

16-02-2023			Gerencia de Operaciones y Mantenimiento
Fecha	Revisión	Descripción	Revisado
CAPÍTULO IV	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
PROYECTO	DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y REPUESTOS DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1-HE_1		
Preparado por		Verificado por	
Olmedo Núñez Saavedra		Samuel González	
Validado por		Fecha	
Samuel González		Febrero 2023	

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO DE ESTA CONTRATACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ESPECIFICACIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Requisitos Especificos .....</b>	<b>6</b>
3.1.1	Diseño .....	6
3.1.2	Valores Nominales, Cantidad y Tipo Requerido .....	6
3.1.3	Condiciones de servicio .....	6
3.1.4	Capacidad de CortoCircuito .....	7
3.1.5	Clases de Aislamientos, Impedancia y Desplazamiento Angular de los Devanados .....	7
3.1.6	Terminales Pasamuros .....	8
3.1.7	Transformadores de Corriente .....	9
3.1.8	Descargadores de sobretensión (Pararrayos) .....	11
3.1.9	Conectores .....	12
3.1.10	Circuitos de Control, Energía Auxiliar y Monitor de Alarma .....	12
3.1.11	Aceite Aislante .....	13
3.1.12	Sistema de Preservación de Aceite .....	14
3.1.13	Sistema de Enfriamiento, Equipos de Enfriamiento y Control .....	14
3.1.14	Servicios Auxiliares .....	15
3.1.15	Cables de Control y Potencia Reducida .....	15
3.1.16	Operación en Paralelo y Nivel de Ruido .....	16
3.1.17	Pérdidas Eléctricas y Certificación de las Pérdidas .....	16
3.1.18	Accesorios y Otros Equipos .....	16
3.1.19	Pintura del Transformador .....	17
<b>3.2</b>	<b>Requisitos Generales .....</b>	<b>18</b>
3.2.1	Normas .....	18
3.2.2	Transformadores de Corriente - Tipo Barra Pasante .....	19
3.2.3	Núcleo y Devanados .....	19
3.2.4	Tanque del transformador de potencia .....	20
3.2.5	Radiadores, Valvulas y Abanicos .....	21
<b>3.3</b>	<b>Accesorios y Repuestos .....</b>	<b>21</b>

3.3.1	Ubicación de los accesorios.....	23
3.4	Manuales y Planos .....	23
3.5	Pruebas.....	24
3.5.1	Pruebas e Inspecciones de Fábrica.....	24
3.5.2	Secuencias de Pruebas.....	25
3.5.3	Pruebas de Aceite .....	27
3.5.4	Reportes y Resultados de Pruebas .....	27
3.6	Embalaje y Transporte.....	28
4	DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS .....	28
5	FOTOGRAFÍAS Y UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR ACTUAL .....	29
6	DECLARACIÓN .....	31

## 1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

ENSA, ha planificado el reemplazo del transformador T1-HE\_1, ubicado en la Subestación Eléctrica HE, cerca de las Exclusas de la ACP en Gatún, en el Corregimiento de Cristobal, Provincia de Colón.

El transformador existente T1-HE\_1, es de la marca Sunbelt, con la serie ST109857668, un peso de 12,378 libras (incluyendo aceite y carcasa), el cual se llena con 532 galones de aceite tipo mineral, tiene una impedancia de 7.32 %, capacidad de 2.5 MVA, voltaje de operación 6.9 / 13.8 kV, configuración delta ( $\Delta$ ) / estrella (Y).

La propuesta se basa en reemplazar este transformador de potencia, asociado a la Subestación Eléctrica HE, por un (1) nuevo transformador de potencia, con capacidad de 7.5/9.375 MVA, voltaje de operación 6.9/13.8/34.5 kV en configuración Dyn1d0 delta ( $\Delta$ ) [6.9 kV] / estrella (Y) aterrizada [13.8 kV] / delta ( $\Delta$ ) [34.5 kV].

## 2 OBJETO DE ESTA CONTRATACIÓN

La exclusión o carencia de artículos, cláusulas y contenido relacionado a la ejecución de este proyecto, que no sean mencionados específicamente en este documento, no limita a **EL CONTRATISTA** a tomarlos en cuenta para la satisfactoria ejecución objeto de este Contrato.

Este documento comprende, sin limitarse a estos, las siguientes actividades a realizar:

- A. Suministro del servicio de ingeniería de detalle, el cual abarca diseño, fabricación, ensamble, pruebas de fábrica, supervisión de montaje en sitio, pruebas eléctricas, supervisión de la puesta en servicio vía remota de un (1) transformador de potencia, con capacidad de 7.5/9.375 MVA, voltaje de operación 6.9/13.8/34.5 kV en configuración Dyn1d0 delta ( $\Delta$ ) [6.9 kV] / estrella (Y) aterrizada [13.8 kV] / delta ( $\Delta$ ) [34.5 kV].

Este transformador será construido con cambiador de tomas sin carga o sus siglas en el idioma inglés (NLTC - Non Load Tap Changer) en el lado de 13.8 kV, permitiendo un incremento  $\pm 5\%$ . Y **sin cambiador de tomas bajo carga** o sus siglas en el idioma inglés (OLTC - On-Load Tap Changer), en el resto de los devanados.

NLTC - 13.8 kV		
TAP POS	Voltaje	Porcentajes (%)
1	14490	+ 5
2	14145	+ 2.5
3	13800	0
4	13455	-2.5
5	13110	-5

Sus devanados serán bajo las siguientes características:

Sin refrigeración = 7.5 MVA (ONAN)

Primera etapa de refrigeración = 9.375 MVA (ONAF1)

- B. Pruebas en fábrica. **EL CONTRATISTA** debe complementar este acápite con lo descrito en las Condiciones Especiales.

- C. Servicio de supervisión de montaje, proporcionado por el fabricante para asistir en la instalación de los equipos, brindar constancia y testimonio de los correctos procedimientos de pruebas en sitio y puesta en servicio del transformador de potencia. **ENSA**, proporcionará la mano de obra, equipos y herramientas para el montaje y adecuaciones civiles o eléctricas, relacionadas a este transformador.
- D. Entrega de repuestos. Ver detalles en “acápite – Accesorios y Repuestos”

**EL CONTRATISTA**, debe utilizar personal calificado, capacitado e idóneo para el correcto desarrollo de los servicios y/o actividades objeto de este Contrato. Así como también supervisar los criterios y técnicas empleadas, de tal manera que los trabajos tengan la calidad y confiabilidad necesarias.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar todos los diseños, pruebas en fábrica y elaboración de planos; como a su vez estará encargado del suministro del transformador, los herrajes para su conexión, transporte del transformador (embalaje, izado, movilización, descarga en la SE HE), supervisión del montaje, pruebas y puesta en servicio.

En caso que por motivos de labores civiles, el área de colocación del transformador no se encuentre disponible al momento que **EL CONTRATISTA** adjudicado, tenga el compromiso de hacer la entrega del suministro objeto de esta contratación, **ENSA** y **EL CONTRATISTA** adjudicado mantendrán conversaciones sobre cuál será la ubicación temporal del transformador.

**EL CONTRATISTA**, deberá cumplir con las características que se solicitan, objeto de este Contrato. Además, debe completar y presentar toda la información solicitada, durante el proceso de licitación, ejecución del proyecto y cierre administrativo.

### 3 ESPECIFICACIONES

La exclusión o carencia de artículos, cláusulas y contenido relacionado a la ejecución de este proyecto, que no sean mencionados específicamente en este documento, no limita a **EL CONTRATISTA** a tomarlos en cuenta para la satisfactoria ejecución objeto de este Contrato.

Las condiciones de servicio para todo suministro entregado por **EL CONTRATISTA**, deben tener la capacidad de operar a temperatura ambiente de máximo 42 °C y mínima de 18° C, altitud inferior a 1,000 metros sobre el nivel medio del mar, clima tropical, humedad relativa de 95% y aire cargado de sal. La frecuencia de servicio es de 60 Hertz (Hz) y se debe considerar que la única fuente de alimentación (en estos momentos) proviene de una Subestación Generadora perteneciente a la Hidroeléctrica de Gatún propiedad de la ACP, a través de una red subterránea en estrella, cuyo voltaje es de 6.9 kV.

El entorno en donde se encuentra ubicado este transformador, es un ambiente semitropical. La energización del lado primario del transformador HE-1, proviene de un conductor subterráneo de calibre “4/0 AWG Cobre”, el cual se extiende aproximadamente 180 m lineales desde la Subestación de generación Gatún de la ACP. La topología de la red a nivel de 13.8 kV es un sistema estrella aterrizado, radial, con alta densidad de vegetación y con una tasa aproximada de 0.25 fallas/día. La longitud del circuito HE-1 es de aproximadamente 21 km donde se subdivide en 14 km de red de distribución aérea trifásica 477 AAC y 7 km de red de distribución subterránea 500 MCM Cu XLPE 15 Kv.

### 3.1 Requisitos Específicos.

#### 3.1.1 Diseño

Los diseños deben ser ajustado al criterio de una frecuencia de servicio de 60 Hz. Este transformador, al ser alimentado de la fuente actual de 6.9 kV proveniente desde la SE de Generación Gatún ACP, se convierte en un transformador tipo elevador. Por otro lado, en un futuro se dispondrá de una alimentación fuente en 34.5 kV, por lo que se convertiría en un transformador tipo reductor. Este equipo debe soportar las diferentes fallas que se ponen a prueba en un sistema eléctrico.

#### 3.1.2 Valores Nominales, Cantidad y Tipo Requerido.

**EL CONTRATISTA** debe garantizar que el suministro del único (1) transformador de potencia, se encuentre avalado bajo la edición más reciente de las normas ANSI C57.12.00 y C57.12.10.

Todos los valores nominales deberán ser indicados en la placa de identificación. El transformador deberá ser diseñado para poder operar en paralelo con un transformador de iguales características instalado en la S/E HE. Algunas de las características son:

a. Clase y enfriamiento: ONAN / ONAF1

1ra letra = Tipo de refrigeración interna. Aceites minerales o líquidos aislantes con punto de inflamación inferior o igual a 300°C (O), superior a los 300 °C (K), no medibles (L).

2da letra = Modo de circulación del refrigerante interno. N (Natural), F (Forzada).

3ra letra = Medio de refrigeración externo. A (Aire), W (Agua)

4ta letra = Modo de circulación del fluido externo. N (Natural), F (Forzada).

b. Voltaje Nominal (Primario / Secundario / Terciario): 6.9 kV / 13.8 / 34.5 kV

c. Conexión (Primario / Secundario / Terciario): Delta / Estrella Aterrizada / Delta

d. Su temperatura de operación no debe sobrepasar los 65° C en los devanados, ni los 80 °C en el punto más caliente. Su operación debe basarse en las edición más reciente de las normas ANSI C57.12.00 y C57.12.10.

El transformador de potencia y sus accesorios deberán ser diseñados y construidos, de acuerdo con la última revisión de las normas ANSI C57.92 y NEMA TR98.

#### 3.1.3 Condiciones de servicio

El suministro del transformador de potencia, será diseñado para operar a su capacidad normal en Mega Volt Ampere (MVA) siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a. La temperatura del aire de enfriamiento no exceda los 40 °C y la temperatura promedio del aire de enfriamiento para cualquier periodo de 24 horas, no exceda 30 °C.

- b. La altitud no exceda los 1,000 m o 3,280.84 pies sobre el nivel del mar.
- c. **EL CONTRATISTA** y el proveedor de **EL CONTRATISTA**, deberán tomar en consideración las condiciones ambientales de donde será instalado el transformador (Esclusas de Gatún, Provincia de Colón), particularmente la salinidad del medio y la posibilidad de actividad sísmica (coeficiente sísmico de 0.3 g)

### 3.1.4 Capacidad de Cortocircuito

El suministro del transformador de potencia deberá ser diseñado y posteriormente construido, con la capacidad de resistir los esfuerzos mecánicos y térmicos, causados por frecuentes fallas eléctricas, de diversas duraciones y magnitudes, o cortocircuitos en los terminales externos de cualquiera de sus devanados, como se establece en las normas ANSI C57.12.00 y C57.12.10.

Corrientes de Cortocircuito en 6.9 kV (Punto de Conexión de T1)		
Tipo de Falla	Magnitud (A)	Angulo (°)
Trifásica	16,114.98	- 71.66
Monofásica	16,166.53	- 67.48

### 3.1.5 Clases de Aislamientos, Impedancia y Desplazamiento Angular de los Devanados.

La clase de aislamiento y las pruebas dieléctricas para todos los devanados, deberán ser de acuerdo con la edición más reciente de las normas ANSI C57.12.00 y C57.12.10.

Transformador	H.V. Línea H1, H2, H3	M.V Y1, Y2, Y3	L.V X1, X2, X3
Voltaje Nominal (kV)	34.5	13.8	6.9
BIL (kV)	200	110	95
Prueba de Voltaje Inducido Nivel, 1 hora (kV rms)	32	-	15
Prueba de Voltaje Inducido Nivel, 7200 ciclos - Enhancement Level (kV rms)	41	-	20
Pruebas de Onda Cortada (kV)	220	120	105
Impulso de Maniobra (kV)	166	-	79

El valor de la impedancia debe estar sujeta al cumplimiento de la norma ANSI C57.12.00 Y C57.12.10 y ser calculada de manera que, soporte los niveles de cortocircuito. Los valores porcentuales de las impedancias positivas y cero, entre cada par de devanados, deberán ser indicados en la placa de identificación del transformador suministrado por **EL CONTRATISTA** y su fabricante.

El desplazamiento angular entre los vectores de alto, medio y bajo voltaje, deberá ser de acuerdo con la última revisión de la norma ANSI C57.12.10

### 3.1.6 Terminales Pasamuros

EL CONTRATISTA, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- En donde se requieran terminales pasamuros, se deberán fabricar y probar de acuerdo con la última publicación de la norma ANSI C57.19.01. Todos los terminales de porcelana serán de color gris y manufacturados mediante un proceso húmedo. Deberán ser vitrificados, tenaces e impermeables a la humedad, homogéneos, libres de laminaciones, cavidades u otras grietas que afecten su esfuerzo mecánico o calidad dieléctrica.
- Los pasamuros estarán conformes con las características eléctricas, mecánicas y térmicas del transformador y serán de los tipos intercambiables ANSI, cuando sea aplicable.
- Los pasamuros deberán ser adecuados para la mayor capacidad del transformador y deberán ser capaces de sostener una sobrecarga tal como lo establece la norma ANSI C57.92 en su última revisión. La clase de aislamiento deberá estar de acuerdo con la última revisión de la norma ANSI C57.19.01:

TERMINALES PASAMUROS				
Valores Nominales	Terminal			
	H1, H2, H3	Y1, Y2, Y3	Y0	X1, X2, X3
Clase de Aislamiento (kV)	46	34.5	15	15
BIL (kV)	250	200	110	110
Distancia mínima de fuga	35/89	-	-	-
Lado de alta tensión (pulg/cm)				
Distancia mínima de fuga	-	26/66	11/28	-
Lado de media tensión (pulg/cm)				
Distancia mínima de fuga	-	-	-	11/28
Lado de baja tensión (pulg/cm)				
Resistencia a Voltaje de Prueba Eficaz de Baja Frecuencia (kV rms)				
1 minuto (seco)	105	80	50	50
10 segundos (húmedo)	95	75	45	45
Resistencia a Impulso de Prueba (kV)				
Onda Completa	250	200	110	110
Onda Cortada, Cresta a:				
2 $\mu$ s	322	258	142	142
3 $\mu$ s	290	230	126	126
Capacidad de Corriente Continua (A)	1000	2000	2000	2000



Aumento de Temperatura °C 40 °C sobre Temperatura Ambiental	65	65	65	65
Capacidad de Corriente Momentánea (kA)	20	20	20	20

Nota: Para especificaciones de dimensiones, **EL CONTRATISTA** debe referirse a la norma ANSI C76.2.

La distancia mínima entre partes vivas de los pasamuros (metal a metal) deberá ser:  
15 kV: 0.36 m (14 pulgadas)

- d. En caso de ser requerido, cada pasamuros deberá ser equipado con transformadores de corriente estándar, del tipo multi razón de barra pasante. Los transformadores de corriente deberán estar completamente cerrados y ser removidos sin interferir en los mismos. Todas las derivaciones del secundario de los transformadores de corriente deberán ser sacados y llevados hasta el gabinete principal de terminales y conectados en bloques terminales aprobados del tipo de cortocircuito.
- e. Los pasamuros de bajo voltaje (X1, X2, X3) deben ser de montaje vertical.
- f. Todos los pasamuros deben tener punto de prueba.

### 3.1.7 Transformadores de Corriente

**EL CONTRATISTA**, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- a. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar un juego de transformadores de corriente (CT) por devanado.
- b. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar y garantizar que el cable secundario de todos los transformadores de corrientes (CT) deberá estar protegido mediante una tubería rígida de metal.
- c. Todos los transformadores de corrientes (CT) serán construidos y probados de acuerdo con la última norma aplicable ANSI C57.13.
- d. Los transformadores de corrientes serán provistos en el extremo interno de los terminales de porcelana, serán de multi relación y tendrán derivaciones (taps) como se especifican en la norma ANSI C57.13.
- e. Los transformadores de corriente deberán resistir los esfuerzos de cortocircuito dentro de la capacidad del equipo y deberán tener suficiente capacidad térmica y resistencia mecánica para resistir las corrientes momentáneas para las cuales el equipo está clasificado.
- f. Los cables secundarios de todos los transformadores de corriente, tanto del lado de alto voltaje (primario), medio voltaje (secundario) y lado de bajo voltaje (terciario) serán segregados, colocando los conductores de los pasamuros de conexión primario y conexión secundario en conductores separados desde cada pasamuros hasta el gabinete principal de terminales del tipo de cortocircuito.

Se deberá proporcionar separación física entre los bloques terminales del primario y del secundario dentro del gabinete principal de conexiones. Los arrollamientos del secundario deberán ser distribuidos uniformemente alrededor de todo el núcleo entre cada par de tomas adyacentes. Los conductores del secundario que van desde las tomas de transformadores de corriente hasta cualquier bloque terminal, no deberán ser menores en tamaño que el del conductor usado para el mismo transformador de corriente.

Las curvas de excitación del secundario de cada tipo de transformador de corriente, deberán suministrarse para la aprobación de **ENSA**.

- g. El voltaje de excitación del secundario del transformador de corriente, no debe ser menor que el voltaje en la tangente en el codo de la curva de excitación del transformador de corriente, en las relaciones de transformación completas de acuerdo con la norma ANSI C57.13.

La tolerancia máxima de los valores de excitación arriba y debajo del codo de la curva, no deberán ser excedidos, tal como se indica en la corriente de multirazón clase C de la norma ANSI C57.13. Al “codo” de la curva se le define como el punto en la curva en el cual la tangente está a 45 grados (45°) cuando es trazada sobre papel con abscisa y ordenadas logarítmicas.

- h. Los transformadores de corriente en los lados de alto y bajo voltaje, deberán ser apropiados para relevadores de protección diferencial.
- i. Los transformadores de corriente deben poseer un Rating Factor (RF) de 1.5, como mínimo.
- j. Los transformadores de corriente deberán ser suministrados de acuerdo con la siguiente tabla:

<b>Transformador de 7.5 / 9.375 MVA</b>				
<b>Terminal</b>	<b>Número de CT</b>	<b>Multi relación</b>	<b>Relación CT (A)</b>	<b>Clase Exactitud</b>
H1 (34.5 kV)	1	Sí	600/5	C400
H2 (34.5 kV)	1	Sí	600/5	C400
H3 (34.5 kV)	1	Sí	600/5	C400
X1 (6.9 kV)	1	Sí	1200/5	C400
X2 (6.9 kV)	1	Sí	1200/5	C400
X3 (6.9 kV)	1	Sí	1200/5	C400
Y2 (Imagen Térmica)	1	Sí	600/5	Hot Spot CT
H2 (Imagen Térmica)	1	Sí	600/5	Hot Spot CT
X2 (Imagen Térmica)	1	Sí	1200/5	Hot Spot CT
Y1 (13.8 kV)	1	Sí	600/5	C400
Y2 (13.8 kV)	1	Sí	600/5	C400
Y3 (13.8 kV)	1	Sí	600/5	C400
Y0 (13.8 kV)	1	Sí	600/5	C400

### 3.1.8 Descargadores de sobretensión (Pararrayos)

**EL CONTRATISTA**, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Los pararrayos deberán fabricarse y probarse de acuerdo con las últimas versiones de las normas ANSI IEEE, C62.11 y C62.22.
- Cada unidad de pararrayo será del tipo de óxido de zinc sin entre hierro (gapless), tipo estación con cubierta polimérica. Las características de los pararrayos de lado de alta, media y baja tensión del transformador de potencia y las protectoras de los pararrayos no excederán los máximos valores de la siguiente tabla:

PARARRAYOS			
Descripción	Lado de Alta 34.5 kV	Lado de Media 13.8 kV	Lado de Baja 6.9 kV
Tipo	Estación		
Clase de pararrayos	Óxido metálico sin entre hierro		
BIL (kV)	200	110	95
Clasificación del ciclo de trabajo (kV rms)	36	12	9
Voltaje máximo continuo de operación (MCOV) (kV rms)	29	10.2	7.65
Capacidad de sobre voltaje temporal a 1 seg (kV rms)	41.4	14.5	10.9
Voltaje de descarga máxima a 0.5 $\mu$ s (kV)	97.0	35.1	27
Nivel máximo de protección a onda de maniobra a 500 A (kV)	68.6	24.0	18.0
Voltaje máximo de descarga para 8 x 20 $\mu$ s a 10 kA (kV)	86.5	30.3	22.7
Capacidad de alivio de presión (kA rms simétricos)	40	40	40
Capacidad de resistencia a alta corriente (kA rms)	46	46	46

- Cada unidad de pararrayo deberá ser suministrado con un contador de descarga, un ciclómetro de cuadrante y medición de corriente de fuga. El contador deberá montarse al nivel del ojo y la sub-base de cada pararrayo, deberá suministrarse con el cable entre el pararrayos y el contador. El conductor desde la parte inferior del descargador de sobretensión debe estar aislado hasta llegar al contador de descarga y en ningún momento puede tener contacto con la carcasa del transformador.
- Cada unidad de pararrayos portará una placa del fabricante, la misma debe ser anticorrosiva y pegada en el extremos superior de la fundición, indicando la información especificada en las normas ANSI IEEE, C62.11 y C62.22.
- Cada unidad de pararrayo deberá ser auto soportado y tener una unidad aislante entre la parte inferior de la unidad del pararrayo y la base del montaje de fundición o equivalente.
- Luego del ciclo de trabajo, cada unidad de pararrayo debe mantenerse intacta (no debe ser necesario el mantenimiento) y no debe haber resultado de acciones químicas.

- g. Cada unidad de pararrayo deberá ser montado adyacente a los terminales (pasamuros) de alto, medio y bajo voltaje.

### 3.1.9 Conectores

**EL CONTRATISTA**, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- a. Los conectores de terminales de los pasamuros de porcelana (para alta, media y baja tensión) deberán ser del tipo, plano NEMA 4 huecos y los conectores de pasamuros del neutral (para media tensión) deberán ser compatibles para cable de calibre 4/0 AWG a 500 MCM de cobre.
- b. **EL CONTRATISTA** debe suministrar los conectores para las terminales de los pararrayos, con la compatibilidad para la conexión de cable de calibre 4/0 a 500 MCM de cobre.
- c. **EL CONTRATISTA** debe suministrar los conectores para la conexión a tierra del tanque del transformador, con la compatibilidad para la conexión de cable de calibre 2/0 a 4/0 AWG de cobre.

### 3.1.10 Circuitos de Control, Energía Auxiliar y Monitor de Alarma.

Los circuitos de energía y control deberán ser compatibles para operar con el suministro de energía de ENSA como se describe a continuación:

- a. Los circuitos de control y los contactos serán de aislamiento de 600 V.
- b. El control deberá ser apto para operar en 125 V DC.
- c. El control monofásico deberá ser capaz de operar en 120 V A.C para frecuencia de 60 Hz.
- d. La alimentación del motor será monofásica, capaz de operar a 120/240 V A.C. para frecuencia de 60 Hz.
- e. Todos los contactos, las protecciones mecánicas y dispositivos de los transformadores deben ser aptos para operar con un voltaje de 125 V D.C.
- f. No se permitirán convertidores o inversores de voltaje para la alimentación de equipos y señales de control.

**EL CONTRATISTA** debe garantizar que el transformador incluirán un monitor de alarma de estado sólido, con microprocesador, montado y alambrado en el gabinete de control. El monitor de alarma debe contar con un puerto de comunicaciones Ethernet con protocolo DNP3 sobre TCP. El monitor de alarma debe contar con 30 entradas (como mínimas) y recibir todas las alarmas de las protecciones mecánicas, alarmas de sistema de ventilación, supervisión de voltajes, etc.

Se empleará un equipo SEL 2414, para recibir todas las señales del transformador (analógicas y digitales) mediante dieciocho entradas digitales, tres salidas digitales, ocho entradas analógicas (4 a 20 mA) y cuanto entradas para transformadores de corriente a 5 amperios. Número de parte 241421A1ADA5X851841.

CARACTERÍSTICAS			
Descripción		Entrada Digital 125 VDC	Entrada Analógica 4 – 20 mA
Indicador de nivel de aceite		1	1
Deshumidificador		2	1
Temperatura de aceite		1	1
Temperatura de devanados	AT	1	1
	MT	1	1
	BT	1	1
Relé de presión súbita		1	-
Dispositivo de alivio de presión		1	-
Relé Buchholz		1	-
Abanicos	Etapa 1	1	-
Alimentación DC		1	-
Alimentación AC		1	-
Anunciador de alarmas		1	-
SEL 2414		1	-
Temperatura de aceite superior		-	1
Temperatura ambiente		-	1
<b>Total de Entradas</b>		<b>15</b>	<b>8</b>
		Salida Digital 125 VDC	
Abanicos	Etapa 1	1	
<b>Total de Salidas</b>		<b>1</b>	

### 3.1.11 Aceite Aislante

El aceite para suministrar con el transformador de potencia, debe ser refinado con ácido inhibido contra la oxidación. El inhibidor deberá ser DBPC (Diterciario Butil Para Cresol) en la cantidad de 0.3 %  $\pm$  0.03 % por peso. El aceite aislante deberá reunir todas las características eléctricas, físicas y químicas de acuerdo con la última versión de la norma ASTM D3487.

**EL CONTRATISTA** deberá realizar todas las pruebas electro fisicoquímicas al aceite, incluyendo el análisis cromatográfico de los gases disueltos en el aceite. Todos los resultados de dichas pruebas deberán ser sometidos a la revisión y aprobación de **ENSA**.

El transformador de potencia deberá ser suministrado con la cantidad de aceite necesario, para llenar el nivel normal del líquido (puesto en operación), previniendo y solventando las pérdidas de aceite, que son habituales durante la instalación en campo. **EL CONTRATISTA** suministrará los datos técnicos del aceite aislante.

Es responsabilidad de **EL CONTRATISTA** que el aceite no se contamine desde su punto de partida hasta su llegada a la SE HE. Debe ser provisto y embarcado en tanques no retornables.

### 3.1.12 Sistema de Preservación de Aceite

El transformador de potencia deberá contar con un tanque conservador con membrana, para la preservación del aceite. El mismo contará con las siguientes características:

- El tanque conservador con membrana deberá ir montado en el tanque principal, sin que se requiera una fundación adicional o separada del tanque principal.
- EL CONTRATISTA** deberá suministrar una válvula entre la membrana y el tanque conservador para el proceso de vacío.
- EL CONTRATISTA** deberá suministrar un (1) Relé Buchholz detector de la presión, el cual debe contar con contactos para alarmas y disparos. Este relé irá montado en la tubería de aceite, la cual se encuentra en el tope del tanque principal y va en dirección hacia el tanque conservador.
- EL CONTRATISTA** debe suministrar todas las válvulas y tuberías necesarias para drenar aceite al relé Buchholz, desde el nivel del suelo donde sea instalado el transformador de potencia. Como a su vez, se debe suministrar todas las válvulas y tuberías necesarias para drenar el relé de presión desde el nivel del suelo.
- EL CONTRATISTA** debe suministrar un deshumidificador para el tanque conservador del transformador. Este dispositivo debe ser regenerativo, con válvula y para alimentación de 125 V D.C. Debe contar con contactos de alarma de falla de alimentación, sensor de calefacción y salida de 4-20 miliamperios (mA). Todos los filtros deben ser de acero inoxidable.

### 3.1.13 Sistema de Enfriamiento, Equipos de Enfriamiento y Control

**EL CONTRATISTA** debe suministrar un (1) transformador de potencia, con su sistema de enfriamiento automático. Este sistema de enfriamiento debe ser la siguientes características:

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			
Tipo de Enfriamiento			Capacidad en MVA
Auto enfriado/Aire	ONAN	100% Auto enfriado	7.95
Aire/Forzado	ONAF1	133% Primer juego de abanicos	9.375

Como parte de los diferentes equipos de enfriamiento y control, **EL CONTRATISTA** debe considerar que:

- Los intercambiadores de calor serán desmontables y con válvulas de cierre. Estos intercambiadores estarán separados en varios grupos que deben estar completamente aislados entre sí. **EL CONTRATISTA** debe indicar el número estimado de grupos.
- EL CONTRATISTA** debe indicar el número estimado, el tamaño y la carga normal de los ventiladores.

- c. Los equipos de enfriamiento y control deberán tener la opción de conexiones en borneras para ser controlados por comandos remotos, esto aplica para su encendido y apagado.
- d. El control automático de los equipos, deberá actuar por temperatura del devanado. Por lo cual debe incluir:
  - Arranque del primer juego de ventiladores.
  - Actuación de los contactos de alarma por temperatura.
  - Inicio de los disparos de los interruptores.

### 3.1.14 Servicios Auxiliares.

Los servicios auxiliares de corriente alterna, provienen de un transformador monofásico convencional dentro de las instalaciones con voltaje 7,620 / 120-240 V AC.

### 3.1.15 Cables de Control y Potencia Reducida.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar cables de calibre No. 12 AWG para ser utilizados como cables de control y cables de calibre No. 8 AWG para ser utilizados como cables de potencia reducida. Los cables que se utilizarán como control y potencia reducida deben tener aislamiento para 600 V.

El cableado de los tableros será hecho con conductores trenzados y flexibles de cobre estañado No. 12 AWG (como mínimo) con aislamiento de polietileno reticulado. **ENSA** no podrá aceptar otro tipo de material, al descrito.

Para los transformadores de corriente (CT) y de potencial (PT) deberán utilizarse cables de cobre con un calibre No. 10 AWG (como mínimo). Cualquier calibre de conductor menor al de 10 AWG no será aceptado.

Todos los cables deben estar claramente identificados por medio de marcadores. Cada extremo de conductor deberá estar debidamente identificado con el punto de regleta y dispositivo donde se va a conectar. Las borneras de interconexión deben ser de tipo tornillo, para ser utilizadas con terminales de cerrado tipo ojo. Estas borneras deben soportar una corriente de 30 a 50 A y su construcción y conexión debe ser robusta.

El gabinete de control deberá contar con un tomacorriente polarizado, iluminación e interruptores para el encendido de las luminarias. Las puertas del gabinete de control del transformador no deben contar con ventanas. Todos estos accesorios deben contar con su respectiva caja no metálica para cubrir las partes energizadas expuestas.

Las borneras de interconexión para las señales de los transformadores de corriente (CT) deben ser marca General Electric, modelo EB27B06SC, para ser utilizadas con conectores cerrados tipo ojo (las mismas deben ser corto circuitables con sus respectivos tornillos). El resto de borneras deben ser de la marca General Electric, modelo IKU12C, del tipo tornillo. Las terminaciones deberán ser hechas con terminales tipo ojo.

Las láminas de interconexión para la continuidad común entre los puntos, deben contar con 6 puntos y las mismas deben ser robustas y de ambiente tipo intemperie con la finalidad que no se cristalicen. La lamina para cortocircuitar en las regletas, deberá estar aterrizada.

La conexión de los conductores a las borneras, deberán ser efectuadas por medio de terminales aisladas tipo anillo, a menos que **ENSA** indique lo contrario.

### 3.1.16 Operación en Paralelo y Nivel de Ruido

El suministro del transformador de potencia, propuesto por **EL CONTRATISTA**, debe tener la posibilidad u opción de operar de forma paralela con otro transformador de iguales características, en caso de contingencias o traspasos de cargas. Su diseño y posterior construcción debe ser capaz de garantizar que, los niveles de ruido (medidos bajo condiciones y procedimientos normales), no excedan los límites establecidos en la norma NEMA TR-1.

El transformador debe operar  $\pm$  cinco por ciento (5%) de su frecuencia nominal, de forma silenciosa y sin vibraciones excesivas, bajo cualquier condición de carga.

### 3.1.17 Pérdidas Eléctricas y Certificación de las Pérdidas

**EL CONTRATISTA**, deberá hacer llegar a **ENSA** un documento donde se garantice la pérdida eléctrica en el cobre del transformador que suministrará, para las capacidades de ONAN, ONAN/ONAF1 y ONAN/ONAF1/ONAF2. La temperatura de referencia estándar para las pérdidas bajo carga debe ser de 85° C y sin carga deberá ser de 20 °C, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.00.

**EL CONTRATISTA**, deberá considerar que las pérdidas a la máxima capacidad del transformador a suministrar (9.375 MVA) serán evaluadas de la siguiente manera.

VALORIZACIÓN DE PÉRDIDAS		
Pérdidas en el cobre	Pérdidas en el núcleo	Pérdidas en equipos auxiliares
B/. 7,007.58 por kW	B/. 10,459.07 por kW	B/. 2,161.68 por kW

El valor obtenido de las pérdidas, será adicionado al precio ofrecido. **EL CONTRATISTA**, deberá presentar a **ENSA**, el “Certificado de las pérdidas técnicas del transformador de potencia” (adjunto en el proceso de licitación) firmado por un representante de la empresa fabricante. Las pérdidas garantizadas deben ser a potencia nominal. Para efectos de evaluación de las pérdidas, se tomará como referencia el voltaje nominal.

En caso que las pérdidas reales en el cobre, núcleo y equipos auxiliares relacionadas al transformador de potencia a suministrar, excedan los valores de pérdidas técnicas que se garantizan en el documento “Certificado de las pérdidas técnicas del transformador de potencia”, los excedentes o la diferencia entre lo garantizado versus lo real, serán valorados bajo los mismos parámetros descritos en la tabla “Valorización de Pérdidas” y el monto resultante será deducido de la primera factura que se presente, posterior del conocimiento a esta irregularidad.

### 3.1.18 Accesorios y Otros Equipos.

El transformador de potencia, suministrado por **EL CONTRATISTA**, deberá tener una escalera metálica (tipo jaula) fija al tanque del transformador, mediante soldadura o pernos, donde su primer



escalón inicie en la parte inferior del tanque y su último escalón finalice en la parte superior del mismo. Estos escalones deberán ser corrugados y la escalera deberá tener la opción para colocar cualquier tipo de candado, con la finalidad de evitar el acceso de personal no autorizado.

### 3.1.19 Pintura del Transformador

**EL CONTRATISTA** debe garantizar que la pintura para el transformador de potencia de 9.375 MVA a suministrar, pueda soportar las condiciones tropicales de alta temperatura, gran porcentaje de humedad y ambiente altamente contaminado, propicio al enmohecimiento, corrosión, alto contenido de salinidad y la fungosidad. Alguno de los datos característicos que debe soportar la pintura son:

- Temperatura media diaria: 30 °C
- Temperatura máxima: 40 °C
- Temperatura mínima: 15 °C
- Humedad relativa ambiente: 90%
- Altitud menor a 1.000 m

La pintura aplicada debe cumplir con el espesor de película de 240 micrones y adherencia del 100% con la norma ASTM D 3359 5B o 5A por mínimo. La capa antideslizante se aplicará únicamente sobre la tapa de la cuba y se debe aplicar pintura antideslizante en la escalera del transformador.

La superficie exterior del transformador será pintada con una capa de base anticorrosiva, luego de dos capas intermedias y luego una tercera capa de acabado. La pintura por utilizar será de la mayor calidad en lo que respecta al pigmento y será aplicada luego de una rigurosa preparación de la superficie previamente limpiada y tratada con inhibidores del óxido. El método de pintado de los radiadores será el mismo que el aplicado en la cuba. Los mismos serán galvanizados en caliente.

Cuba				
	Descripción	Capa	Espesor final de capas	Color
Exterior	Capa primaria	Epoxi rica en zinc	60 micrones	Gris
	Capa intermedia	Epoxi ferrosa	100 micrones	Gris
	Capa antideslizante para la capa de cuba	Resina epoxi	-	Gris
	Capa acabado	Esmalte de poliuretano	80 micrones	ANSI 70 (Gris Ligero)
Radiadores				
Exterior	Capa primaria	Galvanizado por inmersión en caliente	60 micrones	
	Capa intermedia	Epoxi ferrosa	100 micrones	Gris
	Capa acabado	Esmalte de poliuretano	80 micrones	ANSI 70 (Gris Ligero)

### 3.2 Requisitos Generales.

Los requisitos generales son complementarios y dependientes de los requisitos específicos. En caso de surgir conflictos entre la interpretación de ambos requisitos (generales y específicos), **EL CONTRATISTA** debe informar a **ENSA** la situación de discrepancia, para que entre ambas partes tomen la decisión que satisfaga a ambas empresas.

A continuación, se describen algunos requisitos generales:

- a. El transformador de potencia debe incluir una placa de acero inoxidable, donde se aprecien los datos característicos del mismo. Esto de acuerdo con la última edición de la norma ANSI C.57.12.00. El número del contrato debe ser indicado en esta placa.
- b. **EL CONTRATISTA** suministrará e incluirá en el precio de su oferta un (1) juego completo de cualquier herramienta especial, llave o equipo requerido para el montaje o desmontaje del transformador. Cualquier accesorio o artículo que sea regularmente suministrado para la manipulación, mantenimiento o uso con esta clase de aparatos y no haya sido explícitamente especificado en este documento; será suministrado por **EL CONTRATISTA** e incluido en el precio de oferta final.
- c. El color de pintura del transformador y sus equipos deben ser sometidos a aprobación. **EL CONTRATISTA** debe suministrar un galón de la pintura aprobada, para futuros retoques.
- d. Toda porcelana debe ser de color gris.
- e. **EL CONTRATISTA** debe suministrar una caja desmontable para usarse a la intemperie, donde se encuentren todos los alambrados de control, potencia reducida, cables secundarios de los CT, relés u otros dispositivos de alarmas.
- f. El transformador de potencia debe contar con un indicador de nivel de líquido con contactos de alarma para bajo nivel de aceite.
- g. Las uniones energizadas y los empalmes deben ser soldados o hechos con conectores de compresión, para que la resistencia de contacto permanezca invariable durante la vida útil del transformador.
- h. **EL CONTRATISTA** debe instalar calentadores. Los mismos deben ser adecuados en el gabinete de control para evitar condensación. Estos calentadores deben tener una barrera protectora para seguridad del personal.

#### 3.2.1 Normas

Los equipos deben estar diseñados de acuerdo con las últimas ediciones de las normas ANSI, NEMA, IEEE, EIA, ASTM, AISI, a la firma del Contrato. **EL CONTRATISTA** se debe regir bajo las normas de los Estados Unidos de América, **ENSA** solo aceptará normas o códigos de otros países, si y solo si sus especificaciones son equivalentes o superan a la de los Estados Unidos de América.

### 3.2.2 Transformadores de Corriente – Tipo Barra Pasante

Todos los transformadores de corriente deberán ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo con la última edición de las normas ANSI C57.13 y C57.13.1. Los terminales secundarios de los transformadores de corriente deberán ser entregados, colocando los conductores de conexión de los pasamuros del primario, secundario y terciario, separados desde cada pasamuros al gabinete principal de terminales. Estos deben ser conectados en bloques terminales del tipo cortocircuito.

**EL CONTRATISTA**, deberá garantizar la separación física entre los terminales primario, secundario y terciarios, dentro del gabinete principal de terminales. Las curvas de excitación para cada razón del transformador de corriente, deberán ser suministradas para la revisión y posterior aprobación por parte de **ENSA**. Los transformadores de corriente deberán incluir las curvas de razón y de ángulo de fase.

**EL CONTRATISTA**, deberá incluir las provisiones para la remoción de los transformadores de corriente sin necesidad de remover las cubiertas de los tanques.

### 3.2.3 Núcleo y Devanados

**EL CONTRATISTA** deberá garantizar que el núcleo y los devanados cuenten con las siguientes características:

- a. El material del núcleo debe ser de “acero al silicio” de prolongado envejecimiento y de alta permeabilidad, formado por láminas delgadas propiamente reconocidas después de cortadas y deben tener bordes lisos.

Ambos lados de cada hoja deben ser cubiertos con una película de esmalte resistente al calor o con barniz tratado en horno. Las laminaciones deben ser ensambladas de tal forma que queden bien ventiladas y eviten zonas de recalentamiento, para obtener una distribución uniforme y simétrica del campo magnético, como a su vez permitir el mantenimiento y desmantelamiento. El núcleo debe ser cuidadosamente ensamblado y rígidamente anclado para asegurar una adecuada rigidez mecánica y una mínima vibración bajo todas las condiciones de operación.

- b. El acero al silicio, debe ser laminado en frío, de granos orientados según ANSI M-7X o mejor, especialmente adecuado para usar en núcleo de transformadores. El revestimiento de la superficie de acero, debe tener una resistencia de al menos 30  $\Omega$  (ohm) por centímetro cuadrado por lámina, cuando este inmerso en aceite a temperatura de 100 °C y una presión de 1,000 psi, según la última norma aplicable de ASTM A-344 para núcleos inter laminados.
- c. **EL CONTRATISTA**, debe suministrar cintas, correas de puesta a tierra o un conductor flexible con el propósito de conectar a tierra el núcleo. Este suministro debe ser de fácil acceso para realizar la conexión de puesta a tierra del aislamiento del núcleo y para las pruebas.
- d. Los devanados deben ser de cobre, moldeados y fijados tomando en cuenta los efectos de contracción y expansión, producidos por los cambios de temperatura y tener aislamiento de alta rigidez dieléctrica – mecánica. Arreglados en forma que permitan la libre circulación del aceite y con barreras internas. Al final de los devanados, debe agregarse aislamiento extra para protección contra disturbios en la línea exterior. Los devanados deberán ser fijados adecuadamente para evitar la abrasión en el aislante y la distorsión.

- e. El núcleo debe ser conectado al tanque a través de un conector desmontable. Posteriormente debe ser puesto a tierra con el conductor adecuado.

### 3.2.4 Tanque del transformador de potencia

**EL CONTRATISTA**, deberá garantizar que el tanque del transformador de potencia cuente con las siguientes características:

- a. **EL CONTRATISTA** y su fabricante, deben dejar provisiones para tener acceso al núcleo y a los devanados. El tanque debe diseñarse y construirse para resistir una presión de 125% de la máxima presión en operación y para completo vacío.
- b. El tanque del transformador de potencia debe ser construido de forma robusta y estar hecho de acero a prueba de fugas de aceite. En caso de utilizar uniones empernadas, las mismas deben ser a pruebas de fugas de aceite por medio de bridas y empaques resistentes al aceite. Estos empaques deben ser hechos de un material que no se deterioren bajo las condiciones del servicio.
- c. El tanque del transformador de potencia debe estar provisto de cámaras con tapas, para brindar fácil acceso a la parte inferior de todos los pasamuros y a la sección superior de las bobinas. Se deben instalar plataformas de acero (36 cm de altura mínima) en el tanque, para permitir levantar el transformador con gatos. Se deben instalar pernos de ojo u orejas (lugs) para levantar las partes esenciales del transformador, como a su vez todo el transformador. Deben instalarse guías para los devanados y el núcleo dentro del transformador, para facilitar la extracción o introducción dentro del tanque.
- d. **EL CONTRATISTA** debe suministrar el tanque del transformador de potencia, con un dispositivo de alivio de presión de tamaño adecuado, para protegerlo contra explosiones internas, debido a arqueos bajo la superficie del aceite. Este dispositivo de alivio debe diseñarse para minimizar la descarga de aceite y la entrada de aire o agua después que el tanque sea manipulado. Debe ser del tipo auto restablecimiento mecánico, con contactos de alarma (tipo C), para monitorear mediante indicadores claramente visibles desde el suelo.
- e. Todas las válvulas de aceite del tanque del transformador de potencia deben ser diseñadas para ser utilizadas con aceite aislante y caliente, sin permitir fugas. Deben ser instaladas con la posibilidad de ser operadas desde el suelo. **EL CONTRATISTA** debe suministrar:
  - Válvula para drenar el tanque de forma completa.
  - Válvula para muestreo de aceite en la parte inferior del tanque.
  - Válvula para conectar una máquina tipo filtro que es propiedad de ENSA (superior e inferior)
  - Válvula para aislar cada conexión de aceite, para y desde los radiadores.
  - Válvula para drenar el aceite de los radiadores.
  - Válvula para monitor de DGA.

- f. El tanque del transformador de potencia debe poseer ventanillas u otro dispositivo ubicado en la parte superior del tanque, para el escape de aire cuando este siendo llenado con aceite y/o nitrógeno.
- g. La tapa del transformador debe ser empernada y contar con medios de anclaje para que el personal pueda anclar su equipo de protección personal (EPP).

### 3.2.5 Radiadores, Válvulas y Abanicos.

**EL CONTRATISTA**, deberá garantizar que los radiadores, válvulas y abanicos cuenten con las siguientes características:

- a. El diseño y construcción de los radiadores y en particular de los tubos refrigerantes o aletas, deben ser de forma tal, que no existan cavidades o áreas que permitan la acumulación de humedad o corrosión.
- b. Los radiadores deben ser diseñados para soportar la misma presión y condiciones de vacío que el transformador de potencia.
- c. Todos los radiadores deben ser diseñados para soportar el transporte por tierra y por mar. Deben empacarse en cajas, evitando daños a los tubos o aletas.
- d. Todas las tuberías de conexión deben tener válvulas individuales para dar una indicación real de la posición (abierta o cerrada). También se requieren drenajes en el fondo de cada radiador por medio de válvulas tipo globo.
- e. Los abanicos deben estar provistos con rejillas, barandas o mallas protectoras para prevenir contactos con el personal.
- f. El alambrado de los motores de los abanicos debe ser instalado en una tubería flexible y adecuada para su uso exterior. Estos cables deben ser instalados en una regleta ubicada en cajas de paso ubicadas cerca de los motores.

### 3.3 Accesorios y Repuestos

**EL CONTRATISTA** debe garantizar que todas las aplicaciones o programas computarizados, relacionados a los accesorios y repuestos, deben poseer licencias gratuitas. **EL CONTRATISTA** debe suministrar los siguientes accesorios y repuestos:

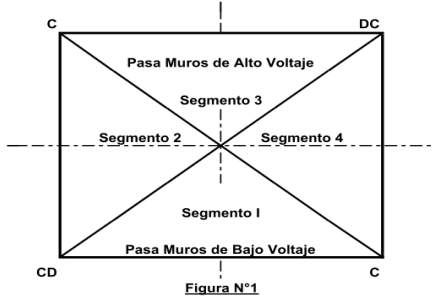
ACCESORIOS	
A	Dispositivo de alivio de presión (sobrepresión) con contactos de alarma y disparo.
B	Indicador de nivel de líquido con contactos de alarma por bajo nivel de aceite y disparo por mínimo nivel de aceite
C	Indicador digital de temperatura de devanados a través de un equipo de la marca SEL modelo 2414 con contactos para arranque de abanicos, con contactos de alarma, de disparo y salidas de 4 a 20 mA, para monitoreo remoto de temperatura, con puerto de

	comunicaciones por fibra óptica, RS-485 y Ethernet con protocolo DNP 3.0 sobre TCP, con sensor de entrada PT100.
D	Indicador digital de temperatura de líquido con contactos de alarma y disparo, además de salida de 4 - 20 mA para monitoreo remoto de la temperatura, con puerto de comunicaciones Ethernet con protocolo DNP 3.0, con sensor de entrada PT 100.
E	Indicador analógico de temperatura de líquido con contactos para arranques de abanicos, con contactos de alarma y disparo.
F	Indicador de fallo y arranque de abanicos, con contactos de alarma.
G	Relevador por falla de presión con contactos de alarma y disparo, con mecanismo de relevador para sellado (seal-in) y con interruptor de reposición.
H	Válvula de presión completa tipo globo drenaje, filtro y dispositivo para toma de muestras de aceite.
I	Conexión con válvulas para llenado, vacío, recirculación, toma de muestra de aceite.
J	Válvula para la prueba de presión
K	Contadores de descarga para los dispositivos de sobretensión
L	Relevador de sobrecarga para los motores de los abanicos
M	Interruptor selector manual/automático para permitir la operación manual de los abanicos
N	Relé Buchholz
O	Relevador de bajo voltaje (27) AC y DC con contactos para alarma en los circuitos de control
P	Relés de supervisión de voltaje
Q	Los medidores o indicadores digitales de temperatura de aceite, temperatura de devanado y nivel de aceite, deberán tener una salida de 4-20 mA en voltaje D.C.
R	La base del gabinete de control del transformador debe contar con agujeros para la entrada de 3 tuberías de 4" (pulgadas) y 1 tubería de 2" (pulgadas), para el alambrado de las señales de control y comunicación.
S	Silica gel auto regenerativa
T	Medidor de temperatura ambiente

REPUESTOS		
ID	Descripción	Cantidad
A	Kit Completo de Abanico (incluye motor)	1
B	Aislador pasamuros de 15 kV	1
C	Aislador pasamuros de 34.5 kV	1
D	Aislador pasamuros de 46 kV	1
E	SEL 2414	1
F	Indicador digital de temperatura de devanado	1
G	Indicador digital de temperatura para el aceite	1
H	Relé Buchholz	1
I	Monitor de alarmas	1

### 3.3.1 Ubicación de los accesorios

De acuerdo con la norma ANSI C57.12.00 y ANSI C57.12.10 (la que sea aplicable), la ubicación de los accesorios debe ser de la siguiente manera:

UBICACIÓN DE ACCESORIOS		
Referencia	Ubicación	Accesorio
<p>Figura No. 1</p>  <p>Figura N°1 Transformador de Potencia Localización de Accesorios</p>	Segmento 1	Válvula de drenaje y filtraje
	Segmento 1	Indicador de nivel de líquido
	Segmento 1	Medidor de presión - vacío
	Segmento 1	Indicador de temperatura de líquido
	Segmento 1	Placa de características
	Segmento 4	Equipo de control de los ventiladores
	Segmento 1	Válvulas de drenaje y filtraje
	C	Instalaciones para levantar transformador con gato
	D	Punto de conexión a tierra
	Segmento 2	Tanque de expansión

Nota: No se permitirá colocación de equipos eléctricos debajo del tanque conservador.

### 3.4 Manuales y Planos

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar dos (2) copias impresas y una (1) en medio digital (CD) en formato PDF, de libros instructivos que contengan las instrucciones completas para todos los equipos y accesorios, detallando su instalación, operación, programación y mantenimiento. Cada libro instructivo debe estar encuadernado con doble anillo para reforzar su manipulación y debe presentar una cubierta plástica con el nombre del proyecto y suministro brindado. **EL CONTRATISTA** debe respetar lo descrito en el capítulo III - Condiciones Especiales sobre el idioma de todo documento entregado a **ENSA**.

La cubierta plástica de cada manual entregado debe tener la siguiente información:

- Nombre de la Subestación
- Número del Contrato
- Capacidad, N° de serie, año de fabricación y otros datos de placa del transformador
- Datos para contacto con **EL CONTRATISTA** y su Fabricante.

**EL CONTRATISTA**, debe suministrar los siguientes planos:

PLANOS	
ID	Descripción
A	Características de los transformadores de corriente (CT) para su uso o servicio con los relés, de acuerdo con la sección 6.10.2 de la norma ANSI C57.13, en lo que concierne al requisito de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Exactitud, Corriente de tiempo corto (mecánicas y térmicas), Resistencia del devanado secundario entre los terminales secundarios, Curvas típicas de excitación</li> </ul>
B	Placa de transformador suministrado por el fabricante
C	Plano general del transformador con datos característicos
D	Plano delineado de los pararrayos y características de funcionamiento de cada uno
E	Plano delineados de los terminales de porcelana (pasamuros) de cada clase
F	Diagramas esquemáticos de conexiones para los transformadores de corriente (CT), relevadores auxiliares, equipos de enfriamiento y calentadores
G	Diagramas de alambrado de los circuitos de control de los equipos de enfriamiento
H	Plano de las vigas de asiento con detalles
I	Plano de la parte activa, del núcleo, del tanque conservador del transformador (con detalles interno-externo y arreglo de tuberías)
J	Curva características de protección de los pararrayos
K	Elevación, planta y secciones del transformador

### 3.5 Pruebas

#### 3.5.1 Pruebas e Inspecciones de Fábrica

**EL CONTRATISTA** debe realizar las siguientes pruebas e inspecciones de fábrica:

- Los transformadores de potencia y los equipos accesorios, deberán ser probados para corroborar y garantizar que cumplen con las condiciones específicas de rendimiento y capacidad. El reemplazo de las piezas dañadas también deben ser probadas.
- Todas las pruebas de fábrica serán realizadas en presencia de representantes de **ENSA** o por sus representantes autorizados. **ENSA** es la única empresa que puede autorizar la continuación de dichas pruebas, sin la necesidad de que exista representantes presentes de **ENSA** o agentes autorizados. El fabricante deberá suministrar un aviso por escrito por lo menos tres (3) semanas de anticipación con respecto al programa de las pruebas.
- Todas las pruebas eléctricas, computarizadas y mediciones se harán de acuerdo con las últimas revisiones de las normas ANSI C57 y NEMA TR1. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar a **ENSA**, el reporte de las pruebas con reproducciones exactas de todos los datos que se obtengan en el momento de su ejecución.
- La aceptación o rechazo de las pruebas o sus resultados, no exime a **EL CONTRATISTA** de su responsabilidad por la entrega del resto de materiales, suministros, equipos y accesorios, objeto de este Contrato.



- e. A cada aislador pasante (pasamuros), se le debe realizar una prueba en seco a la frecuencia de servicio y otra del factor de potencia, de acuerdo con la última revisión de la norma ANSI C76.2
- f. Los equipos que debe suministrar **EL CONTRATISTA**, deberán cumplir con las normas NEMA relacionadas al nivel aceptado de ruido.
- g. **EL CONTRATISTA** y su fabricante, deberán suministrar dos (2) copias de las curvas de relación calculadas o típicas, a 25 VA de carga, 5 A y curvas de corriente de excitación para cada derivación, relacionadas al diseño de los transformadores de corriente (CT).
- h. **EL CONTRATISTA** y su fabricante, deberán brindar acceso a personal de **ENSA** para ingresar a las instalaciones donde se construirán, prepararán, fabricarán, ensamblarán todos los materiales y equipos objeto de este Contrato.
- i. Antes de ser colocados en el tanque, **EL CONTRATISTA** y su fabricante deberán enviar a **ENSA** videos y fotos, de la instalación del núcleo y los bobinados del transformador, para que personal de **ENSA** pueda evidenciar y autorizar. (En caso de no realizar visita para esta inspección).
- j. **EL CONTRATISTA** y su fabricante, deberán proveer dos (2) juegos de fotografías de tamaño 8"x10" del núcleo y de las bobinas del transformador. Estas fotografías deberán ser tomadas desde diferentes ángulos o puntos de vista, con la finalidad que se aprecien los detalles de la construcción y el arreglo del bobinado.

### 3.5.2 Secuencias de Pruebas

**EL CONTRATISTA** y su fabricante deberán acatar el siguiente orden o secuencia de pruebas. En caso que **EL CONTRATISTA** o su fabricante deseen realizar cambios a las mismas, deberán realizar una solicitud por escrito, con anticipación a la ejecución de las mismas. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar un documento que contenga la metodología de cada prueba, la norma con la cual será aplicada y los resultados esperados, para que **ENSA** pueda revisar y emitir comentarios de aceptación o rechazo.

SECUENCIA DE PRUEBAS		
Orden	Pruebas	Descripción de Prueba
1		Se debe realizar muestra de aceite antes del inicio de las pruebas, para realizar un análisis químico y dieléctrico. De esta manera se podrá verificar si las características del aceite cumplen con los requisitos de las normas antes mencionadas.
2		Prueba de factor de potencia del aislamiento y medición de capacitancia del transformador y pasamuros C1 y C2
3		Prueba de resistencia de aislamiento entre los devanados y tierra (masa)
4		Medición de pérdidas de Vatios (V) en los pararrayos
5		Prueba de corriente de excitación a 10 kV

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DISEÑO, FABRICACIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y REPUESTOS DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1-HE\_1

6		Resistencias óhmicas en frío de todos los devanados. En todas las conexiones de derivaciones
7		Relación de transformación de todos los devanados. En todas las conexiones de derivaciones
8		Polaridad o secuencia de fases
9		Pruebas dieléctricas
10		Se debe realizar muestra del aceite antes y después de las pruebas dieléctricas, para realizar un análisis cromatográfico.
11	Pruebas de impulso	Se debe realizar prueba de impulso. Las mismas deben preceder a las pruebas de baja frecuencia
12		Prueba de potencial aplicado
13		Prueba de voltaje inducido y descargas parciales
14		Pérdida sin carga y corriente de excitación a 90%, 100% y 110% de la capacidad de voltaje
15		Pérdidas bajo carga e impedancia
16		La temperatura de referencia para la prueba de perdidas bajo carga, deberá ser de 85 °C, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.00
17		Impedancias de secuencia cero
18		Inspección mecánica.
19	Prueba de calentamiento (Heat Run)	<p>Se debe realizar muestra del aceite antes y después de las pruebas de calentamiento, para realizar un análisis cromatográfico.</p> <p>Las pruebas de calentamiento (heat run tests) deberán ser hechas en la posición de pérdida máxima en el que el tope de la capacidad ONAN, ONAN/ONAF (I-Etapa) y ONAN/ONAF/ONAF (II-Etapa).</p> <p>Los incrementos de la temperatura del punto caliente y el incremento en la temperatura del aceite superior, deberán declararse en el informe de prueba de fábrica. Las constantes del tiempo térmicas para la capacidad de auto enfriamiento y el enfriamiento forzado, como lo determinan las pruebas señaladas anteriormente, deberán ser informadas.</p> <p>La resistencia óhmica en caliente de todas las fases de todos los devanados, deberán ser medidas para las capacidades ONAN, ONAN/ONAF (I-Etapa) y ONAN/ONAF/ONAF (II-Etapa) al final de la prueba de temperatura.</p>
20		Medición de las pérdidas en el equipo de enfriamiento (ventiladores)
21	Prueba de estanqueidad	El tanque del transformador deberá someterse a la prueba de estanqueidad en forma aprobada, para determinar si hay escape de aire y/o aceite, estando lleno de aceite caliente. Se deberá tener la resistencia mecánica adecuada para que se lleve a cabo el llenado de aceite en vacío total.
22	Pruebas de ajuste a los accesorios	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajuste de la imagen térmica en los termómetros de los devanados de AT, BT y terciario</li> <li>2. Revisión de cableado</li> <li>3. Medición de la resistencia de aislamiento del secundario de los CT</li> <li>4. Prueba de polaridad de los CT</li> <li>5. Verificación de las relaciones de transformación de cada derivación de todos los CT</li> <li>6. Bornera de cortocircuito de los CT</li> <li>7. Sílica gel</li> <li>8. Motores</li> <li>9. Ventiladores</li> <li>10. Alarmas</li> <li>11. Relés</li> <li>12. Contadores de descargas</li> </ol>

		13. Etc.
23	Prueba de aislamiento del núcleo	Una prueba de la resistencia de aislamiento del núcleo respecto a tierra (tanque), deberá ser hecha al transformador antes de la salida de la fábrica, para así determinar la resistencia entre el núcleo y el tanque principal.  Esta medición se deberá realizar posteriormente en el sitio de obra, con el transformador lleno de aceite. De esta forma se podrá verificar que, durante el transporte, el núcleo no ha sufrido modificaciones en su posición respecto al tanque
24		Pruebas de nivel de ruido
25		Prueba de SFRA (análisis de barrido en frecuencia) con el transformador completamente armando. Además, realizar otra prueba de SFRA en la condición de transporte del transformador, antes de la salida de fábrica.

### 3.5.3 Pruebas de Aceite

**ENSA** realizará en la Subestación HE, pruebas de análisis físico – químico y cromatográficos del aceite. **EL CONTRATISTA** deberá realizar estas mismas pruebas para comparar y homologar los resultados de **ENSA** versus **EL CONTRATISTA**.

Para la prueba de análisis físico – químico, se debe tomar cinco (5) muestras de aceite en las siguientes etapas:

- Antes de introducir el aceite en el proceso de llenado normal
- Antes de energizar el transformador (aceite dentro del transformador)
- Después de 72 horas de energizado el transformador
- A los tres (3) meses de energizado el transformador
- A los doce (12) meses de energizado el transformador

### 3.5.4 Reportes y Resultados de Pruebas

Antes del embarque del transformador de potencia, **EL CONTRATISTA** debe suministrar dos (2) copias certificadas, de los reportes finales de pruebas. Estos reportes deben incluir todos los datos y resultados de las pruebas requeridas y mencionadas anteriormente, como también copia de los oscilogramas de voltaje y corriente, con sus magnitudes y calibraciones de tiempo.

En caso de existir una falla al momento de realizar alguna prueba, **EL CONTRATISTA** junto a su fabricante deben hacer un reporte adicional detallando lo sucedido, describiendo la falla, el método de detección o fotográfica y la medida correctiva tomada.

En caso que durante las pruebas en fábrica o pruebas en sitio de obra el transformador de potencia llegará a presentar fallas, **EL CONTRATISTA** está en la obligación de realizar nuevamente y sin costo adicional para **ENSA**, todas aquellas pruebas que se apliquen en la nueva unidad.

Todo aquel equipo que presente fallas durante las pruebas en fábrica o pruebas en sitio, no será aceptado por parte de **ENSA**. **EL CONTRATISTA** deberá realizar el reemplazo total del equipo que

presente desperfectos, por uno totalmente nuevo. Los escenarios descritos a continuación, sin limitarse a estos, son situaciones donde **EL CONTRATISTA** deberá realizar el reemplazo total del equipo afectado:

- a. Si ocurre una falla en alguno de los equipos, que comprometa la operación normal del transformador de potencia al momento de su energización y puesta en servicio.
- b. Si ocurre una falla repetitiva en alguno de los equipos. Esta situación impacta directamente el control de calidad del equipo que suministrará **EL CONTRATISTA** hacia **ENSA** y se considerará de alto riesgo energizar una pieza bajo este escenario.
- c. Si la magnitud y/o frecuencia de una falla, producida durante el periodo de pruebas en fábrica o pruebas en sitio, compromete y/o reduce la vida útil del equipo.

### 3.6 Embalaje y Transporte

El transformador de potencia debe ser transportado y trasladado en posición vertical, bajo presión positiva de nitrógeno seco u otro gas inerte adecuado. Al momento de transportar y trasladar el transformador de potencia, debe incluirse los manómetros, tuberías y válvulas para la reposición de la presión del gas, del tanque del transformador.

Durante el transporte y traslado desde el origen de fabricación, deberán instalarse los registradores de impacto (para los tres (3) ejes), con la finalidad de registrar continuamente mediante una gráfica, todos los pulsos dentro y fuera del rango o valores permitidos. Mientras el transformador se encuentre en el proceso de traslado, deberá poseer una coraza que lo proteja de cualquier tipo de daño y un mecanismo de tiempo con capacidad suficiente para la duración del traslado desde su salida de fábrica hasta su entrega en sitio de ejecución.

El transformador de potencia no será aceptado si el registrador de impacto, no está operando al momento de ser recibido por representantes de **ENSA**. **EL CONTRATISTA** deberá entregar copia del registro el mismo día de llegada del transformador a territorio panameño y otro al momento de entrega en sitio de ejecución.

Los radiadores, pasamuros, tuberías, alambrado y todos los accesorios desmontables deben ser empacados por separado para el transporte. **EL CONTRATISTA** debe suministrar el aceite en barriles o tanques que no se regresarán. Los mismos no deben estar intactos y el aceite no puede estar contaminado.

## 4 DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

**EL CONTRATISTA**, podrá encontrar los datos técnicos garantizados en el **Anexo 2** del proceso de esta licitación.

## 5 FOTOGRAFÍAS Y UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR ACTUAL

EL CONTRATISTA, puede localizar el transformador T1-HE-1 mediante la imagen 1, imagen 2 o el link de Google Maps descritos a continuación.

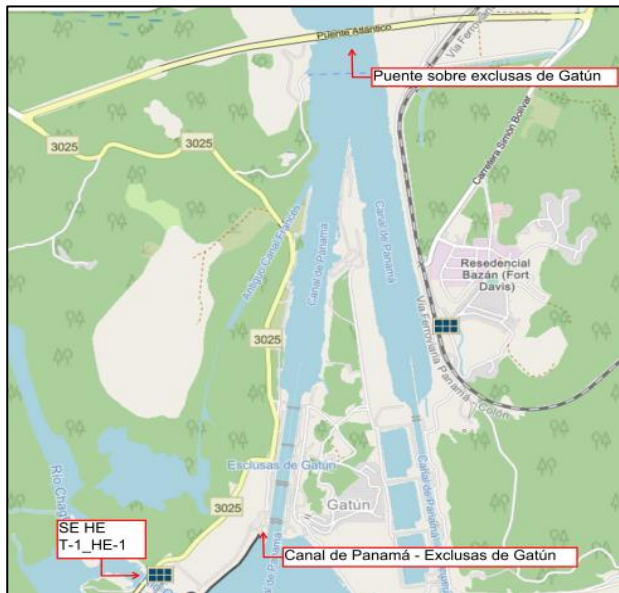


Imagen 1



Imagen 2

Link de Google Maps

<https://goo.gl/maps/pyezgGbGMsgDxkAj6>



**EL CONTRATISTA**, puede visualizar el estado del transformador T1\_HE-1 mediante las siguientes imágenes



Imagen 1



Imagen 2

## **6 DECLARACIÓN**

**EL CONTRATISTA**, declara que ha leído, tiene conocimiento y por tanto acepta todas y cada una de las secciones contenidas en las “Especificaciones Técnicas” y en señal de aceptación, firma el presente documento.

En la ciudad de Panamá, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Por **EL CONTRATISTA**,

\_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_