

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

**TRANSFORMADOR 16-20 MVA, 69/12.8kV
CON REGULACION AUTOMATICA**

INDICE

INDICE	2
1. OBJETO.....	3
2. NORMAS	3
3. CONDICIONES AMBIENTALES	4
4 REQUERIMIENTOS	5
4.1 General	5
4.2. Soportabilidad a esfuerzos de corto circuito.	6
4.3. Niveles de aislamiento	7
4.4. Cuba	7
4.5. Base.....	9
4.6. Núcleo	10
4.7. Devanados	11
4.8. Aisladores pasatapas (Bushings).....	13
4.9. Radiadores, ventiladores y sistema de enfriamiento automático	13
4.10. Aceite aislante del transformador.....	15
4.11. Cambiador de tomas bajo carga automático	16
4.12. Descargadores de sobretensión	17
4.13. Accesorios y equipos auxiliares.....	18
4.13.1. General	18
4.13.2. Transformadores de intensidad	19
4.13.3. Instrumentación, válvulas y tuberías	20
4.13.4. Armario de control	22
4.13.5. Placa de identificación.....	23
4.13.6. Repuestos	24
4.13.7. Monitor Digital de temperatura.....	25
4.14. Pruebas en fábrica.....	25
4.14.1. General	25
4.14.2. Pruebas y ensayos	26
4.14.3. Pruebas de aceite	28
4.14.4. Reporte de las pruebas	29
5. VALORACION ECONOMICA DE LAS PERDIDAS.....	29
6. FICHA DE OFERTA Y DATOS GARANTIZADOS	30

1. OBJETO

Estas especificaciones tienen por objeto definir las características técnicas para la fabricación, ensayos, embalaje y transporte del transformador de potencia **69/12.8kV, 16-20 MVA**

2. NORMAS

- El transformador deberá satisfacer norma **ANSI C57**; A efectos de Normas Secundarias (en donde ANSI no norme), se aplicarán Normas IEC (60076), IEEE, NEMA y ASTM.
- Excepcionalmente, donde la presente especificación lo indique, se tomarán de referencia las Normas Secundarias.
- En todos los casos regirá la versión vigente de cada norma a la fecha de la convocatoria para el concurso o licitación, incluyendo los anexos, adendas o revisiones vigentes de cada norma en dicha fecha.
- De los aspectos no contemplados en estas normas y especificación, el fabricante podrá proponer otras normas alternativas, cuyo empleo estará sujeto a la aprobación de EDENORTE.

La presente especificación técnica tiene por alcance los siguientes datos:

Código	Descripción
1005520	Transformador de potencia 69/12.8kV, 16-20MVA

3. CONDICIONES AMBIENTALES

El transformador será del tipo intemperie y operará con las siguientes condiciones ambientales:

Altitud máxima:	≤ 1000 m
Temperatura mín. / máx.:	(-5) a (+42) °C
Temperatura Promedio (ANUAL):	(+32) °C
Nivel de Humedad RELATIVA:	75%
Velocidad viento, condición mínima:	0 Metro/Segundo.
Velocidad viento, condición extrema:	< 70 Metro/Segundo.
Nivel contaminación:	Alto
Zona costera:	Sí
Radiación Solar:	Alta
Actividad sísmica:	Sí
Zona tropical:	Tropicalizado

4 REQUERIMIENTOS

4.1 General

- El transformador deberá ser capaz de entregar su potencia nominal de acuerdo a la norma ANSI C57.
- El nivel de ruido no superará los **65dB**, en régimen **ONAF**, a plena carga.
- Los termómetros, indicadores de nivel de aceite, indicadores de posición de tomas y en general todos los dispositivos de indicación local deberán permitir una lectura u **observación fácil e inequívoca desde el suelo**, y serán colocados y contruidos de tal manera que puedan ser removidos con el transformador energizado y estarán protegidos contra las vibraciones.
- **El neutro del sistema** eléctrico se conectará rígidamente a tierra en el secundario por pletinas de cobre.
- El fabricante deberá proveer un **manual instructivo** de operación, transporte, montaje, puesta en servicio y mantenimiento; Deberá estar impreso y encuadernado; Adicionalmente en formato CD o DVD, deberá contener toda la información de cada accesorio y componente que contenga el equipo.
- Todas las juntas o sellos para bushings, registros de hombre, radiadores, válvulas y demás accesorios deberán ser de material resistente a fugas, compatibles con el aceite aislante. El fabricante debe diseñar para garantizar la hermeticidad (Cero fugas a través de la juntas, utilizando tipo O Rings, las cuales deberán estar colocadas en su ranuras, para evitar salga de su centro).

4.2. Soportabilidad a esfuerzos de corto circuito.

Cumplimiento de Cortocircuito

El transformador deberá estar diseñado y construido para resistir, sin sufrir daños, los efectos dinámicos y térmicos causados por cortocircuitos externos conforme a los criterios exigidos en la norma IEC 60076-5 Anexo A.

Para esto el fabricante deberá justificar teóricamente mediante una memoria de cálculo que el transformador soporta sin sufrir daños las máximas corrientes de cortocircuito que puedan circular por sus devanados como consecuencia de cortocircuitos en cualquiera de sus terminales exteriores. Se analizarán todos los posibles cortocircuitos (trifásico, bifásico sin tierra, bifásico con tierra y fase-tierra) en los terminales de todos los devanados.

La propuesta debe describir la metodología que se propone seguir el fabricante para calcular los esfuerzos mecánicos debidos a cortocircuitos, así como todo antecedente que sirva para acreditar su experiencia al respecto.

El fabricante deberá enviar junto con la oferta por lo menos un certificado del ensayo de cortocircuito que se haya realizado en un laboratorio reconocido internacionalmente a un transformador con potencia mayor a 20 MVA fabricado en la planta del oferente.

Verificación del cálculo de corriente de cortocircuito simétrica y asimétrica. (Este documento es obligatorio).

La evaluación de la soportabilidad al cortocircuito deberá ser sometida a aprobación por parte de EDENORTE antes de comenzar el proceso de fabricación durante la revisión del diseño. Dicha evaluación se realizará de acuerdo a lo especificado en el Anexo A de la Norma IEC60076-5.

- Aplica Norma IEC 60076-5.
- Potencia aparente de cortocircuito del Sistema: 10,000MVA
- Duración de la corriente simétrica de Corto Circuito: 2s
- Tensión de Corto Circuito > 10%.
- Corriente de cc asimétrica (valor pico): $1.732 \times 1.9 \times I_{cc}$ (eficaz, simétrica)

4.3. Niveles de aislamiento

Serán los especificados en norma ANSI, considerando neutro rígidamente conectados a tierra (nivel de aislamiento gradual), para las siguientes tensiones de operación de la red de EDENORTE: **Sistema 69kV en la relación del primario y 12.8kV en secundario.**

4.4. Cuba

La **cuba** del transformador deberá ser construida en acero, considerando la no acumulación de agua.

- **La tapa del tanque** será completamente removible y deberá proveerse con **ventanillas (hombre) o registros de inspección** que permitan el acceso a las conexiones internas del transformador y todas las bases de montaje de los bushings, de tal manera que estos y cualquier transformador de corriente puedan ser removidos. Los devanados, los bushings, el regulador y el núcleo deberán estar fijos a la tapa superior de manera tal que se puedan extraer los elementos mencionados al levantar la tapa del tanque sin necesidad de retirar ninguna conexión o elemento internos. **(Toda la tornillería debe ser de acero inoxidable de 5/8"). El oferente deberá presentar fotos y certificar de que hace este tipo de trabajo en su fábrica).**
- El transformador deberá estar construido para permitir que se realice un **tratamiento de alto vacío** durante **48 horas o más**. El tanque principal, la cubierta, los radiadores, el tanque de expansión y los accesorios deberán ser capaces de resistir, sin sufrir daños o deformaciones permanentes, los esfuerzos producidos al aplicar un valor de presión (vacío) menor o igual a **(0.380mbar)**. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica indicando los medidores de vacío que utiliza.**
- Para soldaduras de parte sometidas a esfuerzos principales, Edenorte necesita que el oferente presente: Las calificaciones de los procesos de soldaduras, los equipos y operarios estarán de acuerdo con las normas equivalente a los requisitos de "ASME (Boiler and Pressure Vessel Code)" o "AWS (Standard Qualification Procedure)". **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**

- El transformador deberá ser sometido a un proceso de pintura apropiado, de tal forma que el acabado soporte condiciones ambientales del sitio de instalación. Todas las superficies y accesorios del transformador deberán limpiarse completamente hasta obtener un grado de limpieza Sa2½, según norma ISO 8501-1. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica, además de los certificados ISO solicitado.**
- Para las superficies externas el esquema de pintura a utilizar deberá ser adecuado para un ambiente de categoría de corrosividad C5-M, según norma ISO 12944-5 y con un espesor final de mínimo 240micras. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica, además de los certificados ISO solicitado.**
- El tanque del transformador deberá estar diseñado de tal manera que cuando esté totalmente ensamblado, **resista las sobre presiones de operación** sin sufrir deformaciones.
- El tanque deberá estar provisto de cuatros **ganchos de izaje**, de tal manera que el transformador pueda izarse, cuando esté completamente ensamblado y completo de aceite aislante; podrá ser izado con sus bushings, sin riesgo de ser averiados.
- La cuba dispondrá de elementos de fijación en la parte inferior para asegurar un transporte seguro de la unidad (Mínimo 4).
- El diseño del tanque deberá asegurar el **drenado completo** del aceite aislante y residuos que se depositen en el fondo del mismo, sin necesidad de inclinar el tanque.
- El tanque deberá estar provisto de dos **puntos de conexión a tierra**; Estos deben incluir los tornillos y conectores necesarios. Cada conector para la puesta a tierra del tanque deberá ser capaz de alojar dos conductores de cobre con una sección transversal comprendida en los **3/0 AWG a 250 MCM**.
- El transformador deberá estar provisto con **pletinas de cobre** desde el bushings del neutro hasta la puesta a tierra del transformador. La pletina de cobre bajante deberá estar colocada verticalmente sobre pequeños aisladores que la mantendrán fijada al tanque (cuba) del transformador.
- Todas las tuberías de aceite derivadas hacia el exterior de la cuba tendrán bridas separadoras y unas válvulas de cierre inmediatamente adyacente a la salida de la cuba. Todas estas con seguro que eviten ser abierta.
- Debe estar dotada de una escalerilla corrugada que evite el deslizamiento para ascenso a la parte superior del Transformador y con una puerta de seguridad con cerraduras.

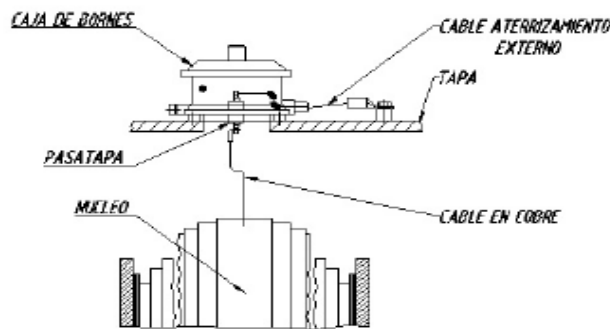
- La cuba tendrá instalada soportes para pararrayos en alta y baja tensión, los cuales estarán incluidos en la provisión de accesorios con sus contadores de descargas y bajantes de los aterrizajes aislados con sus terminales.
- Deberán tomarse precauciones en el diseño, para disminuir en la tapa y en el tanque el calentamiento excesivo producido por las pérdidas resultantes de corrientes parásitas inducidas por la corriente circulante a través de los aisladores. Se usará, acero no magnético o bien acero laminado similar al del núcleo para recubrir las paredes interiores del tanque y tapa. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**
- **Se recuerda que tienen que mostrarnos la cuba del transformador preparada con lo anteriormente mencionado, de no ser así Edenorte podrá parar el proceso de construcción del mismo.**

4.5. Base

- El tanque del transformador, deberá proporcionarse con una **base de acero estructural, con placas o soportes planos**, calculados para soportar los esfuerzos del peso del transformador completo, incluyendo el aceite y sus accesorios cuando esté en reposo o en movimiento.
- Estos soportes deberán ir soldados en fábrica al tanque del transformador colocados de forma tal que permitan mantener en equilibrio, estable y seguro, el centro de gravedad del transformador, completo o vacío de aceite.
- Los bushings de la fase central del primario y secundario de los devanados del transformador deberán estar simétricamente colocados respecto a la base.
- El fabricante deberá proveer **ruedas sólidas de acero**, sobre las cuales se apoyarán las referidas placas o soporte; Las ruedas deberán tener superficie de rodamiento, adecuadas para soportar el transformador en reposo o en movimiento y resistir las fuerzas sísmicas que se puedan producir en la República Dominicana.
- **La separación entre ruedas:** deberá ser adecuada para colocar el transformador sobre riel, separados 1,430 milímetros de luz interna y podrán ser ajustadas en dos direcciones (0 a 90°).
- El transformador podrá ser instalado y puesto en servicio también **sin ruedas sobre una base de hormigón plana**, si así lo requieren las circunstancias de la instalación en cualquier momento de la vida útil del transformador **(POSIBILIDAD DE EXTRAER RUEDAS Y SER COLOCADA EN LA BASE DEL TRANSFORMADOR).**

4.6. Núcleo

- El núcleo debe ser **adecuadamente fijado en la parte inferior** para que pueda resistir sin deformaciones los esfuerzos de los cortocircuitos y el transporte para evitar deformaciones en las láminas y daños en el aislamiento de los arrollamientos.
- El núcleo deberá estar provisto por **ganchos de izaje** otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos, sin que dicha operación imponga esfuerzo que produzcan daños.
- Deberá conectarse eléctricamente a tierra desde un solo punto debiendo las conexiones resultar lo más cortas posibles, a través de una unión extraíble colocada en forma accesible en una caja de inspección estanca ubicada sobre la tapa de la cuba y que permita hacer mediciones **de un buje de 1kV** sin necesidad de bajar el nivel de aceite. Para verificar el aislamiento del circuito magnético, la conexión a tierra deberá ser retirada y el núcleo deberá así quedar aislado eléctricamente del resto de la estructura. (Ver figura).



- El Hot Spot del Núcleo < 130°C (@In/1.05Vn).
- Las estructuras de fijación de los núcleos serán construidas en tal forma que sean mínimas las corrientes parasitas; estas estructuras serán rígidamente puesta a tierra en un punto para evitar potenciales electrostáticos.

- El fabricante suministrará las curvas de excitación del equipo a suministrar y de soportabilidad de sobreexcitación versus tiempo. **El oferente deberá presentar los cálculos realizados a un equipo similar y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**
- El material del núcleo deberá ser tipo “Cold-rolled grain-oriented.” No se permitirá que por estos existan flujos mayores a 1.95T al 100% de la tensión nominal. El punto más caliente del núcleo no deberá superar los 120°C.
- **El fabricante deberá entregar en el documento de revisión de diseño los cálculos de la temperatura crítica del núcleo en condiciones de sobreexcitación.**

4.7. Devanados

- Todos los cables o conductores que se usen para los arrollamientos y equipos relacionados con los mismos, serán de cobre, en forma y tipo que garantice las funciones de operación solicitadas.
- El conductor de las bobinas de baja tensión (12.8kV) debe ser tipo CTC (continuously transposed conductor), fabricado con epoxi termoendurecible curado aproximadamente a 120°C para mejorar su resistencia de cortocircuito. **El oferente debe presentar certificación de la empresa que construye la bobina con lo solicitado.**
- **Tanto en baja como en alta tensión el conductor deberá cambiarse en diferentes puntos a lo largo de la bobina, de tal manera que cada hilo este unido con la misma cantidad de flujo; es decir realizar una transposición completa. El oferente debe presentar certificación y fotografías de que hace este tipo de bobina.**
- El primario deberá interconectarse a los bushings vía conductor “flexible”, sin uso de empalme; Debe evitarse el uso de empalmes con conectores o terminales de compresión.
- Se debe utilizar papel termoestabilizado clase E (120°C), apto para soportar las elevaciones de temperatura solicitados en estos pliegos. No se aceptarán transformadores contruidos con otro tipo de papel y es **indispensable presentar certificado emitido por el fabricante del papel, donde se garanticen las propiedades de temperatura solicitadas.**

- En caso de que se utilizara en el lado de baja tensión conectores internos entre los cables de las bobinas y conexiones de terminales de los bushing, se debe considerar que cada cable se debe asegurar con mínimo 2 tornillos. **Sujeción con un solo tornillo no serán aceptadas.**
- La parte externa de la bobina debe tener un sistema de protección dieléctrica y mecánica que aisle la bobina en conjunto y de una rigidez mecánica que evite se desarme o afloje durante la operación del transformador. Para dicho sistema se deben emplear elementos como fibra de vidrio termocontraíble o cilindro de cierre en pressboard. **El oferente debe presentar certificación y fotografías de que cuenta con esto.**
- Los empalmes eléctricos de los arrollamientos deberán estar sujetos rígidamente para evitar averías producidas por las vibraciones y por las fuerzas desencadenadas por cortocircuitos.
- Los papeles utilizados en el transformador para aislar los conductores, deben ser producidos por el proceso de sulfato de alta calidad al 100%. El papel será color natural de bronce (Sin Tiras) y estará libre de partículas metálicas.
- Se utilizará madera laminada aislante densificada no impregnada, hecha de capas unidas entre sí bajo condiciones controladas de calor y presión usando adhesivo de resina sintética termoendurecible.
- **El fabricante deberá tener un procedimiento para manipulación y realización de la prueba de grado de polimerización del papel. En este se deberá hacer un control del grado de polimerización del papel antes del secado y realizar un análisis de pérdidas del grado de polimerización en cada proceso de secado.**
- El proceso de secado del aislamiento sólido se deberá ejecutar por medio de la metodología de vapor de keroseno (Vapour phase). **El oferente debe presentar certificación de una empresa externa y fotografías de que cuenta con este tipo de horno en su fábrica.**
- El fabricante deberá entregar las curvas de resultados del proceso de secado de la parte activa en horno vapor phase. También entregar por lo menos una evidencia de la calidad del secado utilizando un método para determinar el porcentaje de humedad (Karl Fisher). **Este porcentaje de humedad no debe ser mayor 0.6%. (Además mostrar un análisis de lo solicitado a un equipo de una potencia similar que demuestre que realiza este proceso en su fábrica).**

- El oferente deberá presentar fotografía de la máquina de presando de sus bobinas y mostrar el procedimiento de compactación, ajuste, ensambles y su ajuste final.

4.8. Aisladores pasatapas (Bushings)

- Todos los bushings serán colocados en la tapa superior del tanque (primario y secundario).
- Los bushings primario: **Serán del tipo condensador**, completamente sumergido en aceite y provistos de toma de prueba capacitiva e indicador del nivel de aceite. Estos fijados a la base con tapa de sujeción y el fabricante debe suministrar el adaptador necesario para conectar la toma capacitiva a un sistema de descargas parciales.
- El sistema de montaje y desmontaje de los bushings de baja tensión será de tal manera que no permita ingresar al interior del tanque, ni usar herramientas especiales. Toda herramienta necesaria para realizar el montaje y desmontaje debe ser suministrada por el fabricante. No deben estar sujetos a la cuba por medio de la porcelana sino con una tapa de sujeción de metal fijada con tornillos de acero inoxidable.
- Los conectores terminales de los bushings del lado de alta y baja tensión deberán ser bimetálicos, con entrada de cable vertical y horizontal, dimensionado desde 250 hasta 1000 MCM.

4.9. Radiadores, ventiladores y sistema de enfriamiento automático

- Se requiere que el transformador de potencia esté provisto de **radiadores removibles** (desmontables), **provistos de válvulas de acoplamiento superiores e inferiores**; Deberán tener indicador de posición, estar fijas al tanque del transformador y proporcionar un cierre hermético.
- Los radiadores deberán ser de **láminas roladas**, de 1.20 mm mínimo de espesor; Estarán dispuestos de tal manera que todas las superficies sean fácilmente accesibles, sin remover otros radiadores del tanque; El fabricante deberá prever suficiente espacio para un acceso fácil a todos los componentes del sistema de enfriamiento con fines de limpieza y mantenimiento o reparación de los mismos.
- Serán diseñados para soportar sin fugas o deformaciones permanentes una presión de **(0.380mbar)**.

- Los radiadores estarán provistos de barras de acero de refuerzo soldada a los elementos en forma transversal y en diagonal, para asegurar la estabilidad mecánica y dimensionamiento durante el transporte, montaje y funcionamiento de los mismos, deberán ser galvanizados externamente (Zincado por inmersión en caliente).
- Cada radiador podrá ser removido del tanque sin pérdida de aceite, por lo que deberán estar provistos de **tapón de drenaje y escape**, además de una o dos **orejas para izado**.
- El enfriamiento dependiendo de la carga aplicada al transformador será de la siguiente manera: Por circulación natural de aceite y aire (ONAN), más la circulación forzada de aire mediante **ventiladores exteriores** (ONAF), es decir un sistema ONAN/ONAF.
- Los radiadores deberán soportar y estar provistos de todos los ventiladores requeridos para su enfriamiento y deberán estar equipados con todos los materiales, tuberías con tratamiento anticorrosivo y tuberías flexibles de acero con recubrimiento ya previamente cortadas a sus medidas, caja de registros, etc., requeridos para dejar correctamente instalados los ventiladores desde el armario de control.
- Los ventiladores serán dimensionados para suministrar suficiente reserva si una de las unidades no opera, permitiendo que el transformador opere a plena carga, sin exceder las máximas elevaciones de temperatura.
- Cada ventilador deberá ser conectado independientemente con su respectiva protección (sobrecarga y cortocircuito); A nivel de grupos, se operará con un relé auxiliar (Contactor) por grupo.
- Los grupos de ventiladores deberán estar provistos de un selector para control local (automático-apagado-manual), ubicado en el panel o caja de controles.
- **Los ventiladores no deben ser colocados ni soportados en los radiadores.**
- Los ventiladores deben tener conectores tipo **(HARTING)**, macho y hembra, premontado con estribo de seguridad y tapa cobertora. (Ver Figura).



4.10. Aceite aislante del transformador

- Deberá ser usado aceite del tipo **no inhibido**, nuevo, libre de bifenilos policlorados (PCB's) y cumplir con todas las normas ASTM aplicables a los aceites dieléctricos para transformadores de potencia.
- Se deberá de suministrar todo el aceite requerido para el primer llenado del Transformador completo, más un 10% adicional para el proceso de ensamblado.
- **Incluir un equipo en línea que monitoree gases disueltos y humedad en el aceite. El sensor de gas debe responder al 100% ante el Hidrógeno (Gas de falla general) y ser sensible al Monóxido de carbono (Sobrecalentamiento del papel), Acetileno (Arqueo) y Etileno (Sobrecalentamiento del aceite). Debe poseer pantalla local LCD y protocolos digitales (DNP 3.0 serial y TCP/UDP, IEC-61850) con comunicación a través de diferentes canales (RS-485, Modem, Ethernet, RS232).**

4.11. Cambiador de tomas bajo carga automático

El transformador solicitado requiere cambiador de derivaciones de operación con carga, instalado en el lado primario, contemplando:

1. En todas las derivaciones el Transformador debe suministrar potencia nominal.
2. El voltaje nominal primario del transformador será 69kV, con una regulación de $\pm 10 \%$, en 10 pasos hacia arriba, 10 pasos hacia abajo y un paso nominal. La posición número 1 corresponderá al nivel de tensión más alto en el lado primario.
3. **Deberá operar bajo las siguientes condiciones:**
 - a) Operación automática, controlada por relé regulador de voltaje.
 - b) Operación manual por medios eléctricos, local y remotamente desde la caseta de control o centro de control de energía.
 - c) Operación manual por medios mecánicos localizados en cada unidad. Cuando se usa el mecanismo manual la operación eléctrica debe quedar firmemente bloqueada.
4. El sistema de cambiador deberá ser del **tipo (VACUTAP), marca MR o ABB.**
5. En su caja de control y/o en el armario y/o gabinete del transformador, deberá contener los siguientes mecanismos y accesorios:
 - a) Conmutador de control de toma con tres posiciones “subir-apagado-bajar”, provisto con contactos momentáneos y retorno por resorte a la posición apagado.
 - b) Conmutador selector “local-apagado-remoto”
 - c) Conmutador selector “automático-manual”
 - d) **Relé para regulación automática de tensión con tecnología ISM (TAPCON 240) con capacidad de ajuste de los rangos de operación, tiempos programables.**
 - e) Indicador de posición de los cambiadores de tomas.
 - f) **Contactos auxiliares secos que indique la posición del cambiador.**
 - g) Iluminación con sus respectivos conmutadores.
 - h) Todos los mecanismos auxiliares y accesorios requeridos para una operación satisfactoria.
 - i) Resistencia anti condensados de encendido automático.

- j) Tomacorrientes para enchufes eléctricos sistema 240 y 120V americano.
 - k) Contador de operación con totalizador.
 - l) Salida de códigos BCD (Codificador binario-decimal).
-
- 6. El motor eléctrico será adecuado para trabajar con un voltaje de 208Vac trifásico.
 - 7. El cambiador automático de tomas, será montado en un tanque separado, lleno con el mismo tipo de aceite que el tanque del transformador, impidiéndose la mezcla del aceite de las dos partes.
 - 8. El transformador estará equipado con un relé de **protección Jansen** localizado en el ducto entre el tanque de los contactos del conmutador y el tanque conservador del conmutador.
 - 9. El cambiador deberá ser capaz de resistir las fuerzas electromecánicas producidas por las corrientes de cortocircuito en las peores condiciones del sistema y **ser capaz de completar una operación durante las condiciones máximas de cortocircuito** a las que el transformador pueda ser expuesto sin sufrir.

4.12. Descargadores de sobretensión

- Próximo a todos los aisladores pasantes se montarán aisladores descargadores de sobretensión.
- Se deberán suplir los descargadores, del tipo óxidos metálicos según norma IEC 60099-4: 3 unidades de fase en primario (entre fase y tierra) y tres unidades de fase en secundario (entre fase y tierra).
- Las bases de los descargadores deberán ser suplidas con el equipo al igual que todos los conectores de aterrizajes y bajantes aislados a tierra, además los contadores de descargas, tanto en el lado de alta como de baja tensión.

4.13. Accesorios y equipos auxiliares

4.13.1. General

- Los contactos de alarma, disparo y control de los relés deberán ser adecuados para trabajar con un voltaje 125 Vdc y deberán ser capaces de soportar una corriente 20A.
- Las **uniones de las válvulas y tuberías deberán ser con juntas a topes** (Ver figuras 1, 2, 3 y 4) preferiblemente de medidas estándar y comerciales, adecuadas a cada tubería correspondiente y normalizadas para el uso de aceite dieléctrico, de resistencia mecánica y química, de alta calidad, diseñada para toda la vida del transformador; serán colocadas con **un mínimo** de cuatro tornillos, (**No se permiten uniones con rosca y codos roscados, las curvas deberán ser partes de la tubería**). Las **válvulas para la toma de muestra** de aceite deberán ser similares a las de la figura No. 3 y el resto tipo compuerta, normalizada para transformadores y con pasador de seguridad figura 4.

Figura 3



Figura 4



- El fabricante deberá proveer un adaptador de la parte plana atornillada de la válvula a tubería NPT con su tapón NPT macho. Ver figura No. 5.

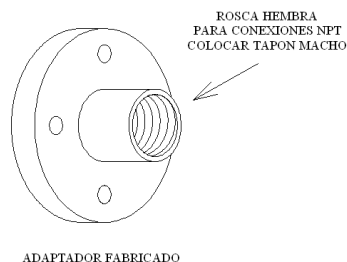


Fig. 5
Adaptador a NPT

- El transformador deberá ser diseñado con un sistema de preservación del aceite aislante del tipo “Sistema con tanque de expansión”, en el cual el aceite aislante contenido en el tanque del transformador está sellado con respecto a la atmósfera a través de un **tanque de expansión o conservador del aceite** y el tanque de expansión está aislado de la atmósfera por medio de un diafragma elástico (**Membrana para tanque de expansión**).
- La entrada y salida de aire al diafragma elástico será realizada a través de un **secador de aire para el tanque conservador del transformador** y para el tanque conservador del regulador por un **secador de aire para el tanque del conservador del cambiador**, deberán ser fabricados con suficiente de protección mecánica (un cilindro de placa de acero inoxidable). El material del depósito de sílica gel y del aceite deberá ser transparente, resistente al calor y no ponerse opaco a través del tiempo.
- Los secadores de aire del tanque conservador del transformador y del tanque conservador del cambiador deben ser deshidratantes auto-recargable libre de mantenimiento, que mantenga al transformador libre de contaminantes.

4.13.2. Transformadores de intensidad

El transformador debe tener los transformadores de intensidad para las siguientes necesidades:

1. Juegos de CTs para protección de imagen térmica.
2. CTs de compensación de corriente en el control del cambiador de tomas automático bajo carga.
3. Protecciones Varias:

Primario - Fase: 200:5; Clase 5P20, 30VA

Secundario - Fase: 1200:5; Clase 5P20, 30VA

Secundario – Neutro: 600:5; Clase 5P20, 30VA

4. Cualquier otro caso requerido por las normas o el fabricante o especificado en la ficha de oferta.

Los transformadores de intensidad deberán tener las capacidades térmicas y mecánicas para soportar las corrientes de corto circuito máxima que se puedan producir de acuerdo a la característica del transformador.

4.13.3. Instrumentación, válvulas y tuberías

- Entre la conexión del transformador y el tanque conservador, el transformador deberá estar provisto de un **Relé Buchholz**, el cual deberá proveer dos tuberías flexibles recubiertas de acero inoxidable bajantes desde el relé hasta el depósito de descarga de gases.
- El **Relé Buchholz** debe tener conectores tipo **(HARTING)**, macho y hembra, premontado con estribo de seguridad y tapa cobertora. (Ver Figura).



- La tubería de conexión del transformador y el tanque conservador deberá ser de 3" mínimas y proveer una unión flexible de acero inoxidable.
- El tanque conservador deberá proveer **(Una tubería - válvula con funcionamiento bypass)** para igualar presiones en el proceso de vacío entre el diagrama elástico y el tanque conservador.
- El transformador estará equipado con un **Indicador del nivel del aceite del tanque del conservador del transformador** y un **indicador del nivel del aceite del tanque conservador del cambiador**, montados en la pared lateral del tanque conservador. Serán equipados cada uno con dos juegos de contactos de alarma y disparo para bajo nivel de aceite. El diseño deberá ser de una fácil instalación para el mantenimiento o reparación utilizando conectores tipo **(HARTING)**, macho y hembra, premontado con estribo de seguridad y tapa cobertora.
- El transformador deberá tener instalado un **(Termómetro de temperatura de aceite)**, graduado con grado Celsius para indicar localmente la temperatura de aceite en el punto más caliente que se pueda producir y con un puntero de máxima temperatura, de reposición. Estará provisto de cuatros juegos de contactos ajustables para alarma y desconexión.

- El transformador también tendrá instalado un **(Detector de temperatura de los arrollamientos)**, del tipo Imagen térmica. Será graduado con grado Celsius para indicar localmente la temperatura de aceite en el punto más caliente que se pueda producir y con un puntero de máxima temperatura, de reposición. El relé de temperatura debe estar provisto de cuatro juegos de contactos ajustables independientemente, que se cerrarán o abrirán automáticamente en secuencia con el aumento o disminución de la temperatura de los arrollamientos y ejercerán las siguientes funciones: Puesta en marcha de los ventiladores / Alarma por exceso de temperatura /Disparo por exceso de temperatura.
- El transformador estará equipado con una **(Válvula de descarga de sobre presión)**; la válvula deberá aliviar cualquier sobre presión que se produzca internamente en el transformador y volverá a cerrar después de haber actuado. Deberá ser equipada con contactos de disparo para indicar su actuación y tendrá un indicador visible de actuación mecánica de reposición manual. Se requiere que la válvula esté provista de **(Una tubería que dirija la descarga de presión de aceite hacia el suelo)**.
- El transformador deberá estar provisto de todas las válvulas y tuberías necesarias para su mantenimiento; entre las cuales se requieren las siguientes:
 1. Grifo o válvula de drenaje del aceite del fondo del transformador, en 2" mínimo de diámetro, capaz de drenar todo el aceite restante.
 2. Válvula de descarga del cambiador, en 1" mínimo de diámetro del tubo.
 3. Tubería de carga y descarga del tanque conservador del transformador, de 1 ½" de diámetro, con una válvula en la parte inferior operable desde el suelo y otra válvula en la parte superior próxima al tanque conservador.
 4. Tubería de carga y descarga del tanque conservador del cambiador, de 1" mínimo de diámetro, con una válvula en la parte inferior operable desde el suelo y otra válvula en la parte superior próxima al tanque conservador.
 5. Válvula para toma de muestra de aceite inferior del transformador y válvula para toma de muestra de aceite superior del transformador, operable desde el suelo a través de una tubería vertical de ½" a 1", la tubería deberá estar firmemente Colocada al interno del transformador. Ambas válvulas de ½" a 1" de diámetro y especiales para tomas de muestras.
 6. Dos válvulas en la parte inferior para tratamiento de aceite, que pueda ser conectada y operada con el transformador energizado, una ubicada a través de un tubo vertical interno al transformador. Ambas válvulas de 2" mínimo de diámetro. Las válvulas estarán en la misma cara del transformador.

7. Válvulas antes y después del relé buchholz, la tubería será de 3" mínima de diámetro.
8. Válvula entre el tanque del conservador del conmutador bajo carga y el Relé de protección del conmutador bajo carga, 1" mínimo de diámetro válvula y tubo.
9. Juego de tuberías de descarga de gases desde las bases de los bushings hacia el tanque del conservador del transformador, deberá ser lo suficientemente fuerte para no sufrir deformación o fuga al soportar una persona de 230 libras, la tubería debe ser de 1" de diámetro.

4.13.4. Armario de control

- El transformador dispondrá de un armario en el cual se instalarán todos los interruptores, arrancadores y demás dispositivos.
- Incluirá una resistencia de calefacción con regulación de temperatura y una luz de encendido con la apertura de la puerta, (120 VAC), un tomacorriente de 120 VAC tipo Americano, y un tomacorriente para 220 VAC.
- Contará con iluminación de emergencia (125 VDC) y tomacorriente para conectar una luz de emergencia de 125 VDC, 100 W.
- El cableado que conecta los diferentes accesorios eléctricos con el armario, se instalará con un requerimiento de una tubería rígida galvanizada combinada con tubería flexible de acero, con un diámetro de acuerdo a las necesidades.
- El armario y demás accesorios deberán estar sobre una fijación flexible, amortiguadores, y serán localizados a una altura conveniente para la operación desde el suelo.
- El armario será resistente a la corrosión, en acero inoxidable. La tapa deberá tener una junta o sistema que no permita la entrada de humedad.
- En el panel de control se requiere un alarmero donde quede registrado bajo indicación visual las alarmas y disparo propio del transformador. **Además deberá tener puertos de comunicación Ethernet, serial RS232 y manejar DNP, TCP-IP/serial.**
- **Los disparos y alarmas mecánicas del transformador deberá tener contactos secos disponibles para cliente (Edenorte). Estos colocados en las borneras de la parte de control.**

4.13.5. Placa de identificación

El transformador deberá disponer de placas de identificación, construidas de acero inoxidable y atornilladas **(No se permite el uso de remaches)**.

Se fijarán con tornillos de mínimo 7/16" a su base roscada hembra, que deberá estar soldada; Las placas requeridas son las siguientes:

1. Placa principal con características del transformador. podrán ser un conjunto de placas, en ellas deberán estar rotulado mínimamente lo siguiente:

- a) Datos de fabricación: Marca, Tipo, Serie, Año de fabricación, Lugar de fabricación, etc.
- b) Empresa para la cual fue fabricado: "EDENORTE DOMINICANA" con letras de una altura-tamaño de 15 a 20mm.
- c) Características eléctricas: Voltaje nominal por cada devanado con sus por cientos y cantidad de pasos de regulación, Potencia ONAN y ONAF por cada devanado, posiciones del cambiador con su respectivo voltaje y corriente, corriente de cortocircuito simétrica y asimétrica por cada devanado, número de fases, frecuencia, grupo de conexión, nivel de aislamiento para cada devanado (Primario, Secundario, Neutro, tensión a frecuencia industrial y BIL), impedancia de corto circuito en base a la primera, neutral y última posición (potencia base ONAN), corriente de cortocircuito en primario y secundario, con su máxima duración de cortocircuito.
- d) Características mecánicas: Peso (Total, del aceite, del núcleo y devanados, etc.), cantidad de aceite (en galones), aumento de temperatura de los devanados y el aceite, dimensiones, etc.
- e) Tipo y características Generales del cambiador:
- f) Características de los transformadores de intensidad: Relación, potencia, precisión.
- g) Diagrama de conexiones internas de los devanados y el cambiador de tomas y una tabla con las tensiones nominales para cada toma con su respectiva corriente.
- h) Diagrama vectorial de los devanados

- i) Diagrama de válvulas, tuberías y dispositivos: Debe tener una leyenda con el nombre de cada válvula, tubería o dispositivo
- j) Esquema de condición de las válvulas: Para el llenado o descarga del transformador, cambiador, condición de trabajo normal, etc.

2. Placa de diagrama y conexiones de control y potencia en el armario de control: Podrá estar colocada internamente, en la tapa de la caja o armario de control; presentará el diagrama de conexiones de control y de potencia de los ventiladores, cambiador de tomas, circuito de iluminación, borneras de corrientes de los transformadores de intensidad y cualquier dispositivo eléctrico.

3. Placa de características del cambiador: Características del mismo.

4. Placas de identificación de cada una de las válvulas: Con el nombre y código.

5. Placas de identificación de cada uno de los relés, termómetros, accesorios o componente que requiera identificación: Con el nombre y código.

6. Placas de identificación de cada bushings: Para el lado del primario H1, H2 y H3, y para el lado del secundario, X0, X1, X2 y X3.

4.13.6. Repuestos

Los repuestos que se deberán entregar son los siguientes, con sus respectivas pruebas realizadas.

- 1 Bushing de devanado Primario
- 1 Bushing de devanado Secundario
- 1 Juego de todas las juntas utilizadas para el armado
- 1 Medidor de aceite Axial o Radial.
- 2 Deshidratador de aire auto-recargable

4.13.7. Monitor Digital de temperatura

El transformador deberá incluir un monitor digital que permita detectar rápidamente averías y discrepancias, con datos en tiempo real, acceso remoto a la información desde el sistema SCADA mediante protocolo de comunicación DNP 3.0. TCP/IP, además deberá incluir un interfaz hombre – máquina. Este sistema debe monitorear la temperatura superior e inferior del aceite y la temperatura de los devanados, debe ser capaz de detectar gases y la humedad en el aceite del transformador (en forma directa o mediante la integración de un equipo adicional para tal fin).

Este monitor digital será instalado en el gabinete de control

Los dispositivos para monitoreo de temperaturas, alarmas y relé de regulación mencionado anteriormente, deberán incluir los patch cord CAT-6A, los mismos estarán disponible en el tablero de control.

4.14. Pruebas en fábrica

4.14.1. General

- El costo para efectuar las pruebas en fábrica deberá estar incluido en la oferta.
- El transformador será completamente ensamblado en fábrica para las pruebas y luego parcialmente desensamblado para el transporte. Todas las pruebas se harán de acuerdo a las normas.
- El fabricante notificará a EDENORTE, la fecha en que el transformador estará listo para ser encubado y costeará el traslado y alojamiento de dos técnicos representantes de EDENORTE a fábrica, para la inspección del mismo fuera de la cuba y el proceso para encubarlo. Antes de esto se realizará prueba de Relación de Transformación (TTR).
- El fabricante notificará a EDENORTE, la fecha en que el transformador estará listo para las pruebas y costeará el traslado y alojamiento de dos técnicos representante de EDENORTE a fábrica, para la inspección de las pruebas.
- El no realizar cualquier prueba o el testimonio dado por el técnico representante, no liberará al Fabricante de su responsabilidad para cumplir totalmente los requerimientos de las especificaciones y las normas.
- Si en alguna prueba o ensayo, los resultados dan fuera de los valores garantizados o recomendados por las normas y esta especificación o el transformador sencillamente no pasa la prueba, el Fabricante deberá ser responsable de corregir el fallo en fábrica, y si es necesario cubrir los gastos que generen realizar nuevamente la prueba fallida.

- Se enviarán a EDENORTE dos copias certificadas de las pruebas realizadas y de los resultados y serán presentados de tal manera que proporcionen evidencias de cumplimiento con las normas aplicadas.

4.14.2. Pruebas y ensayos

El oferente deberá contar con una certificación que confirme acreditación al procedimiento de las pruebas realizadas en el laboratorio de transformadores y de aceites, **esta certificación deberá ser realizada por un ente externo al fabricante de transformadores.**

1. Ensayo de Impulso Atmosférico tipo rayo: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausula 10, ANSI-IEEE Std C57.98-1993.
2. Prueba de impulso por maniobra: Según norma ANSI.
3. Medición de Relación de Transformación (TTR), en todas las posiciones del cambiador de tomas y cálculo del porcentaje de desviación, al igual que la verificación de la polaridad y desplazamiento angular: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 6 y 7.
4. Revisión de relación y polaridad de los transformadores de corriente: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 6 y 7.
5. Medición de Resistencia Óhmica de los devanados, en todas las posiciones del cambiador de tomas: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5
6. Medición de Factor de Potencia y Capacitancia: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.10.
7. Medición de corriente de excitación en todas las posiciones del cambiador de tomas: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90
8. Factor de Potencia en los bushings (C1 y C2): Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.10.
9. Medición de corriente y pérdida de vatios: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
10. Prueba de Tensión Aplicada: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.6; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.10.
11. Prueba de Tensión inducida y medición de descargas parciales: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.10; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.7; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.8 y 10.9.

12. Medición de la resistencia de los aislamientos y cálculo de los índices de absorción y polarización: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.11.
13. Medición de resistencia del aislamiento del núcleo: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90
14. Medición de los valores de Reactancia de dispersión e Impedancia de Secuencia Positiva: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
15. Medición de pérdida en el núcleo (Entre el 90 y el 100 de tensión nominal): Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausula 8.
16. Medición de pérdidas bajo carga: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
17. Medición de voltaje de impedancia de secuencia positiva: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
18. Medición de impedancia secuencia cero: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausula 9.5.
19. Medición de la impedancia: Pérdidas en ramas de carga, vacío y tensión de cortocircuito, que deberá de ser realizada en la primera, central y última posición del cambiador de tomas: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90.
20. Ensayos de resistencia mecánica: Aplicando una presión constante mayor de 0.35Kg/cm^2 por encima de la presión en operación normal y alto vacío.
21. Medición de la rigidez dieléctrica del aceite (Antes de llenado, durante las prueba y al final de las pruebas).
22. Medición de potencia y corriente de vacío. Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90.
23. Medición de pérdidas en los devanados e impedancia de cortocircuito: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
24. Prueba de Calentamiento ONAN: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.11; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 11.
25. Prueba de Calentamiento ONAF: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.11; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 11. Esta tendrá que realizarse con un radiador cerrado y un ventilador apagado y deberá cumplir con la norma.
26. Prueba de nivel de ruido: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 13.
27. Análisis de respuesta de frecuencia (En fábrica y destino final).

28. Ensayos dieléctricos y funcionamiento de todos los dispositivos de mando, motores, equipos de protección, auxiliares, indicadores de nivel de aceite, temperatura, presión y relé, que deben ser ensamblados en fábrica.
29. Prueba de la unidad automática a través del relé regulador de tensión del cambiador de tomas.
30. Hermeticidad.
31. Medición del espesor de la película seca (EPS): Según norma ISO 12944-5 (En el numeral que se refiere a espesor de película seca).
32. Prueba de adherencia, está realizada por tracción: Según norma ASTM D 4541.
- 33. Durante los ensayos del gabinete de control se realizarán las siguientes pruebas:**
 - Tensión aplicada
 - Resistencia de aislamiento, antes y después de la prueba de tensión aplicada.
 - Operación general, simulando la operación de todos los dispositivos de tablero de control. (Contactos de alarmas y disparo, operaciones locales, remota y automáticas, operación del sistema de refrigeración, etc.).
 - Revisión final contra planos donde se adelanta una revisión completa del cableado contra planos finales, verificando nomenclatura, marquillas, ubicación, cantidades.

4.14.3. Pruebas de aceite

- Cromatografía Gaseosa DGA / ASTM D-3612
- Físicas: Acidez, Color, Rigidez y Factor de Potencia
- Contenido de PCB's
- Las que apliquen en Normas de Fabricación
- Contenido de Azufre corrosivo (ASTM1275).
- Análisis de Furano (ASTM D-5837-99).

Estas pruebas se realizarán luego del transformador tener un mes energizado y será cubierto por el oferente. Además deberá asumir el costo de la misma por el periodo de garantía. Una por año.

4.14.4. Reporte de las pruebas

Deberán ser entregados por escrito dos copias de cada reporte de pruebas y encuadrados. El reporte deberá contener:

5. VALORACION ECONOMICA DE LAS PERDIDAS

Esta penalización se realizara, si los valores de pérdidas medidos en pruebas de laboratorio, superan por encima de tolerancia los valores garantizados. (2%)

Se valorarán de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Vpérdidas\ (USD)=\ 11,300\ (USD/kW)\ x\ Po\ (kW)\ +\ 8,400\ (USD/kW)\ x\ Pcc\ (kW)}$$

Siendo:

- Valoración de las pérdidas, en dólares (USD) = **Vpérdidas**
- Po= Pérdidas en rama de vacío, en **kW**
- Pcc = Pérdidas en rama de carga, en **kW**

6. FICHA DE OFERTA Y DATOS GARANTIZADOS

Tabla 1	Requerido	Ofertado
Oferente	Inf. Fabricante	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Modelo	Inf. Fabricante	
País de Fabricación (origen)	Inf. Fabricante	
Norma de Fabricación y Ensayo	ANSI C57	
Régimen de trabajo	Permanente	
Refrigeración	ONAN / ONAF	
Tipo	Intemperie	
Idioma documentación	Español	
Tensión del Primario	69kV	
Tensión del Secundario	12.8kV	
Potencia		
Potencia ONAN (MVA)	≥ 16	
Potencia ONAF (MVA)	≥ 20	
Nivel de Ruido ONAF -20 MVA (db)	≤ 65	
Sobre carga admisible	Inf. Fabricante	
Elevación de Temperatura Aceite (capa superior) (°C)	60	
Elevación de Temperatura Devanado (media) (°C)	65	
Hot Spot en Conductor Primario	Inf. Fabricante	
Hot Spot en Conducto Secundario	Inf. Fabricante	
Capacidad de trabajo continuo con excitación comprendida entre el 90% - 110% Tensión Nominal (sin sobrecalentamiento, a plena carga)	Inf. Fabricante	
Color	Smil Gris Medio UNE B-109 (UNE48.103)	
Frecuencia de Operación (Hz)	60	
Grupo de conexión	Dyn1	

Tabla 2	Requerido	Ofertado
Tensión de Corto Circuito, (Relación de transformación (69/12.8kV) (Posición Nominal, Plena Carga)		
Primario - Secundario	Mínimo 8%	
Soportabilidad a esfuerzos de Corto Circuito (relación de transformación 69/12.8kV		
Certificado del ensayo de cortocircuito que se haya realizado en un laboratorio reconocido internacionalmente a un transformador con potencia mayor a 20 MVA fabricado en la planta del oferente	Inf. Fabricante	
Potencia de Cortocircuito de la Red en 69kV (MVA)	10,000	
Cálculos de Intensidad de cortocircuito simétrica eficaz (@2s)		
Primario (A)	Inf. Fabricante	
Secundario (A)	Inf. Fabricante	
Cálculos de Intensidad de cortocircuito Asimétrica (@2s)		
Primario (A pico)	Inf. Fabricante	
Secundario (A pico)	Inf. Fabricante	
Pérdidas (Relación de Transformación 69/12.8kV)		
Pérdidas en vacío al 90% de la tensión nominal (kW)	Inf. Fabricante	
Pérdidas en vacío al 100% de la tensión nominal (kW)	$< 0.2\% \times S_n$	
Pérdidas en vacío al 110% de la tensión nominal (kW)	Inf. Fabricante	
Garantía de Pérdidas al 100% de la carga toma nominal (85°C) – (kW)	$< 0.7\% \times S_n$	
Garantía de Pérdidas al 100% de la carga primera toma (85°C) – (kW)	Inf. Fabricante	
Garantía de Pérdidas al 100% de la carga ultima toma (85°C) – (kW)	Inf. Fabricante	
Intensidad en vacío al 100% de la tensión nominal (A)	Inf. Fabricante	
Intensidad en vacío al 110% de la tensión nominal (A)	Inf. Fabricante	
Conexión neutro a tierra y aislado	Sólidamente	
Sistema de Enfriamiento		
Radiadores	SI	
Desmontables	SI	
Válvulas de acoplamiento superiores e inferiores	SI	
Espesor de las láminas (mm)	Mayor o igual 1.2 mm	
Superficie total de láminas de radiadores (mm ²)	Inf. Fabricante	
Detalle constructivo	Inf. Fabricante	
Cantidad de grupos de radiadores	Inf. Fabricante	
Ventiladores		
Fabricante de los ventiladores	Inf. Fabricante	
Numero de fases	3	
Tensión nominal	208 VAC	
Frecuencia	60 Hertz	
Potencia (kW)	Inf. Fabricante	
Velocidad (rpm)	Inf. Fabricante	
Flujo de aire (m ³ /min)	Inf. Fabricante	
Ventiladores colocados en base sujeta a la cuba	SI	
Cantidad de ventiladores	Inf. Fabricante	

Tabla 3	Requerido	Ofertado
Peso del transformador		
Parte Activa (kg)	Inf. Fabricante	
Cuba y Accesorios (kg)	Inf. Fabricante	
Total sin aceite (kg)	Inf. Fabricante	
Cantidad aceite Transformador (Galones)	Inf. Fabricante	
Peso total del transformador completo con aceite (kg)	Inf. Fabricante	
Dimensiones (Metro)		
Largo	Inf. Fabricante	
Ancho	Inf. Fabricante	
Alto	Inf. Fabricante	
Tanque o cuba		
Tipo de placa de acero	Inf. Fabricante	
Tapa de la cubierta removible (Apernada con tornillos 5/8" de acero inoxidable)	Inf. Fabricante	
Tapa para hombre en la parte superior	Inf. Fabricante	
Los devanados, regulador, bushing y núcleo deberán estar sujetos a la tapa superior para que puedan ser extraídos todos los elementos mencionados al levantar la tapa del tanque, sin necesidad de retirar ninguna conexión o elementos internos. (Mostrar fotografías de ha construido este tipo de tapa)	Inf. Fabricante	
Valor de presión de vacío que resiste el transformador	Inf. Fabricante	
Normas de procesos de soldaduras	Inf. Fabricante	
Certificaciones de los soldadores	Inf. Fabricante	
Reporte completo de pintura , normas y certificaciones	Inf. Fabricante	
Valor del grado de limpieza y normas usadas	Inf. Fabricante	
Valor del espesor final en (micras) y normas usadas	Inf. Fabricante	
Espesor de la chapa de acero del estanque principal:		
Paredes (mm)	Inf. Fabricante	
Tapas (mm)	Inf. Fabricante	
Base (mm)	Inf. Fabricante	
Resistencia al alto vacío	Especificar detalles	
Resistencia a sobre presiones constante	> 0.35 Kg/cm2	
Tapa hombre en la parte superior	SI	
Orejas para fijarlo a plataforma (camión) para transporte (en caso de que no se pueda fijar por los ganchos de izaje)	SI	
Base		
Base de apoyo para colocar sobre base plana de hormigón	SI	
Ruedas para colocar sobre rieles tipo ferrocarril (removibles)	SI	
Ancho de vía entre caras internas de carril (rieles)	Requerido	
I) Para desplazamiento longitudinal	1.43 metros	
II) Para desplazamiento transversal	1.43 metros	
Núcleo		
Suministrar las curvas de excitación del equipo y la soportabilidad de sobrecarga versus tiempo.	Inf. Fabricante	
Cálculos de diseño de temperatura crítica del núcleo en condición de sobrecarga.	Inf. Fabricante	
Valor del punto mas caliente del núcleo	Inf. Fabricante	
Tipo de Chapa magnética empleado	Inf. Fabricante	
Pérdida en W/kg	Inf. Fabricante	
Peso total de chapa magnética (kg)	Inf. Fabricante	
Fabricante de chapa magnética	Inf. Fabricante	
Proceso de Tratamiento de Chapa Magnética	Inf. Fabricante	

Tabla 4	Requerido	Ofertado
Arrollamientos (devanados)		
Primario		
Tipo de devanado (hélice, disco, etc.)	Inf. Fabricante	
Tipo de conductor de cobre	Inf. Fabricante	
Protección dieléctrica y mecánica que aislé las bobinas (Termoncontraibles o Pressboard, debe mostrar fotografías de que ha realizado este proceso)	Inf. Fabricante	
Sección (mm2)	Inf. Fabricante	
Peso (kg/m)	Inf. Fabricante	
Fabricante del conductor	Inf. Fabricante	
Tipo de Papel Aislante	Inf. Fabricante	
Bobina con transposición completa	Inf. Fabricante	
Secundario		
Tipo de devanado (hélice, disco, etc.)	Inf. Fabricante	
Tipo de conductor de cobre	Inf. Fabricante	
Sección (mm2)	Inf. Fabricante	
Peso (kg/m)	Inf. Fabricante	
Fabricante del conductor	Inf. Fabricante	
Tipo de Papel Aislante	Inf. Fabricante	
Bobina con transposición completa	Inf. Fabricante	
Prensado de las bobinas		
Numero de gatos	Inf. Fabricante	
Áreas de los gatos	Inf. Fabricante	
Compactación (PSI)		
Mínima	Inf. Fabricante	
Máxima	Inf. Fabricante	
Ajuste (PSI)		
Mínima	Inf. Fabricante	
Máxima	Inf. Fabricante	
Ensamblados (PSI)		
Mínima	Inf. Fabricante	
Máxima	Inf. Fabricante	
Ajuste final (PSI)		
Mínima	Inf. Fabricante	
Máxima	Inf. Fabricante	
Fuerza de compartición	kN	
Fuerza de compartición máxima antes de llevar al horno	kN	

Tabla 5	Requerido	Ofertado
Aceite		
Tipo	Mineral	
Inhibidores y/o Aditivos	NO	
Contenido de PCB's	NO	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Suministro de datos característicos	SI	
Norma ANSI C57-106, clase I	Inf. Fabricante	
Color (Máximo)	Inf. Fabricante	
Punto de anilina (Máximo y Mínimo)	Inf. Fabricante	
Punto de inflamación (Mínimo)	Inf. Fabricante	
Tensión interfacial a 25°C (Mínimo)	Inf. Fabricante	
Punto de fluidez (Máximo)	Inf. Fabricante	
Densidad relativa	Inf. Fabricante	
Viscosidad cinemática a:		
0°C	Inf. Fabricante	
40°C	Inf. Fabricante	
100°C	Inf. Fabricante	
Voltaje de ruptura dieléctrica (Mínimo)	Inf. Fabricante	
Factor de disipación	Inf. Fabricante	
Factor de Potencia a:		
25°C (máximo)	Inf. Fabricante	
100°C (máximo)	Inf. Fabricante	
Sulfuros corrosivos	Inf. Fabricante	
Índice de neutralización	Inf. Fabricante	
Resistencia a la oxidación	Inf. Fabricante	
Contenido de agua	Inf. Fabricante	
Monitor en línea de gases disuelto (Obligatorio)	Inf. Fabricante	
Clase de Papel Aislante		
Prueba del grado de polimerización del papel, antes del secado	Inf. Fabricante	
Análisis de pérdidas del grado de polimerización en cada proceso de secado.	Inf. Fabricante	
Tipo termo-estabilizado clase E	Inf. Fabricante	
Ancho	mm	
Densidad (min)	kg/m ³	
Permeabilidad del aire	µm/Pa*s	
Fuerza de tensión	kN/m	
Elongación	%	
Fortaleza eléctrica	kV/mm	
Contenido Cenizas	%	
Contenido humedad	%	
Secado tipo VAPOUR PHASE	Inf. Fabricante	
las curvas resultado del proceso de secado de la parte activa en horno vapor phase	Inf. Fabricante	
Evidenciar mediante un informe la calidad del secado utilizando un método para determinar el porcentaje de humedad (Karl Fisher)	Inf. Fabricante	
Valor de porcentaje de humedad	Inf. Fabricante	

Tabla 6		Requerido	Ofertado
Aisladores pasatapas (Bushings)			
Primario – Línea (Tres unidades)			
Tensión nominal (kV)		69kV	
Máxima Tensión (kV)		72kV	
Intensidad nominal (A)		800A	
Nivel de Impulso (onda plena) (kVcr)		350kV	
Tensión aplicada 60Hz, 1m, en seco (kVef)		160kV	
Tensión aplicada 60Hz, 10s, bajo lluvia (kVef)		140kV	
Distancia de descarga (mm)		Inf. Fabricante	
Distancia de Contorno (mm)		Inf. Fabricante	
Peso (kg)		Inf. Fabricante	
Carga de Flexión a 90° (N)		Inf. Fabricante	
Visor indicador de nivel de aceite		SI	
Fabricante		Inf. Fabricante	
Modelo y catalogo		Inf. Fabricante	
Tipo Capacitivo		Simil ABB / GOB-325-800	
Color		Marrón	
Conector de toma capacitiva para prueba		SI	
Detalle del Conector:			
Modelo y catalogo		Inf. Fabricante	
Material		Bimetálico	
Forma salida del conductor		Vertical y Horizontal	
Dimensiones		Inf. Fabricante	

Tabla 7	Requerido	Ofertado
Aisladores pasatapas (Bushings)		
Secundario – Línea (tres unidades)		
Tensión nominal (kV)	≥15	
Máxima Tensión (kV)	≥25	
Intensidad nominal (A)	Mayor o igual 2500	
Nivel de Impulso (onda plena) (kVcr)	110 kV	
Tensión aplicada 60Hz, 1m, en seco (kVef)	≥50kV	
Tensión aplicada 60Hz, 10s, bajo lluvia (kVef)	≥40kV	
Distancia de descarga (mm)	Inf. Fabricante	
Distancia de Contorno (mm)	Inf. Fabricante	
Peso (kg)	Inf. Fabricante	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Modelo y catalogo	Inf. Fabricante	
Color	Marrón (preferible)	
Detalle del Conector:		
Modelo y catalogo	Inf. Fabricante	
Material	Bimetálico	
Forma salida del conductor	Vertical y Horizontal	
Dimensiones	Inf. Fabricante	
Secundario - Neutro		
Tensión nominal (kV)	≥15	
Máxima Tensión (kV)	≥25	
Intensidad nominal (A)	Mayor o igual 2500	
Nivel de Impulso (onda plena) (kVcr)	110 kV	
Tensión aplicada 60Hz, 1m, en seco (kVef)	≥50kV	
Tensión aplicada 60Hz, 10s, bajo lluvia (kVef)	≥40kV	
Distancia de descarga (mm)	Inf. Fabricante	
Distancia de Contorno (mm)	Inf. Fabricante	
Peso (kg)	Inf. Fabricante	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Modelo y catalogo	Inf. Fabricante	
Color	Marrón (preferible)	
Detalle del Conector:		
Modelo y catalogo	Inf. Fabricante	
Material	Bimetálico	
Forma salida del conductor	Vertical y Horizontal	
Dimensiones	Inf. Fabricante	

Tabla 8	Requerido	Ofertado
Descargadores de Sobretensión para 72.5kV		
Primario (Tres unidades)		
Tensión continua de operación MCOV (kV)	57	
Tensión nominal (kV)	72	
Frecuencia Nominal (Hz)	60	
Intensidad nominal de alivio de presión (de disponer de disp.) (A)	Inf. Fabricante	
Intensidad Nominal de Descarga (kAp)	Inf. Fabricante	
Tensión Residual (kV)	Inf. Fabricante	
Nombre del Fabricante	Inf. Fabricante	
Tipo y catalogo	Óxido Metálico	
Contadores de Descargas	SI	
Secundario(Tres unidades) 12.8kV		
Tensión continua de operación MCOV (kV)	8.4	
Tensión nominal (kV)	10	
Frecuencia Nominal (Hz)	60	
Intensidad nominal de alivio de presión (de disponer de disp.) (A)	Inf. Fabricante	
Intensidad Nominal de Descarga (kAp)	Inf. Fabricante	
Tensión Residual (kV)	Inf. Fabricante	
Nombre del Fabricante	Inf. Fabricante	
Tipo y catalogo	Óxido Metálico	
Contadores de Descargas	SI	

Tabla 9	Requerido	Ofertado
Conmutación Automática en Carga (en primario relación menor) – 21	69kV \pm 10 x 1%	
Tipo de Regulación	Automática, Bajo Carga	
Instalación del Regulador	Primario (Alta)	
Modelo y Tipo del cambiador	Inf. Fabricante	
Nº de posiciones	21	
Relé regulador de Tensión	SI	
Modelo	Inf. Fabricante	
Alimentación (AC-DC)	Inf. Fabricante	
Tensión máxima de aislamiento	Inf. Fabricante	
Potencia (VA)	Inf. Fabricante	
Intensidad Máxima (A)	Inf. Fabricante	
Display	Inf. Fabricante	
Temperatura de servicio	Inf. Fabricante	
Temperatura de almacenamiento	Inf. Fabricante	
Normas de seguridad	Inf. Fabricante	

Tabla 10			Requerido	Ofertado
Potencia – Posición (MVA): Relación 69/12.8kV			ONAN / ONAF	
Potencia en Posición 01-	75.900 kV	(+10%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 02 –	75.210 kV	(+9%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 03 –	74.520 kV	(+8%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 04 –	73.830 kV	(+7%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 05 –	73.140 kV	(+6%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 06 –	72.450 kV	(+5%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 07 –	71.760 kV	(+4%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 08 –	71.070 kV	(+3%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 09 –	70.380 kV	(+2%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 10 –	69.690 kV	(+1%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 11 –	69.000 kV	Nominal	16/20 MVA	
Potencia en Posición 12 –	68.310 kV	(-1%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 13 –	67.620 kV	(-2%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 14 –	66.930 kV	(-3%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 15 –	66.240 kV	(-4%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 16 –	65.550 kV	(-5%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 17 –	64.860 kV	(-6%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 18 –	64.170 kV	(-7%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 19 –	63.480 kV	(-8%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 20 –	62.790 kV	(-9%)	16/20 MVA	
Potencia en Posición 21 –	62.100 kV	(-10%)	16/20 MVA	
Características del accionamiento del cambiador				
- Eléctrico			Motor trifásico	
- Mecánico			Manivela extraíble	
Motor				
- Tipo			Trifásica	
- Tensión (rango de operación)			200-240 Vac	
- Protección por Interruptor Magneto			SI	
Protección Cambiador - Jansen con contacto de alarma y disparo			SI	
Fabricante / Tipo			Inf. Fabricante	

Tabla 11	Requerido	Ofertado
Gabinete y Control		
Fijación flexible	SI	
Gabinete de acero inoxidable	SI	
Resistencia de calefacción	Inf. Fabricante	
Luminaria en el interior	120 VAC	
Luminaria de emergencia	125 VDC	
Toma corriente (2)	120-240 VAC	
Toma corriente	120 VDC	
Teleindicador de lámparas	SI	
Consumo del circuito de control (W)	Inf. Fabricante	
Mando de pulsadores locales	SI	
Bornas para mando a distancia	SI	
Bornas libres para bloqueo del circuito de control por sobre intensidad	SI	
Relé de regulación (Obligatorio)	Inf. Fabricante	
Contactos secos disponible	Inf. Fabricante	

Tabla 12	Requerido	Ofertado
Accesorios		
Sistema con tanque de expansión, tanque conservador	SI	
Membrana para tanque de expansión:	SI	
Método de prueba de membrana (Mostrar fotografías y procedimiento de prueba)	Inf. Fabricante	
Marca	Inf. Fabricante	
Modelo	Inf. Fabricante	
Deshidratador de aire auto-recargable	2	
Marca	Inf. Fabricante	
Modelo	Inf. Fabricante	
Cantidad de silicagel	Inf. Fabricante	
Relé Buchholz		
Norma de fabricación	Inf. Fabricante	
Modelo	Inf. Fabricante	
Rango de temperatura	Inf. Fabricante	
Resistencia a la presión	Inf. Fabricante	
Resistencia al vacío	Inf. Fabricante	
Pintura	Poliuretano	
Numero de contactos	2	
Chapaleta de retención	<0.1S	
Acumulación de gas	Inf. Fabricante	
Grado de protección	Inf. Fabricante	
Placa	Inf. Fabricante	
Posición de montaje nominal	Inf. Fabricante	
Pulsador de prueba	SI	
Conectores tipo HARTING	Inf. Fabricante	

Tabla 13	Requerido	Ofertado
Transformadores de Intensidad para protección		
En Primario-Fases	SI	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Normas	ANSI C57-13	
Clase	5P20	
Relación Fases	200/5 A/A	
Uso	Protección	
En Secundario-Fases	SI	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Normas	ANSI C57-13	
Clase	5P20	
Relación Fases	1200/5 A/A	
Uso	Protección	
En Secundario-Neutro	SI	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Normas	ANSI C57-13	
Clase	5P20	
Relación Fases	600/5 A/A	
Uso	Protección	
Transformador de intensidad para imagen térmica	SI	
Fabricante	Inf. Fabricante	
Modelo	Inf. Fabricante	

Tabla 14	Requerido	Ofertado
Placas de datos		
Características del transformador	Sí	
Diagrama y conexiones de control y potencia (armario de control)	Sí	
Características del cambiador	Sí	
Identificación de cada válvula	Sí	
Identificación de cada relé e instrumentos	Sí	
Identificación de cada bushings	Sí	
Material de la Placa	Acero Inoxidable	
Características mecánicas	Sí	
Esquema de condición de las válvulas	Sí	
Diagrama vectorial de los devanados	Sí	
Repuestos		
Bushing devanado primario	1	
Bushing devanado secundario	1	
Juego de todas las juntas utilizadas para el armado	1	
Medidor de aceite Axial o Radial	1	
Deshidratador de aire auto-recargable	2	
Visitas a fábrica		
Primera visita de 2 técnicos de Edenorte (Verificación de Bobina y proceso de encubar el Transformador)	Sí	
Segunda visita de 2 técnicos de Edenorte (Para la aprobación de las pruebas a realizar al Transformador)	Sí	

Tabla 15	Requerido	Ofertado
Pruebas en fábrica		
Mostrar la certificación que confirme acreditación al procedimiento de las pruebas realizadas en el laboratorio de transformadores y de aceites, esta certificación deberá ser realizada por un ente externo al fabricante de transformadores. (En el idioma Inglés o Español)	Inf. Fabricante	
Prueba de impulso con onda tipo rayo	Especificar norma	
Prueba de impulso por maniobra	Especificar norma	
Medición de Relación de Transformación (TTR)	Especificar norma	
Medición de Relación de Transformación (TTR) para los CT's	Especificar norma	
Medición de Resistencia Óhmica de los devanados	Especificar norma	
Medición de Factor de Potencia y Capacitancia	Especificar norma	
Medición de corriente de excitación	Especificar norma	
Factor de Potencia en los bushings (C1 y C2).	Especificar norma	
Medición de corriente y pérdida de vatios.	Especificar norma	
Prueba de Tensión Aplicada.	Especificar norma	
Prueba de Tensión Inducida.	Especificar norma	
Medición de la resistencia de aislamiento	Especificar norma	
Medición de aislamiento del núcleo	Especificar norma	
Medición de los valores de Reactancia de dispersión	Especificar norma	
Medición de pérdida del núcleo	Especificar norma	
Medición de pérdidas bajo carga	Especificar norma	
Medición de voltaje de impedancia de secuencia positiva.	Especificar norma	
Medición de voltaje de impedancia secuencia cero	Especificar norma	
Prueba de medición de descargas parciales	Especificar norma	
Medición de la impedancia	Especificar norma	
Ensayos de resistencia mecánica	Especificar norma	
Medición de la rigidez dieléctrica del aceite	Especificar norma	
Medición de potencia y corriente de vacío	Especificar norma	
Medición de tensión de cortocircuito	Especificar norma	
Pérdidas en los arrollamientos	Especificar norma	
Prueba de Calentamiento ONAN	Especificar norma	
Prueba de Calentamiento ONAF (1 Radiador cerrado y 1 ventilador apagado)	Especificar norma	
Prueba de nivel de ruido	Especificar norma	
Análisis de respuesta de frecuencia SFRA	Especificar norma	
Funcionamiento de todos los dispositivos de mando	Especificar norma	
Prueba al relé regulador de tensión del cambiador de tomas	Especificar norma	
Prueba del gabinete de control	Especificar norma	
Medición del espesor de adherencia de la capa de pintura	Especificar norma	
Reporte de Pruebas en Español	SI	
Supervisión por un técnico de fábrica para la instalación y pruebas del transformador en Rep. Dominicana.	SI	

Tabla 16	Requerido	Ofertado
Manual de mantenimiento, instalación, transportes, lista de repuestos, especificaciones técnicas, planos, documentación, etc. (Transformador y todos sus accesorios)	SI	
Carta de conformidad de 3 clientes (Obligatoria)	Inf. Fabricante	
Garantía	60 meses	
Suministro del diseño completo previo a la construcción.	Inf. Fabricante	

Las casillas que están con (Inf. Fabricante), deben estar debidamente completadas por el postor con los datos que se solicitan, no con la palabra (SI). De no presentar lo antes mencionado su oferta será rechazada.