAM Multisense 5  |   |   |   |
|  | - Registrador de Impactos |   | Marca Messko tipo IM100  |   |   |   |
|  | - Deshidratador de aire libre de mantenimiento |   | Marca MR Tipo Mtrab o su equivalente |   |   |   |
|  | - 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 Primario |   | SI |   |   |   |
|  | - Estructura Soporte para pararrayos en el Secundario |   | Si (removibles) |   |   |   |
|  | - Ruedas para desplazamiento sobre riel |   | No |   |   |   |
|  | -Caja metálica para cobertura de bushings BT (Hasta el piso) |  | Si |  |  |  |
|  | - Otros accesorios |   | Estandar |   |   |   |
|  | - Pararrayos de ZnO para 24.9kV |   |   |   |   |   |
|  |  \* Modelo/Tipo |   | Indicar |   |   |   |
|  |  \* Clase del pararrayos / corriente de descarga |   | Clase 2 / 10 kA |   |   |   |
|  |  \* Tensión nominal del pararrayos (Ur) | kVef | para 24.9 kV |   |   |   |
|  |  \* Tensión de trabajo continuo máSIimo (Uc) | kVef | Indicar |   |   |   |
| **15** | **TRANSPORTE** |   |   |   |   |   |
|  | - Transporte con Nitrógeno al 100% o aire seco |   | Indicar |   |   |   |
| **16** | **MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS**  |   |   |   |   |   |
| 16.1 | Masas |   |   |   |   |   |
|  | - Masa total del transformador completamente equipado, listo para entrar en servicio | kg | Indicar |   |   |   |
|  | - Masa del transformador con accesorios, pero sin aceite | kg | Indicar |   |   |   |
|  | - Masa de la pieza más grande para el transporte | kg | Indicar |   |   |   |
| 16.2 | Dimensiones |   |   |   |   |   |
|  | Espacio total previsto en el suelo |   |   |   |   |   |
|  |  - Longitud | mm | Indicar |   |   |   |
|  |  - Ancho | mm | Indicar |   |   |   |
| 16.3 | Croquis de dimensiones |   | Si |   |   |   |
| **17** | **REPUESTOS DE TRANSFORMADOR** |   |   |   |   |   |
| 17.1 | - Aislador pasatapas AT para 123 kV |   | 1 |   |   |   |
| 17.2 | - Aislador pasatapas BT – X0 - TER para 36 kV |   | 2 |   |   |   |
| 17.3 | - Radiadores (uno de cada tipo utilizado) |   | 1 |   |   |   |
| 17.4 | - Motoventilador con motor |   | 1 |   |   |   |
| 17.5 | - Válvula de alivio de presión del tanque principal |   | 1 |   |   |   |
| 17.6 | - Válvula de alivio de presión del OLTC |   | 1 |   |   |   |
| 17.7 | - Secador de aire para el tanque de principal |   | 1 |   |   |   |
| 17.8 | - Secador de aire para el tanque del (OLTC) |   | 1 |   |   |   |
| 17.9 | - Relé de gas Buchholz del tanque principal |   | 1 |   |   |   |
| 17.10 | - Relé de flujo de aceite (OLTC) |   | 1 |   |   |   |
| 17.11 | - Detector de temperatura a resistencia |   | 1 |   |   |   |
| 17.12 | - Indicador magnético de nivel de aceite del transformador |   | 1 |   |   |   |
| 17.13 | - Indicador magnético de nivel de aceite del OLTC |   | 1 |   |   |   |
| 17.14 | - Monitor de temperatura de devanado y aceite |   | 1 |   |   |   |
| 17.15 | - Lote completo de empaquetaduras (uno de cada tipo utilizado) |   | 1 |   |   |   |
| 17.16 | - Lote completo de contactores y bobinas por cada tipo de contactores y reles utilizados del transformador (con detalle de cada contactor y rele) |   | 1 |   |   |   |
| 17.17 | Tambores de aceite HyVolt II de 200 litros cada uno  |   | 5 |   |   |   |
| 17.18 | - Motor para el OLTC |   | 1 |   |   |   |
| 17.19 | - Lote completo de contactores y bobinas por cada tipo de contactores y reles utilizados en el OLTC |   | 1 |   |   |   |
| 17.20 | - Analizador de gases |   | 1 |   |   |   |

Esquema ilustrativo para el suministro del Transformador de Potencia

