




EMISIÓN	ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:	FECHA:
PRIMERA	Ing. Fausto Carrión	Ing. Bryan Quero	Ing. Jorge Proaño	Agosto 2023
SEGUNDA				
FINAL	Ing. Fausto Carrión	Ing. Bryan Quero	Ing. Jorge Proaño	Agosto 2023
FIRMA				

Derechos reservados sobre este documento. Queda prohibida la reproducción y/o distribución de este documento por personas o entidades ajenas al proyecto para el cual fue elaborado.

PROYECTO:	"SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD"		
DOCUMENTO:	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA		
CÓDIGO:	SE-SU-23-ESP-02-05	N° HOJA:	1/39

REV. ENGYWORK:


REV. CLIENTE


	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Contenido	
1. ALCANCE.....	3
2. NORMAS	3
3. REQUERIMIENTOS GENERALES	3
3.1. Condiciones ambientales	3
3.2. General	3
3.3. Condiciones de servicio y tropicalización	4
3.4. Materiales	5
3.5. Cables de Control y Terminales	5
4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	5
4.1. Generales	5
4.2. Tanque, tapas y acoplamientos	7
4.3. Base	9
4.4. Núcleo	9
4.5. Devanados	10
4.6. Aisladores pasatapas (bushings) y cajas terminales.....	11
4.7. Radiadores	13
4.8. Sistema de Enfriamiento Automático	13
4.9. Sistema de Preservación de Aceite	14
4.10. Aceite para el transformador.....	15
4.11. Transformadores de Corriente.....	16
4.12. Accesorios y equipos auxiliares	17
4.13. Modo de embarque.....	24
5. PINTURA	25
6. HERRAMIENTAS Y DISPOSITIVOS ESPECIALES	25
7. PARTES DE REPUESTO	25
8. PRUEBAS.....	26
8.1. General	26
8.2. Presencia de la CNEL EP.....	26
8.3. Pruebas de materiales	27
8.4. Pruebas durante la fabricación	27
8.5. Pruebas de componentes.....	27
8.6. Pruebas individuales.....	27
8.7. Reporte de Pruebas en Fábrica.....	29
8.8. Inspecciones y pruebas en el Sitio.....	29
8.9. Incumplimientos de la Garantía Técnica y Rechazo del Equipo	30
8.10. Incumplimientos. -.....	30
8.11. Rechazo del Equipo. -.....	31
9. DISEÑOS E INFORMACIÓN A SUMINISTRAR.....	31
9.1. Información a ser incluida en la oferta	31
9.2. Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato	32
10. REPUESTOS.....	34
10.1. Lote de Repuestos	34

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA

1. ALCANCE

Estas especificaciones técnicas establecen los requisitos para el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, pruebas en sitio y penalización por incumplimiento de garantías técnicas, para transformadores de potencia.

El tipo y características propias del transformador se describen en el Apéndice T "Características Particulares del Suministro".

2. NORMAS

Mientras no se indique explícitamente lo contrario dentro de estas especificaciones, el transformador debe satisfacer las normas aplicables de las normas ANSI/IEEE y NEMA aplicables o a su vez la norma IEC60076 y en particular las siguientes: normas ANSI/IEEE C57.12.00, C57.12.90, C57.19.00, C57.19.01, C57.19.101, C57.91, C57.93, C57.98, C57.100, C57.113 y C57.116.

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, adenda o revisiones vigentes de cada norma en dicha fecha.

La unidad de negocio de CNEL EP que realice el concurso expresará su preferencia por las normas que deban aplicarse, llenando el casillero correspondiente al ítem 3.1 del Apéndice T "Características Particulares del Suministro".

El Contratista entregará luego de la firma del contrato un ejemplar de la versión oficial de las normas a utilizar en español o en inglés.

3. REQUERIMIENTOS GENERALES

3.1. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales son las siguientes:

ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	DATOS ESPECIFICADOS
1.	CONDICIONES AMBIENTALES PARA DISEÑO DE LOS EQUIPOS.		
1.1	Máxima temperatura ambiente	°C	50
1.2	Mínima temperatura ambiente	°C	-5
1.3	Máxima temperatura promedio diaria	°C	32
1.4	Humedad relativa promedio	%	90
1.5	Precipitación pluvial media anual	mm	1.000
1.6	Elevación sobre el nivel del mar	m	1.000
1.7	Velocidad máxima del viento	km/h	90
1.8	Aceleración del suelo: horizontal / vertical	g	0,5 / 0,3

3.2. General

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Las especificaciones y características señaladas en este documento son las básicas que se deben cumplir, y que deben ser consideradas por el Contratista.

3.3. Condiciones de servicio y tropicalización

- El equipo debe ser diseñado y con capacidad suficiente para su operación satisfactoria a mil (1.000) metros sobre el nivel del mar, dentro de un rango de variación de la temperatura de diez a cincuenta grados centígrados (50 °C) y en una localización donde las superficies expuestas, a la acción directa de los rayos del sol, alcanzan temperaturas no mayores a cincuenta grados centígrados (50 °C) debido a la altitud y cercanía de la línea ecuatorial. Todos los materiales deberán ser seleccionados, y, si se requiere, especialmente tratados para su servicio en estas condiciones sin que se afecte su vida útil y la eficiencia del equipo.
- Todo el cableado y equipo auxiliar deberá ser tropicalizado, para protección contra hongos y otras plantas parásitas. La construcción de todas las cabinas de control o gabinetes deberá ser adecuada para asegurar una efectiva circulación de aire. Deberán suministrarse calefactores para cada una de las cabinas en las que se instale equipo factible de deteriorarse con la humedad.

• Elevación de Temperatura

El incremento de la temperatura promedio de los devanados, medida por el método de resistencia, en las diferentes posiciones del cambiador de taps, no deberá exceder de lo siguiente:

55°C a 16 MVA continuos enfriamiento ONAN

65°C a 20 MVA continuos enfriamiento ONAF

- **Modo de operación Regulación automática de voltaje OLTC ($\pm 8 \times 1,25\%$)**

El sistema deberá contar con un sistema de regulación automática OLTC en el lado de alta del transformador, mismo que será comandado por un controlador automático.

El cambiador de tomas bajo carga (OLTC) tiene dos funciones:

- Seleccionar las distintas tomas de regulación del transformador
- Interrumpir la corriente de carga al pasar de un punto de la toma a otro

El OLTC deberá ir instalado en la Cuba del transformador, con forma de montaje tipo campana, sujetado con brida.

• Condiciones de servicio

Todos los elementos de los transformadores deberán ser diseñados para su operación a una altura de 1.000 metros sobre el nivel del mar, nivel de contaminación fuerte.

La capacidad de los transformadores, será definida en base a las condiciones de servicio dadas en las normas ANSI/IEEE C57.12.00 o IEC 60076.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

• Operación de los transformadores

El transformador especificado será utilizado bajo las siguientes condiciones de operación:

- La alimentación en alta tensión se la efectuará desde el sistema de transmisión de 69 kV de CNEL EP.
- Desde el lado de baja tensión, a 13,8 kV de este transformador, se servirá a cuatro alimentadores y servicios auxiliares de la subestación, que estarán protegidos por disyuntores e ied's en cada posición.

3.4. Materiales

Todos los materiales, componentes y equipos deberán ser de alta calidad, libres de defectos e imperfecciones, de fabricación reciente, sin uso y adecuados para su función. Todos los materiales, con excepción de los expresamente indicados por CNEL EP, deberán ser fabricados de acuerdo a las últimas especificaciones de las normas ASTM.

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

3.5. Cables de Control y Terminales



Los cables de control deberán ser cobre suave flexible, clase K, aislado con XLPE, retardante de llama, calibre superior o igual al 3,31 mm² (12 AWG), para la clase de voltaje de 600 voltios, temperatura máxima de operación 125 °C. No deben existir uniones en los conductores y todas las conexiones se las debe efectuar en bloques de terminales.

Todos los cables de calibre igual o inferior a 8,34 mm² (8 AWG) deberán ser conectados en los bloques terminales. Los conectores serán tipo ojo y el ajuste al terminal por tornillo; los terminales deberán poseer una superficie adecuada para inscribir o colocar la identificación según planos.

4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.1. Generales

- a) El diseño y construcción permitirán que el transformador suministre la potencia continua garantizada con una tensión aplicada al devanado primario según se indica en el Apéndice T "Características Particulares del Suministro", sin exceder los límites de temperatura establecidos.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- b) El transformador deberá funcionar sin producir ruido excesivo que, de acuerdo a normas, no debe exceder de 71dB para 20 MVA. El diseño y la fabricación serán muy rigurosos a fin de reducir al mínimo posible las vibraciones. El nivel de ruido audible del transformador no excederá el permitido por la norma NEMA TR-1.
- c) El nivel de descargas parciales no excederá el permitido por las normas.
- d) El punto neutro del devanado de media tensión del transformador se conectará directamente a la malla de tierra
- e) Las corrientes máximas de cortocircuito del sistema, en las barras a las que se conectará el transformador, se indican en el Apéndice "T".
- f) El transformador será diseñado y construido para resistir, sin daño, los efectos térmicos y mecánicos ocasionados por cortocircuitos exteriores, de acuerdo con las corrientes de cortocircuito que se indican y tomando en cuenta la condición más severa de cortocircuito. Será aplicable la norma la IEC 60076-5 o la norma ANSI/IEEE C57.109, en relación con la resistencia del transformador a cortocircuitos.
- g) El oferente presentará datos adecuados sobre la capacidad del transformador para resistir cortocircuitos, en base de los cálculos y pruebas de cortocircuito realizados sobre el mismo o de un transformador de características similares al de la propuesta.
- h) Todas las piezas de repuesto serán fabricadas con sus dimensiones precisas y de forma tal que puedan utilizarse en el transformador sin necesidad de ajustes.
- i) 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 nivel del suelo.
- j) La capacidad requerida en cada caso es continua, a plena carga con excitación entre 90% y 110 % del voltaje nominal sin sobrecalentamiento.
- k) La eficiencia máxima se conseguirá al 100% de carga para su capacidad ONAN y 0,80 de factor de potencia en retraso.
- l) Polaridad sustractiva de acuerdo a las normas especificadas.
- m) Desplazamiento angular de voltaje de acuerdo a las normas especificadas.
- n) Secuencia de fase para los terminales, de acuerdo a los diseños de la subestación.
- o) Neutro específicamente puesto a tierra

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- p) Capacidad de soportar plenamente corrientes de cortocircuito, considerando la capacidad de todo el sistema de potencia y las contribuciones de los otros devanados, limitadas por las impedancias del transformador de acuerdo a las normas especificadas. Los devanados deberán ser reforzados para soportar fuerzas electromecánicas producidas por efecto de cortocircuitos aplicados directamente en los terminales.
- q) Corriente de excitación, tan baja como económicamente sea posible, al 110 % del voltaje nominal.
- r) Elevaciones de temperatura de acuerdo con las normas especificadas. Ningún valor máximo especificado para elevaciones de temperatura será excedido con cualquiera de los devanados operando a plena carga, con la toma fijada para el voltaje más alto.
- s) Los terminales deben ser adecuados para facilitar las conexiones a los pararrayos, barras aéreas, transformador de corriente del neutro y al sistema de puesta tierra.
- t) Los valores de impedancias, si se indican en el apéndice T “Características Particulares del Suministro”, deberán cumplirse. El incumplimiento de dichos valores será causal de no recepción de los equipos luego de ejecutadas las pruebas de fábrica.
- u) El tipo de aceite aislante utilizado en el compartimiento del cambiador automático de taps, será el mismo que el que se utilice para los transformadores y el utilizado en los bushings.
- v) El transformador debe disponer de las adecuaciones físicas para el montaje de los pararrayos y el contador de descargas con los respectivos aisladores de soporte al cable que se conecta a tierra en el lado de alta tensión.

4.2. Tanque, tapas y acoplamientos

- a) El tanque y las tapas serán fabricados de plancha de acero laminado. Todos los refuerzos serán soldados al tanque y diseñados para evitar acumulaciones de agua. Todos los cálculos de esfuerzos, deberán tomar en cuenta aquellos producidos por un sismo que ocasione una aceleración igual a 0,5g y 0,3g (IEC 60068-3-3) para los sentidos horizontal y vertical respectivamente, siendo “g” la aceleración de la gravedad.
- b) Todas las uniones donde se requiera estanqueidad de aceite serán soldadas por costura continua. El tanque tendrá cuatro (4) ganchos o agarraderas lo suficientemente fuertes para permitir levantar el transformador completamente ensamblado y lleno de aceite.
- c) Las tapas de los transformadores con sistema de preservación de aceite a presión constante serán completamente removibles. Las tapas vendrán provistas con escotillas de inspección para permitir el acceso a las conexiones más bajas y a todas las bases de montaje

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

de los pasatapas, de tal manera que estos y cualquier transformador de corriente, puedan ser instalados y removidos con las tapas en sus sitios. El diseño de las tapas debe evitar bolsas de gas dentro del tanque.

- d) El tanque de la cuba será de diseño, forma, proporciones, peso y construcción tales que aseguren la mejor circulación del aceite y eviten la transmisión o aumento de ruidos o vibraciones que podrían ser perjudiciales o simplemente indeseables. No se aceptará cuba tipo campana. El tanque así como todas las conexiones y juntas, fijadas al tanque estarán construidas para resistir sin fugas ni deformación permanente, una presión interna 25% mayor a la máxima presión de operación. En todo caso la presión interna a la que estará sometido el autotransformador completamente ensamblado, lleno de aceite y con gas inerte, dependiendo del sistema de preservación de aceite que se utilice, deberá cumplir con lo especificado en la Norma ANSI C57.12.10-1997 o superior, o lo especificado en la norma IEC 60076. Además, los tanques, radiadores, y otros accesorios de los autotransformadores estarán contruidos para permitir el tratamiento bajo un vacío del 100 % (vacío completo) durante 48 horas.
- e) El tanque tendrá aberturas para ubicar válvulas de drenaje, válvulas para tomas de muestras de aceite, para los radiadores, para los conservadores, para el aceite de refrigeración y para cualquier mecanismo interno o accesorio que tenga tubos capilares o alambrados. Tales aberturas serán herméticas al aceite para soportar las presiones previamente especificadas.
- f) El tanque soportará los radiadores, los conservadores, todas las cabinas de control, mecanismos y accesorios.
- g) Para los pararrayos de alto voltaje montados en el transformador, los lados del tanque tendrán terminales perforados donde se montarán aisladores tipo estación de 7,5 kV, normalizados por NEMA, para la instalación de los contadores de descarga para cada pararrayos. El tanque tendrá terminales para sujetar un conductor de cobre cableado de calibre 67,4 mm² a 126,7 mm² (2/0 AWG a 250 kcmil), que irá desde cada contador de descargas al sistema de puesta a tierra.
- h) El tanque del transformador estará provisto de las siguientes válvulas, bridas, drenajes y grifos, que cumplan las siguientes funciones: (esta lista es solamente indicativa y no representa limitación alguna):

Válvula de descarga de sobrepresión de alta calidad ajustada para 49 kPa de presión interna del tanque y válvula de descarga de sobrepresión para el compartimiento del LTC.

Válvula para las conexiones de equipo de tratamiento de aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior de la cuba.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Grifos de prueba de aceite de 3/8" "tipo gas" situados uno aproximadamente a un 90% de la altura de la cuba y otro en la parte inferior de la misma.

Válvulas de cierre (separación) de aceite para las conexiones de los radiadores.

Drenaje de la cuba, de los tanques conservadores y de los radiadores. Toma de muestra de aceite de los tanques conservadores y del relé Buchholtz.

Purga de aire de los tanques conservadores, relé Buchholtz y de radiadores.

- i) El tanque y cubiertas deben estar diseñados para soportar las presiones máximas y mínimas, y debe incluir aperturas de inspección con tapas removibles para ingreso de manos y personas, superficies para las conexiones de tierra y válvulas de sobrepresión de acuerdo a lo indicado en el estándar ANSI/IEEE C57.12-10 o IEC 60076. El diámetro de las aperturas de inspección para ingreso de personas debe ser de mínimo 20 pulgadas.

Los detalles de la disposición de las tuberías, válvulas, etcétera, de los tanques quedarán sujetos a la aprobación de CNEL EP.

4.3. Base

- a) La base del transformador será fabricada de vigas de perfil de acero soldadas al fondo del tanque. El transformador descansará sobre su bastidor de base y placas de base colocados en el concreto.
- b) La base tendrá cuatro (4) puntos de aplicación para gatos lo suficientemente fuertes para permitir elevar el transformador completamente ensamblado y lleno de aceite.
- c) Se proveerán agujeros y pernos de anclaje, u otro medio de sujeción a la fundación.
- d) Todo el equipo será diseñado para resistir las siguientes condiciones causadas por un sismo:

Aceleración horizontal	0,5 x 9,8 m/s ²
Aceleración vertical	0,3 x 9,8 m/s ²
Frecuencia de las ondas sísmicas	1 - 10 Hz
Duración máxima del sismo	3 min.

4.4. Núcleo

- a) El núcleo estará construido de láminas de acero eléctrico al silicio con cristales orientados, libre de fatiga por envejecimiento, con pérdidas de histéresis reducidas y con una gran permeabilidad. Las láminas deberán estar exentas de rebabas o salientes afilados.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Todas las hojas tendrán un recubrimiento inorgánico aislante resistente a la acción del aceite caliente y a la presión del núcleo.

- b) Las ramas del núcleo estarán sujetas firmemente en su posición por medio de pernos pasantes aislados con un aislamiento de la clase "B", o por medio de cinta de fibra de vidrio. El aislamiento de los pernos pasantes del núcleo deberá resistir una tensión de ensayo mínima de 2.000 V, 60 Hz, durante un minuto. Se efectuarán pruebas dieléctricas en todos los pernos pasantes durante el ensamblaje del núcleo.
- c) Las estructuras de aprisionamiento tendrán una resistencia mecánica apropiada para este objeto y estarán construidas de forma que las corrientes parásitas se reduzcan a un mínimo.
- d) El montaje de las láminas y de los medios de ajuste o soporte deberá ser tal que no se presenten vibraciones perjudiciales ni ruidos indeseables y que se reduzcan al mínimo los obstáculos contra el flujo de aceite. El núcleo debe ser adecuadamente apretado y arriostrado para que pueda resistir sin deformaciones los esfuerzos de cortocircuito y los manejos durante el transporte, evitando deformaciones en las láminas del núcleo y daños en el aislamiento de los arrollamientos o en las láminas. Las tuercas y pernos de la estructura de montaje y ajuste no deberán sufrir aflojamientos por vibraciones ni por incidentes de transporte o servicio.
- e) El circuito magnético estará puesto a tierra de una forma muy segura y de tal manera que se pueda soltar la conexión a tierra cuando haya que probar el aislamiento del núcleo o cuando sea necesario retirar el núcleo del tanque.
- f) La conexión deberá encontrarse en un lugar accesible. La fijación del núcleo al tanque del transformador no será considerada como conexión a tierra aceptable
- g) Se incluirán ganchos de izada u otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos, sin que dicha operación imponga esfuerzos admisibles a los pernos pasantes del núcleo o a su aislamiento.
- h) El núcleo estará diseñado para absorber una corriente de magnetización lo más baja posible, en compatibilidad con una concepción económica.

4.5. Devanados

- a) Todos los cables o conductores que se usen para los arrollamientos y equipo relacionado con los mismos, serán de cobre electrolítico de alta calidad.
- b) El diseño, construcción y tratamiento de los bobinados tomará en consideración factores como la resistencia eléctrica y mecánica del aislamiento, distribución uniforme del flujo electrostático, pérdidas dieléctricas mínimas a la libre circulación del aceite, eliminación de

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

lugares sobrecalentados, distribución de la tensión entre espiras adyacentes y por toda la bobina, y control de la distribución del flujo eléctrico en régimen de impulso (para ondas completas y cortadas) para alcanzar una elevada resistencia dieléctrica a impulsos. El Contratista deberá explicar las disposiciones previstas para esta elevación de la resistencia del arrollamiento.

- c) Las espiras serán bobinadas y los arrollamientos arriostrados de manera que una vez terminados, resulten rígidos y capaces de resistir los esfuerzos de cortocircuito por lo menos durante tres segundos, sin presentar deformaciones perjudiciales o fracturas en los aislamientos por cualquiera de los modos de fallas radiales, axiales o combinados.
- d) Desde el punto de vista térmico, la temperatura del conductor en el caso más severo de cortocircuito no excederá los valores permitidos, no debiendo tampoco producirse gases por degradación del aislamiento.
- e) La disposición de las tomas será tal que se mantenga una simetría magnética óptima para cualquier toma.
- f) El núcleo ya armado y los bobinados serán secados al vacío para asegurar una extracción adecuada de la humedad. Inmediatamente después del secado todo el conjunto será impregnado y sumergido en aceite.
- g) El aislamiento de todos los arrollamientos deberá tratarse convenientemente para garantizar que no se produzcan contracciones apreciables después del montaje.
- h) Las conexiones permanentes portadoras de corrientes (excepto las conexiones roscadas) serán soldadas por soldadura dura o de plata, apropiadas para conexiones fuertes de cobre. Para los aisladores pasatapas, conmutadores y los listones terminales, se podrán usar conexiones con pernos o pinzas, con la condición de que se utilicen los dispositivos adecuados de retención y ajuste para evitar que las conexiones se suelten o aflojen.
- i) Los empalmes eléctricos de los arrollamientos deberán estar sujetos rígidamente para evitar averías producidas por las vibraciones y por las fuerzas desencadenadas por cortocircuitos.

4.6. Aisladores pasatapas (bushings) y cajas terminales



- a) Los terminales y el punto neutro del arrollamiento deben sacarse de la cuba a través de aisladores pasatapas. Las características y pruebas de los aisladores pasatapas cumplirán las prescripciones de las normas C57.19.00, C57.19.01 y C57.19.101 de ANSI/IEEE o de IEC 60076. Los pasatapas de 69 kV serán del tipo condensador, completamente sumergidos en aceite, incluye el tipo "Draw lead" y estarán provistos de toma de potencial para mediciones. Los otros

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

pasatapas podrán ser de porcelana sólida. Las bridas para ajuste de aislador al tanque deberán ser metálicas.

- b) Todos los aisladores pasatapas deben ser resistentes al aceite y deben cerrar a prueba de fugas. El cierre será suficientemente hermético y fuerte para que soporte variaciones de presión debidas a cambios de temperatura que se produzcan durante el funcionamiento normal o por variaciones de la temperatura ambiente, sin filtraciones o goteos y sin condensaciones de humedad.
- c) Los pasatapas deberán estar diseñados para evitar excesivas gradientes del campo eléctrico por debajo de su soporte, a fin de que ningún efecto corona ni arco eléctrico se produzca dentro del tanque.
- d) La porcelana empleada en los pasatapas debe ser fabricada por el procedimiento húmedo y debe ser homogénea, libre de exfoliaciones, cavidades o resquebrajaduras, bien vitrificada e impermeable a la humedad. La capa superficial vitrificada debe estar libre de imperfecciones tales como ampollas o zonas quemadas.
- e) Las elevaciones de temperatura de los pasatapas a corriente nominal no excederán de las prescritas en las normas C57.19.00, C57.19.01 y C57.19.101 de ANSI/IEEE o de IEC 60076. Los pasatapas primarios, secundarios y de neutro tendrán capacidad de resistir las corrientes de cortocircuito máximas que puedan circular por ellos durante tres segundos, sin deterioro de sus componentes.
- f) La distancia de contorno (creepage) para los aisladores pasatapas expuestos al aire será la indicada en el Apéndice "T".
- g) Los bushings de medio voltaje en 13,8 [kV] y el neutro del transformador, deben instalarse en una caja con aislamiento de aire (air filled terminal chamber for cable entrance). Esta caja será suficientemente grande y reforzada para permitir la salida de dos cables aislados TR-XLPE 500 MCM por fase y un cable de cobre de 500 MCM del neutro del transformador.
- h) Los pasatapas deben ser diseñados para operar normalmente bajo las condiciones de servicio señaladas, ratificando que se debe corregir las distancias por altura de montaje y distancias de fuga (referencia: ANSI/IEEE C57.12.00 o IEC60076, tabla 1). Se deberá mantener una adecuada coordinación del aislamiento con los devanados del transformador y las distancias entre bushings.
- i) Los pasatapas (bushings) deberán ser suministrados con sus respectivos terminales para cubrir los requerimientos indicados en el apéndice T.
- j) La capacidad mínima de corriente de los bushings, para el transformador 16/20 MVA será:

Lado de A.T. (H.V. Bushings, 69 kV): 600 A

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Lado de B.T. (L.V. Bushings, 13,8 kV): 1.200 A

- k) Voltaje nominal, los voltajes de prueba y el nivel básico de aislamiento (BIL), en sitio de pruebas de fábrica, no deberá ser inferior a los siguientes valores, de acuerdo con IEC y con ANSI/IEEE:

Voltaje nominal	69 kV	13,8 kV
	ANSI/IEEE	ANSI/IEEE
Prueba de impulso, onda de 1,2 x 50 μ s, onda completa	350 kV	110 kV

El BIL de los bushings para 69 kV será 450 KV y para los bushings de 13.8 kV será de 125 KV.

4.7. Radiadores

- Los radiadores serán removibles y estarán conectados al tanque mediante vigas apernadas, con empaques resistentes al aceite. Para cada radiador se suministrará, tanto en la conexión superior a la cuba, como en la inferior, una válvula de cierre que permita desmontar el radiador luego de vaciado su aceite.
- Cada radiador podrá ser removido del tanque sin pérdida de aceite. El retiro de un elemento de radiador permitirá el servicio continuo con el 100% de la capacidad máxima del transformador o autotransformador en su segunda etapa de enfriamiento.
- Cada radiador tendrá un tapón de drenaje y escape. Un perno de ojo para levantar el radiador será provisto en cada elemento. Todos los radiadores soportarán la presión atmosférica exterior cuando se efectúa el vacío en su interior y la misma presión interna (tal como la causada por un arco) que la del tanque.
- Los radiadores soportarán todos los ventiladores requeridos para el enfriamiento especificado.
- Los radiadores montados en el transformador darán adecuado enfriamiento cuando el transformador esté operando continuamente a su carga nominal con enfriamiento natural (ONAN) y con los ventiladores sin funcionar.
- Los radiadores serán diseñados de tal manera que no tengan huecos o superficies que puedan acumular agua y dispuestos de tal manera que todas las superficies sean fácilmente accesibles para limpieza y repintado, sin remover los radiadores del tanque.

4.8. Sistema de Enfriamiento Automático

- El enfriamiento, dependiendo de la carga aplicada a la unidad será de la siguiente manera:

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- Por circulación natural de aceite y aire (ONAN).
 - Por circulación forzada de aire mediante ventiladores exteriores, es decir un sistema ONAN/ONAF.
- b) El Contratista deberá prever suficiente espacio para un acceso fácil a todos los componentes del sistema con fines de limpieza y mantenimiento.
- c) El sistema de enfriamiento forzado será dimensionado para suministrar suficiente reserva si una de las unidades no opera, permitiendo que el equipo opere a plena carga, sin exceder las máximas elevaciones de temperatura especificadas.
- d) El transformador dispondrá de un control automático independiente de un sistema de alarma, incluyendo todos los accesorios y mecanismos requeridos, aunque no sean mencionados en estas especificaciones.
- e) El sistema de enfriamiento incluirá por lo menos los siguientes componentes:
- Un grupo de ventiladores completos, con motores, arrancadores protección contra sobrecargas y cortocircuitos para el grupo y para cada motor de ventilador y un switch de desconexión para cada grupo.
 - Conmutador selector para control local (automático-apagado-manual).
 - Protección de bajo voltaje con retardo de tiempo.
 - Relés de control de la temperatura de los devanados con mecanismos auxiliares para control automático del sistema de enfriamiento.
 - Sensores de temperatura se instalarán en todos los devanados, con sus contactos conectados en paralelo.
 - Mecanismos de alarma y supervisión, de acuerdo con normas de fabricación.
 - Todas las válvulas y tuberías, conexiones y accesorios para una operación satisfactoria de la instalación.

4.9. Sistema de Preservación de Aceite

- El sistema de preservación de aceite deberá ser de presión constante.

Por lo tanto, el Contratista suministrará un tanque reservorio auxiliar (conservador) con celda de aire y con un sello flexible entre el aceite y el aire, que permita el escape del aire hacia la atmósfera, conforme el aceite se expanda en el tanque principal. La celda de aire tendrá un respiradero deshidratador de tal manera que, en caso de falla, se active la alarma de nivel bajo de aceite. El tanque reservorio actuará como un conservador durante fallas de la celda de aire. El conservador será capaz de resistir, sin agrietarse, las máximas presiones o vacíos desarrollados en el tanque; será montado a una altura adecuada por encima del tanque principal para permitir una caída continua de aceite al tanque principal y tendrá un sumidero y una válvula de drenaje.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Se suministrará al menos una válvula de drenaje para expulsión de gas o aire mientras se llene el transformador con aceite. El relé de gas (bucholtz) con alarma y contacto de disparo, se instalará en la tubería de conexión entre el tanque y el conservador y dispondrá de un by pass para efectos de tratamiento de aceite en línea. El indicador de nivel de aceite con contacto de alarma para niveles máximos y mínimos de aceite se instalará en el conservador.

a) Secador de aire (Filtro Deshidratador libre de Mantenimiento):

- El secador de aire debe ser libre de reemplazo frecuente de la silica gel, con circuito de regeneración electrónico que permita el uso de la misma silica.
- El secador de aire debe prever indicación de alarma de no funcionamiento por medio de lámparas y salidas digitales.
- En ninguna hipótesis serán aceptados dispositivos que utilicen silica gel con contenido de cobalto.
- Debe tener un sistema de filtrado del aire por medio de filtro metálico. No serán aceptados dispositivos que utilicen filtros con aceite o que no usen ningún filtro. Este filtro no debe necesitar mantenimiento, reemplazo o frecuente limpieza.
- La humedad debe ser contralada por un sensor de temperatura interno. El sistema de deshidratador no debe tener partes móviles para evitar los riesgos de bloqueo. La carcasa del respirador, su brida de montaje, gabinete de control y tornillería deberán ser fabricadas en aluminio anodizado o acero inoxidable (no plástico).
- El gabinete de control deberá disponer de una resistencia de calefacción de anti condensación. El equipo debe tener contactos, uno para estado avería del equipo y otro para indicar proceso de regeneración.
- Debe tener un botón de prueba para auto- diagnóstico y test o de las funciones. Debe tener contactos de error a prueba de fallas y leds de indicación del estado de operación (verde, amarillo, rojo).
- El aire de entrada debe ser filtrado por medio de un filtro metálico de acero inoxidable. En la cubierta externa del deshidratador no se aceptará policarbonato o plástico.
- La conexión del deshidratador con tubería para el conservador debe ser exclusivamente con bridas rígidas metálicas (no se aceptarán conexión por manguera/ flexible). Las bridas deben seguir lo estipulado en la norma DIN 42562-3. Conexión con terminales, no se aceptará terminales tipo plug and play.

4.10. Aceite para el transformador

El Contratista presentará a la CNEL EP las características físicas, químicas y eléctricas del aceite que se propone suministrar.

Las características que debe cumplir el aceite son las siguientes:

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- Aceite mineral clase I, puro, de baja viscosidad y claro. Deberá estar libre de humedad, acidez, alcalinidad y no formará grumos a temperaturas normales de operación.
- Libre de PCB's (policloro bifenilos) y PBB's (polibromo bifenilos).
- Rigidez dieléctrica según ASTM D877, 30.000 V mínimo.
- Tensión interfacial no menor a 40×10^{-3} N/m.

El aceite necesario para el transformador, más un suministro adicional del cinco (5%) por ciento del volumen neto requerido, será suministrado por el Contratista y embarcado separadamente en tambores de acero herméticamente cerrados. Los tambores de aceite deberán sellarse en la refinería y entregarse a la CNEL EP con sus sellos intactos, los tambores quedarán de propiedad de la CNEL EP.

En las placas de identificación del transformador el Contratista hará constar las principales características del aceite aislante.

4.11. Transformadores de Corriente

El Contratista suministrará transformadores de corriente tipo anular, concéntricos a los aisladores pasatapas (tipo bushing); para protección y medición, cuyas relaciones de transformación y clases de precisión se indican en el Anexo T.

- f) Los transformadores de corriente, cumplirán lo establecido en las especificaciones para "TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA INSTRUMENTOS".
- g) El Contratista suministrará los transformadores de corriente requeridos para los dispositivos de detección de los puntos de temperatura más alta de los devanados, para compensación de corriente en el control del cambiador automático bajo carga, y para cualquier otro dispositivo o equipo del transformador en caso de ser necesarios.
- h) Las marcas de polaridad se indicarán claramente en los transformadores de corriente y en los diagramas de alambrado y conexiones.
- i) Los transformadores de corriente deberán tener la capacidad térmica y mecánica para soportar durante corto tiempo (1s), las corrientes de cortocircuito máximas que puedan circular por ellos, de acuerdo con las corrientes de cortocircuito indicadas para el transformador principal.
- j) Los transformadores de fuerza deberán venir equipados con transformadores de corriente tipo bushing de relación múltiple, como se indica en el Apéndice T.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

4.12. Accesorios y equipos auxiliares

El tiempo de vida útil de los accesorios será igual al tiempo de vida del equipo principal.

Los indicadores, termómetros y relés se construirán y localizarán de tal manera que los elementos sensores de temperatura puedan ser removidos, con el transformador energizado. El montaje de los manómetros, medidores, relés, etcétera, garantizará su protección contra vibraciones.

Los contactos de los accesorios estarán aislados de tierra y serán positivos, del tipo de mercurio y de acción por resorte. Los contactos de alarma y control serán adecuados para operar alimentados por fuentes de corriente continua de 125 V.

El Contratista suministrará el transformador con sus accesorios normales y además con los que se detalla a continuación, si éstos no estuvieren incluidos en su suministro normal. Los costos de todos los accesorios estarán incluidos en los precios de suministro del transformador.

a) Relé detector de gas:

Un (1) relé detector de presiones súbitas de gas, con contactos eléctricos normalmente abiertos que se cerrarán para alarma y disparo. El relé funcionará por aumento súbito de presión dentro del tanque principal o del compartimento del cambiador de tomas y no operará para una elevación gradual de presión, dentro del rango normal de presión del transformador.

b) Relé Buchholz

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

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

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

El Relé Buchholz deberá poseer contactos adicionales para indicar su operación y llevar esta señal a una terminal remota y luego transmitirla al Centro de Control de la CNEL EP a través del sistema SCADA.

c) Indicador de nivel de aceite

El transformador estará equipado de un (1) indicador de nivel de aceite, con escala conveniente que pueda observarse desde el suelo. El indicador estará montado en la pared lateral del conservador de aceite, y estará equipado con dos (2) juegos de contactos de alarma para el control del nivel de aceite: alto y bajo.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

El indicador debe ser de vidrio tratado contra las interferencias de la luz solar (filtro anti-UV). Debe permitir el reemplazo de la unidad de indicación sin necesidad de cambiar o remover la unidad de medición y debe ser totalmente libre de calibraciones o mantenimiento durante toda su vida útil.

d) Sistema de detección y control de temperatura:

El transformador y los autotransformadores estarán equipados con los siguientes dispositivos de detección de temperatura:

- **Termómetro**

Un (1) termómetro graduado en grados Celsius para indicación local de la temperatura del aceite en el punto más caliente, y con puntero de máxima temperatura de reposición.

El termómetro estará provisto de dos (2) juegos de contactos ajustables para alarma y desconexión. Este sistema será montado sobre el tanque del transformador por medio de una fijación flexible a una altura conveniente del suelo.

T1: Termómetro para indicación de la temperatura de aceite:

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

Contacto 1. Arranque de la etapa de los ventiladores, ajustable entre 70 grados centígrados (70 °C) y 90 grados centígrados (90 °C).

Contacto 2. Señal de alarma de sobret temperatura de aceite, ajustable entre 85 grados centígrados (85 °C) y 115 grados centígrados (115 °C).

Contacto 3. Señal de alarma y disparo del disyuntor de alimentación, ajustable entre 95 grados centígrados (95 °C) y 115 grados centígrados (115 °C).

El medidor de temperatura del aceite (OTI) deberá poseer un sistema adicional de transmisión del valor de temperatura a un equipo de medición o a una terminal remota para que se pueda llevar esta señal al Centro de Control de la CNEL EP a través del sistema SCADA (Protocolo IEC).

Se instalarán un (1) termómetro graduados en grados Celsius para indicación local de la temperatura del aceite en el punto más caliente del devanado equipado con puntero de máxima temperatura de reposición.

T2: Termómetro para indicación de la temperatura de devanados:

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Este termómetro (WTI) deberá poseer características similares al termómetro de indicación de temperatura de aceite (OTI), tanto en forma como en ubicación, pero adicionalmente deberá incluir los accesorios necesarios para la presentación de la temperatura de cada uno de los devanados tales como transformador de corriente tipo bushing, ubicado en una fase de uno de los devanados, la fuente de potencia (Power Supply), las resistencias y demás elementos requeridos.

Este termómetro deberá poseer tres juegos de contactos del tipo microswitch, sin puesta a tierra (non-grounded), que serán utilizados para los siguientes propósitos.

- Contacto 1. Arranque de la etapa de los ventiladores, ajustable entre 70 grados centígrados (70 °C) y 90 grados centígrados (90 °C).
- Contacto 2. Señal de alarma de sobret temperatura de devanados, ajustable entre 90 grados centígrados (90 °C) y 140 grados centígrados (140 °C).
- Contacto 3. Señal de alarma y disparo del disyuntor de alimentación, ajustable entre 95 grados centígrados (95 °C) y 140 grados centígrados (140 °C).

Este termómetro deberá poseer una aguja de arrastre que señale la máxima temperatura medida.

Sobre este instrumento se anotará, en lugar visible en una placa de denominación: "Temperatura de Devanados".

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

El medidor de temperatura de devanados (WTI) deberá poseer un sistema adicional de transmisión del valor de temperatura a un equipo de medición o a una terminal remota y se pueda llevar esta señal al Centro de Control de la CNEL EP a través del sistema SCADA.

- **Detector de tipo "Imagen Térmica"**

Un (1) detector térmico que incluya transformador auxiliar de corriente y otros accesorios para la medición a distancia de la temperatura de los arrollamientos. Los detectores de temperatura serán del tipo de resistencia con 100 ohmios a 0°C.

- **Relé de temperatura**

Un (1) juego de relés para la medición de temperatura de los arrollamientos del tipo "Imagen Térmica", compuesto de un detector térmico, un transformador auxiliar de corriente. El relé de temperatura estará provisto de cuatro (4) juegos de contactos ajustables

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

independientemente, que se cerrarán automáticamente en secuencia con el aumento de la temperatura de los arrollamientos, y que se abrirán automáticamente en la secuencia inversa con la disminución de la temperatura y que ejercerán las siguientes funciones:

- Puesta en marcha del equipo de enfriamiento.
- Alarma por exceso de temperatura
- Disparo (desconexión) por exceso de temperatura.

e) El transformador trifásico

El transformador trifásico a ser suministrado en este Contrato deberá contar con un sistema digital de detección y control de temperatura y análisis del aceite aislante. Los valores de temperatura y análisis de aceite alimentarán al módulo de bahía del sistema de automatización de la subestación. Las características funcionales antes descritas deberán cumplirse también en este sistema y serán las siguientes:

Monitor Electrónico de Temperatura (Requerimientos mínimos)

Especificaciones Ambientales

Temperatura de Operación: -30°C to 72°C

Humedad Relativa: 5 to 90% no-condensado.

Vibración: Resistencia a la vibración IEC 60255-27:2013, Section 10.6.2.1 o similar

Choque: Resistencia a golpes IEC 60255-27:2013, Section 10.6.2.2 o similar

Electromagnetismo: Inmunidad descargas electrostáticas IEC 60255-26:2013 o similar

Compatibilidad: EN61010-1

Surge Withstand Capability: ANSI/IEEE C37.90.1 Transiente rápido y oscilatorio

Garantía: Mayor o igual a 8 años.

Especificaciones de Desempeño

Entrada de Energía: 125/250 Vdc, 60 Hz, menor a 16 Watts

Entradas: 3 100 ohm RTDs, 1 clamp-on CT.

Rango de Medición: 0°C to 250°C.

Resolución: 0.1°C

Exactitud: ±0.1°C.

Especificaciones Funciones:

Visualización: Temperaturas de los sensores de temperatura

Modelado térmico del Transformador: cumpla con la norma IEEE C57.91-2011 o similar

Monitoreo de Fallas pasantes: Debe poner detectar las fallas pasantes en el transformador.

Especificaciones de Entradas y Salidas

Contactos de Control/Alarmas: mayor igual a 14 salidas digitales para control de refrigeración o alarmas. Mayor a 25 entradas digitales para monitoreo de alarmas mecánicas del transformador

Especificaciones de Entradas Digitales: tipo rele de 125 Vdc

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Comunicación de Datos: Puerto ethernet o Fibra Optica, protocolos DNP 3.0 e IEC 61850 para integracion al sistema SCADA.

Medidor de contenido de hidrógeno y agua en el aceite: Sistema de monitoreo (Requerimientos mínimos):

Para la determinación del contenido de gases en aceite y de la humedad, se proveerá un monitor “on line” de análisis de gases (DGA) de tres (3) gases disueltos y contenido de agua en el aceite. La tecnología podrá ser alguna de estas opciones: infrarroja/fotoacústico o cromatografía de gases.

Los gases combustibles disueltos en el aceite y humedad a monitorear serán: Hidrógeno (H₂), Monóxido de carbono (CO), Acetileno (C₂H₂) y la humedad del aceite. Los rangos de medición serán en ppm: Hidrógeno (H₂) 5-5000, Monóxido de carbono (CO) 10-30000, Acetileno (C₂H₂) 0,5-100000 y Humedad (H₂O) 0-100% RS.

Los intervalos de medición serán configurables por el usuario, 3 intervalos. Capacidad de memoria no volátil de mayor o igual a 1 año. Deberá disponer de un sistema anti-cavitación. Debe incluir software de explotación.

Deberá disponer de dos puertos de comunicación, conexión USB O RS232 O RJ45 local y conexión Ethernet. Será compatible con los protocolos MODBUS, MODBUS/TCP, DNP3.0 e IEC 61850.

El rango de temperatura de operación será -40 °C a +85 °C.

Los rangos de alimentación al monitor serán AC-DC de: 100-240 Vac, 50-60Hz, y de 100-220 Vdc.

Deberá disponer de todas las válvulas, tuberías y accesorios para su conexión al transformador y su fijación en la base junto al transformador.

f) Válvula de descarga de sobre presión:

El transformador, estará equipado con una (1) válvula de descarga de sobre presión súbita o un dispositivo equivalente que actuará como equilibrador de sobre presiones. Esta válvula dejará, escapar cualquier sobre-presión interna mayor a 49 kPa (7,11 psi) aproximadamente que sea causada por perturbaciones internas, y volverá a cerrar después de haber actuado. Para el efecto, la válvula tendrá contactos de disparo para indicar la actuación del dispositivo, y tendrá indicación visible.

El tubo de descarga que forma parte de la válvula estará montado de forma que el aceite que se expulse vaya hacia el suelo sin regarse por el transformador.

g) Válvulas y grifos:

Se dispondrán de válvulas para cumplir las siguientes funciones:

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- Drenaje del tanque, del tanque conservador, de los radiadores, etcétera
- Toma de muestra de aceite del tanque, de los tanques conservadores y del relé Buchholz
- Purga de aire del tanque conservador, del relé Buchholz, etcétera
- Remoción de los radiadores, tanto en la parte alta como en la parte baja del tanque del transformador
- Conexión y separación del relé Buchholz
- Conexión del equipo para tratamiento del aceite
- Conexión de las diversas tuberías de aceite al tanque

Todas las válvulas deberán ser de construcción apropiada para trabajar con aceite caliente.

h) Pernos de anclaje, placas de base:

Se suministrarán en la cantidad que sea necesaria, los pernos de anclaje, las placas de base y los medios de sujeción convenientes para fijar firmemente el transformador en su ubicación definitiva, de manera que no haya desplazamiento en caso de sismos o terremotos.

Los medios de sujeción también garantizarán la resistencia sísmica del transformador.

i) Cavidades termométricas:

En los sitios en que sea necesario se proveerán cavidades termométricas provistas de tapones roscados.

j) Cajas de terminales y armarios:

Se suministrarán cajas de terminales convenientemente instaladas en lugares adyacentes al tanque. Las cajas tendrán compartimentos separados para circuitos de potencia y circuitos de control con regletas de bornes. Los secundarios de los transformadores de corriente se conectarán a bloques de terminales del tipo cortocircuitante. Todos los interruptores, contactores y demás dispositivos de control del transformador se instalarán en un armario metálico con grado de protección IP55 (NEMA 12), que dispondrá de cerradura en la puerta.

El gabinete de control debe estar adosado al tanque principal y debe alojar todo el cableado de fuerza auxiliar y de control, incluyendo el secundario de los transformadores de corriente y dispositivos de alarma. Todos los contactos de alarma y control deben ser monitoreados por el sistema SCADA a través del Protocolo DNP3 TCP/WAN. Adicional a esto el IED que se utilice debe permitir realizar la configuración remota del mismo.

Los conductos para cables de control llegaran al gabinete de control por su parte inferior. El grado de protección de los tableros será IP55 (NEMA 12).

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

Los circuitos de control y contactos deben tener aislamiento para 600 V.

El voltaje de control es de 125 Vcc . Los circuitos monofásicos de control deben ser de 120 Vca, 60 Hz.

El suministro para los motores (ventiladores) debe ser trifásico, 220 Vca, 60 Hz.

El cableado que conecta las diferentes piezas o accesorios de los circuitos eléctricos con las cajas terminales se instalará con un recubrimiento de tubo de acero galvanizado rígido (o tubo flexible, si fuere aprobado) u otros medios análogos de protección. Los conductores se dispondrán de forma que causen los menores inconvenientes posibles durante el desmontaje.

Todas las cajas de terminales, armarios, estarán montados sobre el tanque con una fijación flexible (amortiguadores) y serán localizados a una altura conveniente del suelo.

El comando y las protecciones del transformador y sus accesorios estarán debidamente coordinados con los demás dispositivos de mando, señalización, etcétera, de la instalación.

k) Herrajes para elevación y alzado con gatos hidráulicos:

En el tanque del transformador estarán situados convenientemente los estribos de asiento que sean necesarios para levantarlos con gatos hidráulicos. Cada uno de los estribos de asiento estará calculado para soportar, al menos, la mitad del peso total del transformador completamente lleno de aceite.

l) Instrumentos indicadores:

Todos los instrumentos indicadores permitirán una lectura clara, tendrán números, agujas negras en fondo blanco y estarán calibrados en unidades métricas. Serán de marcas garantizadas y estarán provistos de conexiones para calibración; para conexiones de aire, manómetros, etcétera. La precisión garantizada será de al menos $\pm 1\%$. Los instrumentos indicadores de temperatura, los sensores del tipo de ampolla con vapor a presión, tendrán un solo puntero indicador y un indicador ajustable de temperatura máxima.

Todos los instrumentos se sujetarán a la aprobación de la CNEL EP.

m) Placas de identificación:

Placas de identificación indicando capacidades, voltajes nominales, diagramas de conexión de los devanados incluyendo tomas de voltaje, características del aceite aislante, instrucciones especiales para operación, mantenimiento y prueba; datos importantes, nombre del fabricante y en general los datos que señalan las normas.

n) Accesorios para sistema de conservación de aceite:

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- Un sumidero y una válvula de drenaje en el tanque conservador.
- Válvulas de desfogue.
- Conexiones entre el tanque y el conservador, con válvulas tipo "shut-off".
- El relé tipo Buchholz estará en esta tubería de conexión.
- Un respirador deshidratador

o) Terminales:

- Los terminales de los aisladores pasatapas deben ser de cobre con recubrimiento de plata (alternativamente pueden ser estañados), con perforaciones según normas NEMA. Para cada terminal se suministrará un conector tipo varilla roscada a cable (stud to cable).
- El transformador se suministrará con conectores terminales de puesta a tierra, adecuados para conductor de cobre cableado de 67,4 mm² a 126,7 mm² de sección (2/0 AWG a 250 kcmil), ubicados en extremos diagonalmente opuestos de la cuba.

p) Ventiladores

Los ventiladores, deberán ser en número y capacidad suficientes para lograr las diferentes capacidades nominales del transformador.

Los ventiladores deberán ser del tipo de operación silenciosa (low noise) y de bajas revoluciones. Los motores de propulsión deberán ser para alimentación a tensión trifásica de 220 voltios.

Los ventiladores deberán ser montados lateralmente y en grupos de 2 o más unidades.

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

4.13. Modo de embarque

Para el caso de transformadores contruidos con el sistema de presión constante, el transformador será embarcado sin aceite. La cuba del transformador estará cerrada herméticamente para el embarque y llena de un gas inerte (nitrógeno) a ligera presión positiva. Se dispondrá de los medios adecuados para mantener e indicar la presión del gas dentro de la cuba durante el transporte.

Se extremarán las precauciones para asegurar que el transformador llegue al sitio en condiciones satisfactorias, a fin de que después de llenarlo de aceite pueda comenzar inmediatamente a funcionar sin contratiempos. En la cuba del transformador se instalará un dispositivo que registre el valor de la aceleración, en cualquier dirección, a la que ha sido sometido el equipo durante el transporte. El registro de ese acelerómetro será uno de los documentos para recibir el transformador. El fabricante establecerá antes del transporte el valor máximo de aceleración que sería aceptable para

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

considerar que el transformador llega sin novedad al sitio de instalación o a la bodega de CNEL EP, según se indique en el contrato.

Los aisladores pasatapas, los radiadores y otros accesorios serán desmontados para el transporte y los orificios que queden abiertos se obturarán con placas y chapas de cierre y con tapones adecuados para este objeto. Las superficies internas de tubos para aceite serán tratadas con baño de decapaje.

Sobre limitaciones de peso o volumen en el transporte terrestre en Ecuador, véase las Especificaciones Técnicas Generales para Equipo Eléctrico.

El Contratista presentará detalles del método de transporte para que sean aprobados por parte de la CNEL EP.

5. PINTURA

El transformador en su parte exterior debe ser pintado con pintura color gris cielo ANSI 70 (STD). Todas las superficies deben ser totalmente limpiadas por medio de chorros de arena o de perdigones antes de proceder a pintar.

Las superficies interiores del tanque, sobre el nivel de aceite, deben ser terminadas con una pintura clara resistente a la acción del aceite.

La pintura para las superficies exteriores debe ser de esmalte, secado al aire, de calidad superior y adecuada para climas tropicales y de condiciones de alta humedad, en que se observa una acción intensa de los rayos del sol, sumado al efecto del polvo y la arena. El espesor mínimo será de 3 mil. Al menos veinte (20) litros de pintura deben ser suministrados para su utilización en el repintado del transformador luego de su transporte y montaje.

6. HERRAMIENTAS Y DISPOSITIVOS ESPECIALES

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

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

7. PARTES DE REPUESTO

Todas las partes de repuesto deben ser idénticas y factibles de ser intercambiadas con las partes originales.

Como partes de repuestos deben ser suministrados los siguientes elementos:

1. Un bushing de cada tipo usado en el transformador, completo con empaques y aceite, si lo requiere, por cada tipo de transformadores.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

2. Un juego completo de empaques de cada transformador incluyendo aquellos de cubiertas, accesos para servicio (“manholes” y “handholes”) y conexiones de tubería.
3. Dos partes de repuestos de cada tipo de los elementos que comúnmente sufren daños en caso de operación de dispositivos de protección como el de alivio de presión (preassure relief device).
4. Un termómetro completo de cada tipo usado en los transformadores o del regulador.
5. Una membrana, de cada tipo usada en los conservadores de aceite de los transformadores.
6. Un relé de cada tipo usado en los transformadores.
7. Una bobina y un arrancador completo de cada tipo usado en los transformadores.
8. 100% de la cantidad de fusibles de cada tipo.
9. 5% de la cantidad de aceite requerida en los transformadores.
10. Un ventilador de repuesto

8. PRUEBAS

8.1. General

Los materiales, partes fabricadas, accesorios, mecanismos, etcétera, para el transformador serán sometidos a las inspecciones y pruebas de rutina del Contratista y sus proveedores más las pruebas abajo nombradas.

El costo para efectuar las pruebas deberá incluirse en el precio del transformador.

El transformador será completamente ensamblado en fábrica para las pruebas. Todas las pruebas se harán de acuerdo a las normas especificadas en el numeral 2 de esta Sección.

El Contratista notificará a CNEL EP, tan pronto como sea posible, la fecha en que el transformador estará listo para las pruebas. La supresión de cualquier prueba o el testimonio dado por el representante autorizado de la CNEL EP, no liberará al Contratista de su responsabilidad para cumplir totalmente los requerimientos de estas especificaciones.

8.2. Presencia de la CNEL EP

La CNEL EP definirá por escrito las pruebas o ensayos que serán hechos en presencia de un representante autorizado de la CNEL EP.

Después de que las pruebas hayan sido concluidas satisfactoriamente, se enviarán a la CNEL EP cuatro copias certificadas de las pruebas realizadas y de los resultados, lo más rápido posible. Los resultados de estas pruebas

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

se presentarán de tal manera que proporcionen evidencias de cumplimiento con las normas aplicadas para el material probado.

8.3. Pruebas de materiales

A menos que se especifique lo contrario, todos los materiales para elementos que formen parte del trabajo objeto de estas especificaciones, serán probados.

En caso de que el Contratista desee utilizar materiales existentes no fabricados para el trabajo cubierto por estas especificaciones, deberá enviar evidencias satisfactorias a la CNEL EP de que estos materiales cumplen los requisitos exigidos, en cuyo caso las pruebas de detalle en estos materiales podrán ser suprimidas a opción de la CNEL EP.

8.4. Pruebas durante la fabricación

- a) Ensayos mecánicos de las chapas del tanque, conservador.
- b) Ensayos de la protección anticorrosiva del tanque, conservador.
- c) Ensayo de magnetización del núcleo y ensayos dieléctricos de los pernos pasantes del núcleo.

8.5. Pruebas de componentes

- a) Todos los aisladores pasatapas, incluso los que se suministren como repuesto, serán sometidos a las pruebas de tipo e individuales requeridas según lo establecido en el numeral 2 de esta sección.
- b) Ensayos dieléctricos y de funcionamiento para todos los dispositivos de mando, motores, equipo de protección y otros aparatos auxiliares. La tensión de ensayo no deberá ser menor de 2 kV, 60 Hz, mantenida durante un minuto. La resistencia de aislamiento será al menos igual al voltaje nominal del equipo añadido en una unidad, estará expresada en MΩ y será medida con megger.
- c) Ensayos de rutina de los motores del sistema de enfriamiento. Medición de la potencia absorbida por un motor de cada tipo y determinación de la potencia absorbida por el sistema de enfriamiento.
- d) Los indicadores de nivel, temperatura, presión, etcétera, y los conmutadores y relés serán ensamblados en fábrica. Los puntos de operación y ajuste de los dispositivos y relés serán registrados y enviados a la CNEL EP para su aprobación.
- e) Se harán pruebas en todos dispositivos y relés.

- f) Transformador de Corriente:

Los transformadores de corriente tipo bushing, se probarán de conformidad con las normas aplicables.

8.6. Pruebas individuales

Se realizarán las siguientes pruebas a menos que se indique lo contrario:

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- a) Medición de la resistencia para todos los arrollamientos y en todas las posiciones del cambiador de tomas.
- b) Verificación de polaridad y medición de la relación de transformación sobre todas las tomas.
- c) Verificación del desplazamiento angular y de la secuencia de fases.
- d) Medición a frecuencia nominal de la corriente y pérdidas en vacío sobre la toma principal al 95%, 105% y 110% de la tensión nominal.
- e) Medición de la impedancia, frecuencia, corrientes nominales y las pérdidas de carga en la toma principal.
- f) Ensayos de tensión aplicada.
- g) Ensayos de tensión inducida.
- h) Ensayos de impulso.
- i) Medición del factor de potencia en el aislamiento de los devanados y los bushings.
- j) Ensayos de descarga parciales durante la prueba de voltaje inducido. Se aplicará en este ensayo el método descrito en las normas ANSI/IEEE C.57.113 o IEC 60076, a menos que al tiempo de efectuarse las pruebas, se considere otro método como el más apropiado, y éste fuese acordado entre la CNEL EP y el Contratista.

La carga aparente de las descargas parciales medida en los terminales del transformador con un medidor de banda ancha de frecuencia, no excederá los 500 pC cuando la tensión de prueba sea de $1,5 \times U_m / \sqrt{3}$ kV.

- k) Ensayo de elevaciones de temperatura efectuado sobre el transformador para condiciones de funcionamiento continuo a 100% de la potencia nominal en cada una de las etapas de enfriamiento, y en la toma que produzca la mayor elevación de temperatura de los devanados.
- l) Ensayos de resistencia mecánica:
 - Ensayo de fugas de aceite aplicado al tanque completo incluyendo conservador, pasatapas, tuberías, radiadores, etcétera, inmediatamente después del ensayo de calentamiento, a una presión interna adicional no menor a 89 kPa durante 60 minutos, no debiendo mostrar fugas ni caída de presión. Si fuese necesario se ensayarán el conservador y otras partes, como unidades separadas.
 - Ensayo de vacío aplicado al tanque, tuberías, radiadores, etcétera, a un nivel lo más cercano al 100%. El equipo de

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

enfriamiento y el conservador podrán ser ensayados como unidades separadas.

- m) Pruebas de transformadores de corriente, de acuerdo a las normas aplicables, incluyendo relación, precisión, resistencia de devanados y curvas de saturación en todas las relaciones.
- n) Prueba de medición de ruido.
- o) Prueba de Análisis de Respuesta de frecuencia SFRA.

8.7. Reporte de Pruebas en Fábrica

Se enviarán dos (2) copias de cada reporte de pruebas que mostrará, pero no estará limitado a la siguiente información:

- Fecha y lugar de la prueba.
- Número del contrato de la CNEL EP.
- Nombre del Contratista y número de orden.
- Número de serie del equipo.
- Diagrama de conexiones y alambrado de los circuitos usados en las pruebas.
- Breve descripción del método de prueba.
- Normas aplicadas en la prueba.
- Copias fotográficas de los oscilogramas de todas las ondas aplicadas, durante las pruebas.
- Características de los instrumentos usados.
- Resultados de las pruebas y comparación con los valores garantizados.

8.8. Inspecciones y pruebas en el Sitio

Previo a la puesta en operación del transformador suministrado dentro del contrato, se realizarán inspecciones y pruebas en el sitio de instalación, las mismas que serán supervisadas por el Supervisor de Montaje del Contratista y la Fiscalización, las inspecciones estarán incluidas en el precio del transformador, las pruebas cuyo listado se detallan en este numeral se facturaran de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas del montaje electromecánico.

Las inspecciones a realizarse en el transformador son las siguientes, además de cualquier otra inspección recomendada por el fabricante:

- Pruebas dieléctricas realizadas en muestras tomadas del aceite usado para llenar el transformador.
- Verificación de fugas en los recipientes de aceite, empaques, tuberías, ajustes y conexiones hechas en el sitio de la subestación.
- Comprobación de conexiones y medidas de la resistencia del aislamiento a tierra, con un probador de aislamiento de 500 voltios, en todos los alambrados y cables instalados en el sitio, para control e indicación del transformador en sí mismo y para

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

los circuitos hacia el equipo remoto de control, indicación y disparo. Donde sea posible se simulará la operación de estos circuitos.

- Verificación de que el transformador y sus pararrayos están conectados al sistema de puesta a tierra de la subestación.
- Verificación del funcionamiento y calibración de los relés, mecanismos e indicadores, calibración y ajustes de cualquier mecanismo que no haya sido ajustado en la fábrica.
- Comprobación de la operación del sistema de enfriamiento y cambiadores de tomas.
- Verificación del funcionamiento del sistema de preservación de aceite bajo condiciones simuladas de operación.
- Verificación de la humedad residual en el aislamiento sólido.

Las pruebas de puesta en servicio que se realizarán al transformador serán las siguientes:

- Medición de Resistencia de devanados con los cambiadores de taps en todas las posiciones;
- Verificación de Relación de transformación en todas las posiciones de los taps;
- Corriente de excitación;
- Medición de Factor de potencia a bushings y devanados;
- Medición de Resistencia de aislamiento en corriente continua;
- Análisis de Respuesta de frecuencia SFRA;
- Pruebas de espectroscopia en el dominio de frecuencia DFR/FDS
- Pruebas de aceites: análisis físico-químico (gravedad específica, color, acidez, tensión interfacial, rigidez dieléctrica, contenido de humedad y factor de potencia) y cromatografía de gases contenidos en el aceite.
- Prueba de medición de reactancia de dispersión de los devanados.
- Pruebas de TCs de bushing: elaboración de las curvas de saturación, verificación de polaridad, verificación de relación de transformación, resistencia de devanados;
- Verificación de termómetros de devanados y aceite; y,
- Pruebas de pararrayos: factor de potencia y resistencia de aislamiento en corriente continua.

8.9. Incumplimientos de la Garantía Técnica y Rechazo del Equipo

Los Incumplimientos de la Garantía Técnicas resultarán necesariamente en el Rechazo del Equipo.

8.10. Incumplimientos. -

Se consideran como causas de incumplimiento de la Garantía Técnica los siguientes casos:

- a) Calentamiento en cualquier parte del equipo que exceda los límites garantizados.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- b) Pérdidas que sobrepasen los límites garantizados.
- c) Relaciones de transformación y/o tensión de cortocircuito que difieran de los valores garantizados.
- d) Si el transformador sobrepasa los límites garantizados para el aumento de temperatura o los límites garantizados de pérdidas; y si el Contratista no consigue dentro de un plazo fijado por la CNEL EP poner el equipo en las condiciones exigidas por las especificaciones técnicas incluyendo las tolerancias contempladas en las normas.

8.11. Rechazo del Equipo. -

- a) Respecto de la Potencia nominal. -

Si la potencia nominal continua (en la forma que produce las máximas pérdidas) se debe reducir para mantener los calentamientos dentro de los límites garantizados, entonces el transformador será rechazado a juicio de la CNEL EP.

- b) Respecto de las Pérdidas.-

Si las pérdidas del transformador con tensión y frecuencia nominales y al 100% de la potencia nominal en la toma principal exceden los límites garantizados, entonces el transformador será rechazado a juicio de la CNEL EP.

- c) Respecto de las Relaciones de transformación y/o tensión de cortocircuito.-

Los valores de impedancias de cortocircuito declaradas como valores garantizados por el fabricante son los máximos e incluyen las tolerancias establecidas en las normas.

De no corresponder los valores medidos con los garantizados por el Contratista, y tomando en cuenta las tolerancias de las normas ANSI/IEEE C57.12.00 o IEC 60076, entonces el transformador será rechazado a juicio de la CNEL EP.

9. DISEÑOS E INFORMACIÓN A SUMINISTRAR

9.1. Información a ser incluida en la oferta

Para el transformador, el oferente incluirá en su propuesta la siguiente información y documentación:

- a) Literatura descriptiva, dibujos, gráficos, reportes, datos tabulados, que contenga:
 - Esquemas que muestren las principales dimensiones del transformador y la localización general de sus componentes.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

- Boletines descriptivos y catálogos del transformador, sistema de conservación de aceite, sistema de enfriamiento, conmutador de tomas, aisladores pasatapas, gabinetes de control y demás accesorios.
- Vistas en corte que muestren detalles de diseño del transformador y sus elementos constitutivos.
- Detalles de cualquier elemento especial suministrado en el transformador.
- Instrucciones resumidas de instalación, operación y mantenimiento del transformador y sus sistemas asociados.
- Referencias de suministros similares a los que se ofrecen en la propuesta durante los últimos cinco años.
 - b) Lista de repuestos, incluyendo su cotización, según se indica en los documentos del concurso.
 - c) Lista de pruebas de rutina.
 - d) Datos informativos y garantizados.

9.2. Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato

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

a) Lista de diseños y datos para aprobación:

El Contratista enviará a la CNEL EP en el plazo estipulado en el contrato, la lista de diseños, datos técnicos e instrucciones que se propone enviar para aprobación o información. La lista se actualizará y complementará regularmente durante el período de ejecución del contrato, debiendo ser aprobada por la CNEL EP en cada ocasión.

b) Planos y demás información para aprobación:



Antes de iniciar la fabricación, el Contratista enviará a la CNEL EP, para su aprobación, los diseños, cálculos y datos técnicos que demuestren que los equipos y materiales a ser suministrados cumplen plenamente los requerimientos de estas especificaciones. Los planos deberán entregarse también en formato AUTOCAD última versión.

La información mínima contendrá lo siguiente:

- Diseños y planos generales de todos los aparatos, dimensiones generales, dimensiones de las partes principales, pesos del equipo instalado y del aceite y pesos de transporte.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	



- Posición inferior y superior del gancho de la grúa para poder extraer completamente el núcleo y los devanados del tanque.
 - Disposición de: aisladores pasatapas, soportes de pararrayos, escotillas, equipo conservador de aceite, con todas sus dimensiones esenciales.
 - Características eléctricas del transformador y cualquier otra información que demuestre que el equipo está de acuerdo con los requerimientos de estas especificaciones.
 - Requerimientos de potencia eléctrica y voltaje para los motores de los ventiladores y calentadores eléctricos, etcétera.
 - Diagramas eléctricos elementales y diagramas de conexiones para el transformador y circuitos de control, indicación y alarma, mostrando terminales y todas las conexiones con las fuentes de corriente alterna y corriente continua y con otros equipos de control y protección.
 - Posición y descripción de todos los accesorios, mecanismos, cabinas de control, cajas terminales, alambrados e interconexiones localizados externamente en el tanque.
 - Localización, tamaño y detalle de los conectores de línea y de puesta a tierra y de las conexiones para las cañerías de aceite.
 - Curvas mostrando las características del transformador de corriente, así como la clase de precisión y las capacidades respectivas.
 - Tipo de ruedas y de rieles con dimensionamiento.
 - Placa de datos con indicación de todas las características solicitadas en estas especificaciones.
 - Los Manuales deben ser preferiblemente en español, pero se aceptará en inglés de no ser posible lo anterior, conteniendo indicaciones completas para la instalación, operación, y mantenimiento del transformador, incluyendo diagramas de despiece detallados para todos los componentes, con indicación precisa de número de catálogo que sirvan como referencia para la adquisición futura de las partes. Los manuales deberán ser entregados también en formato electrónico en CD's.
 - Reporte de pruebas.
- c) Lista de repuestos mínima para un período de 5 años de operación. Cada uno de los repuestos deberá cotizarse individualmente.
- d) Lista de las pruebas en fábrica, con indicación de los procedimientos, normas a aplicarse y cronograma de ejecución.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

10. REPUESTOS

10.1.Lote de Repuestos

El oferente debe incluir en su propuesta un lote de repuestos de conformidad con el detalle de las Tablas de Cantidades y Precios.

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADORES DE POTENCIA



APÉNDICE “T”

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA
APÉNDICE T- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL SUMINISTRO**

HOJA 1 DE 2



ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	DATOS ESPECIFICADOS SOLICITADOS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	DATOS ESPECIFICADOS OFERTADOS
			S/E: SHUSHUFINDI	S/E: SHUSHUFINDI
1.	CANTIDAD REQUERIDA	c/u	1	
2.	SITIOS DE INSTALACIÓN		Intemperie, 1.000 msnm	
3.	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO			
3.1	Normas a aplicarse:			
	ANSI/IEEE ó IEC		ANSI C57 ó IEC60076	
3.2	Número de fases		3	
3.3	Número de devanados		2	
3.4	Frecuencia	Hz	60	
3.5	Relación de transformación (69/13,8; 67/13,8)	kV/kV	69/13,8	
3.6	Voltajes nominales de devanados			
	a) Alta tensión (Primario) (69; 67)	kV	69	
	b) Baja tensión (Secundario)	kV	13,8	
3.7	Potencia nominal continua de salida, en todas las posiciones de los conmutadores de tomas; como: enfriamiento natural			
	1a. etapa de enfriamiento forzado / 2a. etapa de enfriamiento forzado a 55°C			
	a) Alta tensión (Primario)	MVA	16/20	
	b) Baja tensión (Secundario)	MVA	16/20	
3.8	Voltajes máximos del sistema			
	1.- Alta tensión			
	a) IEC	kV	72,5	
	b) ANSI/IEEE	kV	72,5	
	2.- Media tensión			
	a) IEC	kV	14,5	
	b) ANSI/IEEE	kV	15	
3.9	Método de conexión de devanados y desplazamiento angular		Dyn1	
3.10	Tensiones mínimas que debe resistir a impulso/frecuencia industrial a nivel del mar,			
	1.- Arrollamiento de alta tensión			
	a) IEC	kV	325/140	
	b) ANSI/IEEE	kV	350/140	
	2.- Arrollamiento de baja tensión (secundario)			
	a) IEC	kV	95/38	
	b) ANSI/IEEE	kV	110/34	
	3.- Pasatapas de alta tensión, lado línea			
	a) IEC	kV	450/180	
	b) ANSI/IEEE	kV	450/180	
	4.- Pasatapas de baja tensión, lado línea			
	b) IEC	kV	125/50	
	c) ANSI/IEEE	kV	150/50	
	5.- Pasatapas de neutro			
	a) IEC	kV	125/50	
	b) ANSI/IEEE	kV	150/50	
3.11	Corriente máxima de cortocircuito del sistema en los terminales del transformador en: alta/baja tensión	kA	25	
3.12	Impedancia de cortocircuito en las bases del transformador	%	7	

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA
APÉNDICE T- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL SUMINISTRO**

HOJA 2 DE 2



ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	DATOS ESPECIFICADOS
			S/E: SHUSHUFINDI
3.13	<p>Relación y clase de transformadores de corriente tipo "bushing"</p> <p>a) Arrollamiento de alta tensión (primario) 2 TC 600/5 A; multirelación (600/500/450/400/300/200//100/50/5 A) -TC1 (IEC) // (ANSI/IEEE) -TC2 (IEC) // (ANSI/IEEE)</p> <p>b) Arrollamiento de baja tensión (secundario) 2 TC 1200/5 A; multirelación (1200/1000/900/800/600/500/400/300/200/100/5 A) -TC1 (IEC) // (ANSI/IEEE) -TC2 (IEC) // (ANSI/IEEE)</p> <p>c) Pasatapas de neutro 1 TC 600/5 A; multirelación (600/500/450/400/300/200//100/50/5 A) -TC1 (IEC) // (ANSI/IEEE)</p>		<p>20VA Cl. 5P20 // C100 20VA Cl. 0,2 // 0,3 B-0,9</p> <p>20VA Cl. 5P20 // C100 20VA Cl. 0,2 // 0,3 B-0,9</p> <p>20VA Cl. 5P20 // C100</p>
3.14	<p>Mínima distancia de contorno de los pasatapas</p> <p>a) Alta tensión (primario) (IEC) // (ANSI/IEEE)</p> <p>b) Baja tensión (secundario) (IEC) // (ANSI/IEEE)</p>	mm mm	<p>2.200 // 2.200</p> <p>600 // 600</p>
3.15	<p>Sistema de preservación de aceite</p> <p>1.-Sistema de gas inerte a presión,=TG</p> <p>2.-Sistema de presión constante=PC</p>		PC
3.16	Pérdidas máximas en vacío al 100% de voltaje	kW	16
3.17	Pérdidas máximas con carga a 75°C, 67/13,8 kV, 16 MVA	kW	60
3.18	<p>Dimensiones totales máximas del transformador completamente ensamblado</p> <p>Transformador de presión constante</p> <p>a) Largo</p> <p>b) Ancho</p> <p>c) Alto</p>	mm mm mm	<p>7.000</p> <p>5.500</p> <p>4.800</p>
3.19	<p>Conector tipo varilla roscada a cable (stud to cable) adecuado para:</p> <p>a) En pasatapas de alta tensión, lado línea (H1-H2-H3)</p> <p>b) Pasatapas de baja tensión, lado línea (X1-X2-X3)</p> <p>c) Pasatapas de baja tensión, lado neutro (X0)</p> <p>Regulador automático de Voltaje OLTC ($\pm 8 \times 1,25\%$): El sistema deberá contar con un sistema de regulación automática OLTC, mismo que será comandada por un controlador automático</p>	AWG kcmil kcmil	<p>1x4/0 (107,2 mm²) COBRE</p> <p>1x1000 (506,7 mm²) COBRE</p> <p>1x250 (126,7 mm²) COBRE</p>
3.20			ESPECIFICAR
3.21	EQUIPO ELECTRONICO monitor de transformador.		ESPECIFICAR
3.22	Monitor de 3 gases disueltos más humedad del aceite dieléctrico.		ESPECIFICAR
3.23	CERTIFICADOS		<p>Certificados avalos por el SAE de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ANSI C57.12.00 o IEC 60076 - ISO 14001 - ISO 17025 - ISO 9001

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

3.24	CUMPLIMENTOS		<ul style="list-style-type: none"> - El fabricante del transformador deberá contar con su propio laboratorio certificado que cumplan con ISO/IEC 17025 (Presentar certificado de cumplimiento) - El fabricante del transformador debe contar con el informe de pruebas tipo emitido por los laboratorios KEMA o ANSI (Presentar informe de cumplimiento)
------	--------------	--	--

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONTROLADOR DE REGULADOR DE VOLTAJE APÉNDICE T- CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL SUMINISTRO

ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	DATOS ESPECIFICADOS SOLICITADO CONTROLADOR DE REGULADOR DE VOLTAJE	DATOS ESPECIFICADOS OFERTADOS
			S/E: SHUSHUFINDI	S/E: SHUSHUFINDI
1.	CANTIDAD REQUERIDA	c/u	1	
2.	Procedencia:		Indicar	
3.	Marca/Modelo:		Indicar	
3.1	Funciones:			
	Controlador para regulador de voltaje			
	Modos de funcionamiento predefinidos y programables			
	Cambio de posición de tap de regulador manual o automática			
	Lógica programable			
	Puerto USB para memoria externa	u		
3.2	Características generales:			
3.3	Temperatura de operación:	°C	-40 a 80	
	Humedad relativa:	%	95%, sin condensación	
	Protección IP	IP	≥ IP 20	
3.3	Características eléctricas:			
	Fuente de alimentación:	VAC	120	
	Frecuencia:	Hz	60	
3.4	Interfaz del equipo:			
	Display LCD , y botones para navegación	u	16/20	
	Pulsadores:	u	Mínimo 6	
	Leds:	u	1 Led para saber si el equipo esta prendido y funcionando -1 Led de alarma -Mínimo 6 leds programables	
	Entradas/Salidas digitales:			
3.5	Salidas digitales	u	≥ 4	
	Entradas digitales	u	≥ 4	
3.6	Interfaces de comunicación	u	1 Puerto Frontal RS 232 o USB tipo C o Puerto Optico PARA CONFIGURACION	

	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD	

		u	2 Puertos posteriores RJ45 10/100 BASE-T
		u	1 puerto posterior RS-485
3.7	Protocolos de comunicación		DNP3 IEEE C37.118 Por IRIG-B
3.8	Sincronización de tiempo		
3.9	Normas		IEC 60068-2-1:2007 IEC 60255-5:2000 IEC 60255-22-2:2008 IEC 60255-22-4:2008 IEC 60255-21-2:1988
4.0	Medición:		Cantidades instantáneas: corriente, voltaje, potencia, frecuencia posición de tap Corriente y voltaje, máximos y mínimos Potencias kW, kVAR y kVA, FP Energías MWh, MVARh Medición de distorsión de armónicos hasta 15vo armónico Capacidad de Grabar Eventos Secuenciales Tendrá un software o un paquete de programas que permita realizar las funciones de: Monitoreo Supervisión Configuración Registro de oscilografías Descarga de datos almacenados El software deberá ser compatible con el sistema operativo de Microsoft Windows 7 o superior.
4.1	Software		Salida auxiliar para alimentación a 12 VDC Garantía >= 8 años Revestimiento para circuitos electrónicos para ambientes hostiles
4.2	Requisitos adicionales		Certificado de conformidad de calidad ISO 9001 del fabricante vigente y avalado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE) Certificado de Representante Autorizado
4.3	Certificados		