



**ENSA**

Departamento de normas

Especificación Técnica

**Transformador Tipo Sumergible Trifásico  
500 a 1500 kVA**

<b>Código:</b>	NO.MA.07.03
<b>Fecha de Creación:</b>	09-Feb-96
<b>Fecha de Última Actualización:</b>	5-Ago-14
<b>Versión:</b>	3.0
<b>Páginas:</b>	1 a 16

## 1. ALCANCE

Esta especificación cubre los requerimientos eléctricos, mecánicos que deben cumplir los transformadores de distribución tipo sumergible trifásico en aceite. Para ser instalados en la red de distribución subterránea de **ENSA**, operando continuamente sumergido en agua y/o sustancias corrosivas. Con los accesorios indicados, y con una carcasa o tanque de transformador construido con acero inoxidable **tipo-304L** de alta resistencia a la corrosión, lleno de líquido dieléctrico fluido refrigerante resistente al fuego a base de aceite natural, sin contaminante PCB, con núcleo de material amorfo o acero al silicio de alta eficiencia; para ser usados en un sistema primario de distribución eléctrica en **13,200 V Delta**.

Esta especificación incluye requerimientos ambientales para el líquido aislante de los transformadores de distribución tipo sumergible trifásico, lleno de aceite aislante o dieléctrico. El aceite dieléctrico no debe contener policloruros bifenilíticos (PCB) ni sus derivados, o agentes contaminantes del medio ambiente, ni tóxicos para la salud humana.

## 2. DEFINICIÓN

Se entiende por transformador sumergible el destinado a instalarse en cámara o bóveda bajo el nivel del suelo, donde existe la posibilidad de estar sumergido en agua y/o sustancias corrosivas el 95 % del tiempo sin que se presenten filtraciones.

## 3. GENERALIDADES

- 3.1 Los transformadores de distribución tipo sumergible, suministrados bajo esta especificación deberán cumplir en todos los aspectos requeridos de ésta, sin excepción. Deberán reunir las mejores características especificadas para transformadores subterráneos de acuerdo con la última revisión de la norma **ANSI C57.12.24, IEEE Standard for Submersible, Three-Phase Transformers, 3750 kVA and Smaller: High Voltage, 34500 GrdY/19920 Volts and Below; Low Voltage, 600 Volts and Below.**
- 3.2 El suministro deberá realizarse de acuerdo a la correcta práctica comercial e industrial.
- 3.3 Estos transformadores serán usados en condiciones climáticas típicas del trópico húmedo, con altas temperaturas, alta precipitación anual, alta humedad relativa del aire y altas concentraciones de salinidad en las zonas costeras.  
Las siguientes condiciones climáticas deben ser consideradas en la fabricación y diseño para que el transformador opere en óptimas condiciones:
  - 3.3.1 Altitud: Hasta 1,000 m (3.280 pies) sobre el nivel del mar.
  - 3.3.2 Clima: Tropical, de alta humedad relativa y cercana al mar.
  - 3.3.3 Temperatura del aire:
    - Máxima 40 °C
    - Mínima 10 °C
    - Media en 24 horas 27 °C
    - Humedad relativa: 85% o más
    - Velocidad máxima del viento: 100 km/h
- 3.4 Estos transformadores se instalarán en cámaras propensas a mantenerse inundadas con aguas y desechos altamente corrosivos en forma continua, especialmente durante la estación de lluvia (9 meses del año) en donde las cámaras usualmente se encuentran inundadas. Los transformadores serán instalados en cámaras cercanas al mar donde el alto nivel freático inunda las cámaras con agua salada, además de la proveniente de lluvia.
- 3.5 Los transformadores deberán ser nuevos y limpios, sin defectos internos y/o externos, y que su fecha de fabricación no exceda seis (6) meses, tomando como referencia la fecha de orden de compra. No se aceptará el suministro de transformadores reconstruidos ni rehabilitados, ni de reciente fabricación con poco uso.

- 3.6 Los transformadores, objeto de este suministro, deberán estar diseñados, contruidos y sometidos a pruebas de acuerdo a las últimas revisiones de las normas aplicables de IEEE, NEMA, ASTM y ANSI.
- 3.7 Los transformadores de distribución tipo subterráneo serán del tipo frente muerto y todos los dispositivos y accesorios deberán soportar inmersiones por tiempo permanente. Estos dispositivos y accesorios estarán colocados en la parte superior del transformador, con excepción de la válvula de muestreo del líquido aislante.
- 3.8 La carcasa o tanque del transformador en su totalidad (parte superior, inferior y los cuatro lados), deberá ser construida con láminas de acero inoxidable austeníticos 304-L Tipo N°1, especialmente diseñado para ambientes altamente corrosivos.
- 3.9 Todo transformador que presente en cualquiera de sus partes el menor indicio de corrosión, deberá ser rechazado y reemplazado por una unidad nueva, a satisfacción de **ENSA**.
- 3.10 Todo transformador que presente en cualquiera de sus partes internas o externas, el menor indicio de fisura, debe ser rechazado y reemplazado por una unidad nueva, a satisfacción de **ENSA**.
- 3.11 El proceso de fabricación de los transformadores y el proceso de producción del líquido aislante deberá estar sujeto a un programa de Control de Calidad basado al ISO 9001 vigente.
- 3.12 El texto, tablas, figuras y referencia a otras normas, se suplementan una a la otra, y deberán ser consideradas como parte integral de esta especificación.
- 3.13 El núcleo del transformador, podrá ser de cualquiera de los dos materiales indicados a continuación:
  - Material amorfo
  - Acero al silicio de alta eficiencia
- 3.14 El aceite aislante o dieléctrico deberá ser nuevo, del tipo fluido refrigerante dieléctrico resistente al fuego a base de aceite natural, con un punto de fuego (fire point) de 300 °C o mayor según la norma ASTM-D6871-03, sin contaminación de PCB, y que reúna todos los requerimientos de la norma IEEE C57.147 vigente.
- 3.15 El aceite aislante o dieléctrico deberá ser sometido a pruebas y análisis físicos y químicos de acuerdo a las últimas revisiones de las normas aplicables de la IEEE, NEMA, ANSI, ASTM y aquellas que **ENSA** considere, así como las que existan y establezca la República de Panamá.
- 3.16 El transformador debe ser diseñado para resistir corrientes de corto circuito de acuerdo a lo indicado en IEEE C57.109 vigente.

#### **4. NORMAS APLICABLES**

El suministro de los transformadores deberá realizarse en estricta conformidad con las siguientes normas específicas, exceptuándose lo que esté contrariamente establecido en esta especificación técnica, caso en el cual regirá esta última:

- 4.1 **ANSI/IEEE C57.12.00 (versión vigente):** "IEEE Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers"
- 4.2 **ANSI/IEEE C57.12.24 (versión vigente):** "IEEE Standard for Submersible, Three - Phase Transformers, 3750 kVA and Smaller: High Voltage, 34500 GrdY/19920 Volts and Below; Low Voltage, 600 Volts and Below"
- 4.3 **IEEE Std C57.12.32 (versión vigente):** "Submersible Equipment-Enclosure Integrity"
- 4.4 **IEEE Std C57.12.70 (versión vigente):** "For Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers"
- 4.5 **IEEE Std C57.12.80 (versión vigente):** "IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers"
- 4.6 **ANSI/IEEE C57.12.90 (versión vigente):** "Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers and Guide for Short-Circuit Testing of Distribution and Power Transformers"
- 4.7 **IEEE C57.147 (versión vigente):** "Guide for Acceptance and Maintenance of Natural Ester Fluids in Transformers"

- 4.8 **ASTM D6871-03 (versión vigente):** "Standard Specification for Natural Ester Fluids Used in Electrical Apparatus"
- 4.9 **ASTM D3487-88 (versión vigente):** "Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus"
- 4.10 **IEEE 386 (versión vigente):** "Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V"
- 4.11 **NFPA-70 (última revisión):** "National Electrical Code- National Fire Protection Association"

## **5. CERTIFICADOS DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA Y PRUEBAS**

---

El fabricante deberá entregar a **ENSA** los siguientes certificados de calidad de las materias primas empleadas en la fabricación de los transformadores tipo sumergible: acero para la fabricación de núcleos, acero para el tanque, aceite dieléctrico, conductores para la bobinas, papel aislante, cambiadores de tomas de derivación, pinturas, aisladores, terminales, tornillería y accesorios en general. Los certificados contendrán la siguiente información:

- Nombre del Proveedor
- Denominación del Producto
- Fecha de Producción
- Norma de Fabricación
- Resultado de los Análisis y Pruebas
- Firma y sello del Jefe de Control de Calidad

El Fabricante y/o Proveedor deberá suministrar a **ENSA**, en un término de quince (15) días calendario después de realizadas las pruebas, una copia original de las certificaciones de todos los datos y resultados de las pruebas, y reporte que incluya todas las unidades fabricadas para **ENSA**. Los transformadores no deben ser embarcados hasta que **ENSA** haya recibido todos los datos y resultados de las pruebas realizadas a los mismos. **ENSA** se reserva el derecho a rechazar las unidades cuyos datos de prueba no cumplan con lo indicado en esta especificación.

## **6. DISEÑO Y FABRICACIÓN**

---

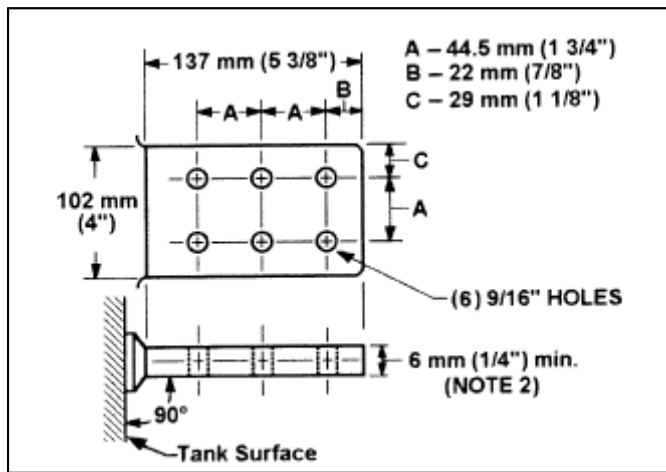
El diseño y fabricación de los transformadores cubiertos por esta especificación, deberán cumplir con lo indicado a continuación:

- 6.1** Los transformadores deberán ser diseñados de acuerdo con la última revisión de las Normas mencionadas en el contenido de este documento.
- 6.2** Los transformadores deberán ser de clase ONAN (auto-enfriado), con núcleo del tipo metal amorfo o acero al silicio de alta eficiencia, y tener los embobinados de cinco piernas, con conductores de cobre o aluminio de alta conductividad. Los tornillos que atraviesan el núcleo deberán tener recubrimiento aislante para evitar pérdidas magnéticas. Las chapas no deben aflojarse con los esfuerzos electromecánicos.
- 6.3 Pasamuros de Alto Voltaje:**
- 6.3.1 Deben ser Tipo pozo universal (universal bushing well) de 200 A, según la norma IEEE 386 vigente.
- 6.3.2 Solo se deberá suministrar el pozo universal (bushing well) instalado en el tanque del transformador, y no se aceptarán dispositivos del tipo rompecarga integral (integral loadbreak bushing).
- 6.3.3 El pozo universal (bushing well) deberá ser del tipo con orejitas (tabs) para sujetar el gancho soporte (bail).
- 6.4 Pasamuros de Bajo Voltaje:**
- 6.4.1 Deben ser Tipo paleta porcelana o epoxy. Es necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores de material termo contraíble, el objetivo de mantener en todo momento un secundario de frente muerto. Adicional, debe colocar bridas de sujeción o cualquier otro soporte mecánico para evitar que el torque por la manipulación de los cables afecte la hermeticidad de la terminal contra el agua.
- 6.4.2 Deberán tener cuatro (4) pasamuros de bajo voltaje y éstos deberán ser del tipo espada, con huecos tipo NEMA como sigue:

TAMAÑO DEL TRANSFORMADOR (kVA)	VOLTAJE SECUNDARIO	NUMERO DE HUECOS DEL TERMINAL-NEMA
500	480Y/277 V	4 (CUATRO)
500	208Y/120 V	8 (OCHO)
750 - 1,000	480Y/277 V	8 (OCHO)
750	208Y/120 V	12 (DOCE)
1,500	480Y/277 V	12 (DOCE)

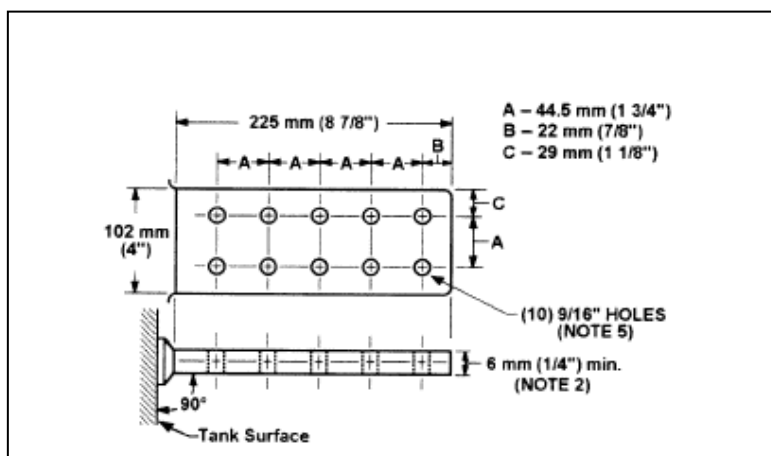
**TABLA N°1, HUECOS TIPO NEMA**

6.4.3 Deberán tener cuatro (4) pasamuros de bajo voltaje. Con las siguientes dimensiones de acuerdo a la capacidad y según ANSI C57.12.24



kVA	Rango secundario (volt)
500	208Y/120
500	480Y/277
750 - 1000	480Y/277
1500	480Y/277

**DIBUJO N°1, DIMENSIONES PASAMURO DE BAJO VOLTAJE**



kVA	Rango secundario (volt)
750	208Y/120

**DIBUJO N°2, DIMENSIONES PASAMURO DE BAJO VOLTAJE CAPACIDAD 750 kVA**

## 6.5 Pasamuro Neutro:

El terminal neutro será bajo lo indicado en el punto 7.2.3 de ANSI C57.12.24 vigente.

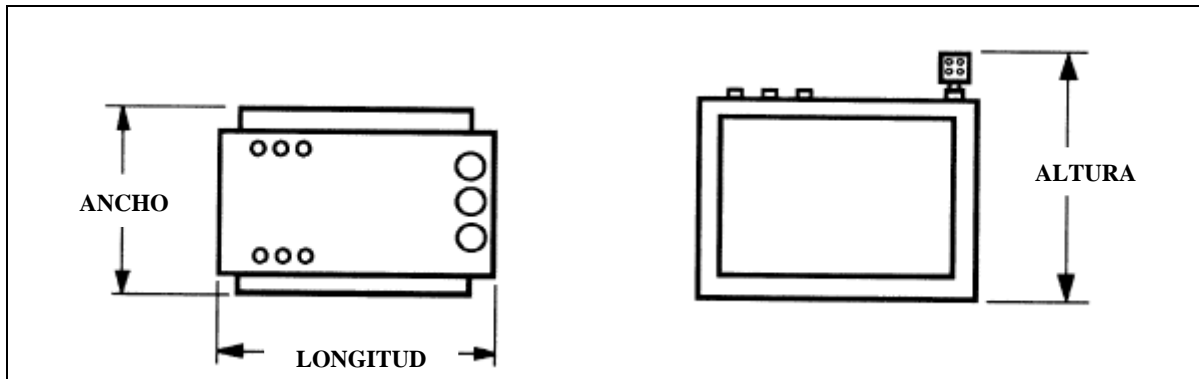
## 6.6 Tanque:

- 6.6.1 El tanque del transformador deberá ser de una construcción del tipo tanque sellado, según IEEE C57.12. El tanque será construido con láminas de acero inoxidable austeníticos 304-L Tipo N°1, especialmente diseñado para ambientes altamente corrosivos.
- 6.6.2 El tanque del transformador deberá tener la suficiente resistencia para soportar una presión estática interna de 7 psig (50 kPa) sin ninguna deformación permanente, y 15 psig (103 kPa) sin ruptura. Y debe cumplir con los otros requisitos establecidos en las normas C57.12.24.
- 6.6.3 El tanque del transformador deberá tener dos facilidades para poder hacer una conexión de puesta a tierra.
- 6.6.4 Deberá tener instalados de fábrica, los siguientes accesorios:
- Válvula de drenaje con facilidad para muestreo del aceite
  - Facilidad de una conexión superior para filtrado del aceite
  - Indicador de nivel del aceite
  - Termómetro tipo reloj
- 6.6.5 El tanque deberá ser entregado con cuatro (4) orejas con orificios con un diámetro mínimo de 38.10 mm (1 ½") de soporte permanente, en cada una de las cuatro esquinas del transformador, para poder levantar el transformador para su transporte.
- 6.6.6 El ensamblaje interno del conjunto núcleo/bobina, deberá tener las facilidades adecuadas que permitan el poder levantarlo.
- 6.6.7 La base del tanque del transformador debe consistir en dos (2) perfiles paralelos soldados al eje longitudinal del transformador. Los extremos serán redondeados para permitir su deslizamiento. Deberá estar soportada por dos canales, adecuados a las dimensiones del transformador, y también de material de acero inoxidable austeníticos 304-L Tipo N°1.
- 6.6.8 El tanque debe ser fabricados con material que ofrezca resistencia a la corrosión equivalente no menor que la del acero cobrizado mostrados a continuación, según ANSI C57.12.24

TANQUE DEL TRANSFORMADOR	ESPESOR mm (in)
Paredes laterales	8 (0.31)
Radiador	8 (0.31)
Cubierta	13 (0.5)
Base	13 (0.5)

**TABLA N°2, ESPESOR MINIMO MATERIAL**

- 6.6.9 La pintura exterior del tanque será de color verde o negro, resistente a la inmersión prolongada en agua y a otros agentes deteriorante o que cumpla con las siguientes propiedades:
- Resistencia a la niebla salina según ASTM B-117
  - Resistencia a cabina de humedad según ASTM D-2247
  - Resistencia a impacto según ASTM D-2794
  - Adhesión (%Retención) según ASTM D-4541
  - Resistencia a la abrasión según ASTM D-4060
- 6.6.10 Se le deberá pintar con letras de tres (3) pulgadas de alto y dos (2) pulgadas de ancho, color amarillo, en la parte superior del tanque, la siguiente información:
- ENSA kVA Nominal
  - NO-PCB
- 6.6.11 El tanque del transformador debe cumplir con las siguientes dimensiones mínimas, según ANSI C57.12.24



kVA	ANCHO m (pulg.)	LONGITUD m (pulg.)	ALTURA m (pulg.)
500	1.12 (44)	1.83 (72)	1.70 (67)
750	1.17 (46)	2.03 (80)	2.08 (82)
1000	1.32 (52)	2.18 (86)	2.11 (83)
1500	1.55 (61)	2.31 (91)	2.46 (97)

### DIBUJO Y TABLA N°3, DIMENSIONES TRANSFORMADOR RECTANGULAR

6.6.12 La placa de datos deberá ser de acero inoxidable y tener las letras gravadas con una técnica que impida su deterioro durante la vida útil del transformador. Se deberá utilizar tipos de caracteres (letras y números) legibles y uniformes; no se permitirá que los caracteres sean gravados a mano. La información de datos de placa debe incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

1. Número de serie
2. Clase
3. Número de fases
4. Frecuencia
5. Voltaje nominal
6. kVA nominal
7. Temperatura ambiente
8. Aumento de temperatura, grados Celsius
9. Polaridad
10. Impedancia en porcentaje
11. Peso total aproximado
12. Diagrama de conexión
13. Nombre del fabricante
14. Fecha de fabricación
15. País del fabricante
16. Volumen del aceite aislante en litros
17. NO PCB
18. Referencia al instructivo de operación y mantenimiento
19. Material del conductor, para cada embobinado
20. Código de barras

6.6.13 Todos los dispositivos y accesorios estarán colocados en la parte superior del transformador, con excepción de la válvula de muestreo del líquido aislante.

### 6.7 Aceite Aislante:

6.7.1 El aceite aislante o dieléctrico deberá ser nuevo, puede ser del tipo fluido refrigerante dieléctrico resistente al fuego a base de aceite natural, con un punto de fuego (fire point) de 300 °C o mayor según la norma ASTM-D6871-03, sin contaminación de PCB, y que reúna todos los requerimientos de la norma IEEE C57.147 vigente. O puede ser aceite

mineral tipo II y que reúna los requerimientos de la norma ASTM D3487-88. El tipo de aceite que llevara el transformador lo indicara **ENSA** al poner la orden de compra.

6.7.2 Manifestar el nombre común, nombre genérico, las características físicas y químicas, así como la composición y concentraciones de los aditivos o inhibidores que contenga el líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico.

El líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico no debe contener Policloruros de Bifenilos, ni sus derivados como el Pyranol, Inerteen, Chlorextol, Noflamol, Saf-T-Kuhl, ni Polihalogenados u otros compuestos tóxicos.

El líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico no debe tener efectos negativos, ni tóxicos sobre el medio ambiente, ni sobre la salud de los seres humanos o ser perjudicial para los seres vivos.

El líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico tendrá como base El Acta de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de Norte América.

### 6.8 Contratuercas y Tornillería Exterior:

Todas las conexiones eléctricas, tornillos de montaje de los pasamuros y los tornillos de adhesión de la cubierta, requieren de contratuercas. Las contratuercas deberán ser fabricadas de un material que cumpla con los requerimientos de la norma ANSI B18.21.1, última revisión. Tanto los tornillos como las arandelas planas y de presión serán de acero inoxidable.

### 6.9 Cambiador de Derivaciones:

El cambiador manual de derivaciones será de operación interna, pero con el operador (perilla) de accionamiento en el exterior del tanque, en la parte superior del tanque, y protegido con una cubierta removible; que haga posible el aumento o disminución del voltaje secundario del transformador en el 5% de su voltaje nominal, con dos (2) derivaciones de 2½ % para aumentar y dos (2) derivaciones de 2½ % para disminuir.

Los cambiadores de derivaciones deberán ser diseñados o contar con provisiones para impedir la entrada de líquidos a través del mismo hacia el interior del tanque durante el tiempo en el que se encuentre sumergido.

### 6.10 Características de los Dispositivos de Desconexión:

6.10.1 El transformador deberá tener los dispositivos de desconexión según su esquema de alimentación primario, según se indique en el punto 6.11, para ser operados con una vara de línea caliente. Los dispositivos de desconexión deberán ser del tipo de dos (2) posiciones (abierto/cerrado), dentro del tanque inmerso en aceite, con el operador de accionamiento en el exterior del tanque.

6.10.2 El dispositivo tendrá capacidad continua, y BIL mínimo como sigue:

<b>VOLTAJE</b> <b>(V)</b>	<b>CAPACIDAD</b> <b>(A)</b>	<b>BIL</b> <b>(kV)</b>	<b>Icc</b> <b>(kA)</b>
13,200 delta	200	95	10

**TABLA N°4, CARACTERÍSTICAS DEL  
DISPOSITIVO DESCONEXIÓN**

6.10.3 El dispositivo de desconexión deberá efectuar quinientas (500) operaciones mecánicas como mínimo, sin sufrir ningún tipo de deterioro.

6.10.4 Los dispositivos de desconexión serán del tipo de operación en grupo, rompecarga y con capacidad para desenergizar los transformadores.

6.10.5 Los dispositivos de desconexión deberán ser diseñados o contar con provisiones para impedir la entrada de líquidos a través del mismo hacia el interior del tanque durante el tiempo en el que se encuentre sumergido.

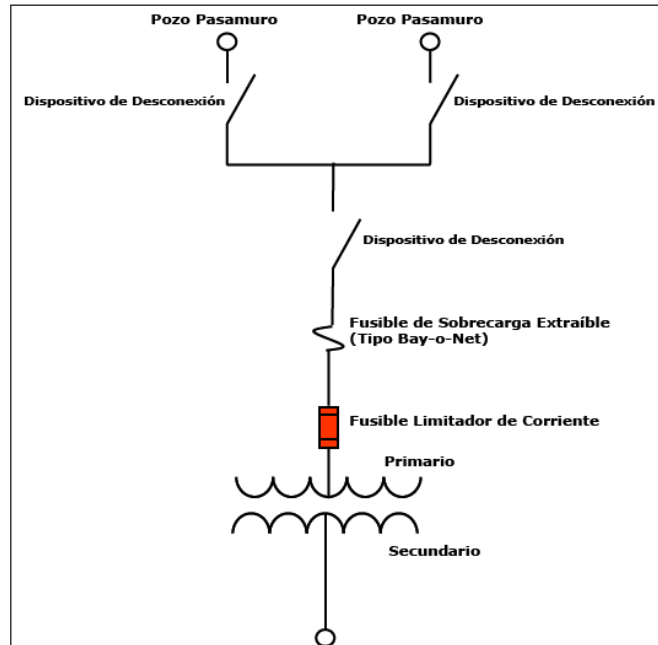
### 6.11 Esquemas de Alimentación Primaria y Dispositivos de Desconexión:

Esquema Doble Circuito con Anillo - Transformadores en Serie

Las facilidades para este esquema consistirán de:

- Seis (6) bushing Wells.

- Tres (3) dispositivos de desconexión, que pueda amarrar los circuitos (2), y tener el transformador conectado o desconectado independientemente.
- Tres (3) o seis (6) portafusibles limitadores de corriente, según el punto 5.11.



**DIBUJO N°4, ESQUEMA ALIMENTACIÓN PRIMARIA**

### 6.12 Protección del Transformador:

- 6.12.1 La protección del transformador estará conformada por tres fusibles para sobrecarga del tipo extraíble (Bay-o-Net) en serie con tres fusibles limitadores de corriente.
- 6.12.2 Se suministrará el elemento fusible instalado y montado, con la capacidad recomendada por el fabricante, capacidad interruptiva no menor de 25,000 A, y según la tabla que aparece a continuación.

VOLTAJE (V)	FUSIBLE (kV)	TRANSFORMADOR (kVA)	CANTIDAD DE PORTAFUSIBLES
13,200	15.5	500 y 750	3 (TRES)
		1,000 y 1,500	6 (SEIS)

**TABLA N°5, CANTIDAD DE ELEMENTO FUSIBLE**

- 6.12.3 Los portafusibles deberán ser diseñados o contar con provisiones para impedir la entrada de líquidos a través del mismo hacia el interior del tanque durante el tiempo en el que se encuentre sumergido.

### 6.13 Indicador de Nivel de Aceite:

Debe estar ubicado en la tapa superior del tanque, y de forma tal que permita ver el nivel de aceite según IEEE C57.12.24 vigente.

## 7. CARACTERÍSTICAS NOMINALES

**7.1 Tipo:** Trifásico, transformador de distribución tipo sumergible

**7.2 Enfriamiento:** Clase ONAN (auto enfriado)

**7.3 Elevación de Temperatura:** 65 °C

**7.4 Derivaciones:**

- Dos (2) de 2 ½% hacia arriba, más
- Dos (2) de 2 ½% hacia abajo, del voltaje nominal



### 7.5 Voltaje Nominal:

Primario: 13,200 V delta

Secundario: 208Y/120V-4H Volt

480Y/277V-4H Volt

### 7.6 Nivel Básico de Impulso (BIL):

VOLTAJE	BIL
• 0-600 volt	30 kV
• 13,200 volt	95 kV

### 7.7 Frecuencia: 60 Hertz

### 7.8 Desplazamiento Angular e Identificación de Terminales:

Treinta grados (30°) en adelante del primario con respecto al secundario cuando es: conexión primaria en delta y la secundaria en estrella. Grupo vectorial DY11.

Las terminales de alta y baja tensión estarán identificadas interna y externamente mediante láminas resistentes a la corrosión con letras escritas en relieve, o podrán también identificarse en la superficie del tanque con letras en sobre relieve.

### 7.9 Accesorios como sigue:

- Válvula de drenaje con facilidad para muestreo del aceite
- Facilidad de una conexión superior para filtrado del aceite
- Indicador del nivel del aceite
- Termómetro tipo reloj

### 7.10 Capacidad Nominal a kVA

La capacidad nominal a kVA, es continua y basada en que no se exceda cualquiera de las siguientes condiciones:

- El aumento de temperatura del embobinado promedio por encima de la temperatura ambiente, no deberá exceder de 65 °C, cuando sea medida por el método de resistencia.
- El punto más caliente, por aumento de temperatura, del embobinado no deberá exceder de 80 °C sobre la temperatura ambiente.
- El aumento de temperatura del líquido aislante no deberá exceder de 65 °C cuando sea medido cerca de la parte superior del tanque.
- Las capacidades en kVA estarán basadas en las condiciones de servicio usuales de temperatura y altitud indicadas en la norma ANSI C57.12.00.
- Las capacidades nominales en kVA, de los transformadores objeto de esta especificación, son:

---

CAPACIDAD NOMINAL DEL TRANSFORMADOR		
Voltaje Primario Volt	Voltaje Secundario Volt	Capacidad en kVA
13,200 V	208Y/120-4H	500 a 750
	-----	-----
	480Y/277-4H	500 a 1,500

---

**TABLA N°6, CAPACIDAD NOMINAL  
500; 750; 1,000; 1,500 kVA**

## 8. INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES

### 8.1 Inspección:

El proponente deberá informar a **ENSA** por lo menos seis (6) semanas antes de las pruebas programadas de los transformadores, de manera que **ENSA** pueda mandar a sus representantes a verificar las pruebas, si así lo desea.

La presencia de la inspección de **ENSA** en la fábrica, no libera al contratista ni al fabricante de cumplir con todo lo indicado y señalado en esta especificación.

### 8.2 Pruebas:

Todas las pruebas deberán ser llevadas a cabo según la norma ANSI C57.12.90, última revisión. Las pruebas a ser llevadas a cabo deberán incluir, pero no limitarse a las indicadas.

- 8.2.1 Las siguientes pruebas de rutina deberán ser efectuadas en fábrica, a cada uno de los transformadores.
- Prueba de relación de vueltas
  - Prueba de relación de fase y polaridad
  - Pérdidas sin carga y corriente de excitación, a voltaje y frecuencia nominal
  - Pruebas de potencial inducido (prueba dieléctrica a baja frecuencia)
  - Prueba dieléctrica del aceite aislante
  - Prueba mecánica de fugas al tanque
- 8.2.2 Las siguientes pruebas de diseño deberán ser entregadas por la fábrica, por cada tipo de transformador.
- Medición de la resistencia en todos los embobinados
  - Pérdidas con carga e impedancia a voltaje y frecuencia nominal
  - Prueba de aumento de temperatura
  - Prueba del nivel audible de ruido
  - Prueba mecánica de presión al tanque
- 8.2.3 Muestreo del Aceite Aislante o Dieléctrico:  
Antes de que los transformadores salgan de la fábrica, se debe entregar a **ENSA**, un análisis previo del lote. En él, se debe de indicar la existencia o no de PCB's u otro tóxico y sus concentraciones.  
El muestreo del lote, debe ser en relación de 1 a 20, es decir, de cada 20 transformadores o menos, se analizará uno. En este análisis, se indica: marca y número de serie del transformador analizado, las características físicas y químicas del aceite, los tóxicos presentes (si los tiene, con sus concentraciones en ppm).

## **9. PLANOS DE TALLER E INSTRUCTIVOS**

---

El fabricante y/o proveedor deberá suministrar a **ENSA**, los planos de taller de cada tipo de transformador que indique esta especificación.

Los planos de taller deberán mostrar el detalle de todos y cada uno de los elementos integrantes de los transformadores. Las dimensiones pertinentes, los datos característicos, las características del líquido aislante deberán ser indicadas. Cualquiera variación en las dimensiones debido a las tolerancias de fabricación se debe indicar.

En adición a los planos de taller, se deberán suministrar seis (6) copias de lo siguiente:

1. Las instrucciones y detalles para la instalación y el mantenimiento de los transformadores.
2. El manual descriptivo, y el manual de operación y mantenimiento de los mismos.

## **10. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE**

---

### **10.1 Manejo**

Los transformadores a ser suministrados de acuerdo a la presente especificación, deberán ser manejados y empacados de acuerdo con la práctica comercial normalmente aceptada, de manera que las unidades no sufran ningún tipo de golpe o deterioro durante el manejo.

Los transformadores deberán ser embarcados completamente con todos los accesorios para su inmediata y normal instalación, garantizándose una entrega satisfactoria.

### **10.2 Embalaje**

Los transformadores serán adecuadamente embalados en cajas de madera nuevas y resistentes, completamente no retornables, cada una de las cuales contendrá un solo tipo de transformador. El embalaje deberá ser del tipo para exportación.

Las cajas deberán ser adecuadamente reforzadas para transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

La madera usada para la fabricación de los embalajes de envío, deberán ser nuevas, bien tratadas, sanas y libres de nudos y decaimiento.

Los embalajes deberán estar provistos de una base tipo "skid base". Los transformadores deberán ser asegurados a la base del embalaje, ya sea mediante cintas metálicas, pernos o ataduras, durante el envío y manejo del mismo.

El embalaje deberá ser lo suficientemente fuerte para prevenir daños por apilamiento y manejo.

### 10.3 Transporte

Los transformadores deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en la República de Panamá en materia de movimiento de carga y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptadas y establecidas para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro y fuga o escape del líquido aislante o dieléctrico durante el transporte de los mismos hasta el sitio de entrega indicado por **ENSA**.

Si por alguna razón, durante la operación de Manejo, Embalaje, Transporte y Almacenamiento, y antes de ser recibido conforme por **ENSA**, se produjera un percance o accidente, como rotura del transformador u otro daño, y tenga como consecuencia un derrame o fuga del líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico, o dispersión del material o componente del equipo, el Contratista o Proveedor es el responsable por la operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipos utilizados en las operaciones antes mencionadas y costeará los gastos en que se incurra. Además, cumplirá con las disposiciones legales establecidas en la República de Panamá en materia de Preservación y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Así también la Preservación y Bienestar de la Salud Humana; incluida en la Legislación Internacional referente a los Tratados, Acuerdos y Convenios del que la República de Panamá es signataria.

### 10.4 Señalización

Además de las marcas requeridas normalmente con propósito de embarque, cada caja donde se embarquen los transformadores deberá ser rotulada con la siguiente información:

- Nombre del fabricante y país de fabricación
- Número de catálogo del transformador
- Capacidad en kVA y voltaje nominal
- Peso bruto y neto de cada caja
- Destinatario y país de destino:  
CONTRATISTA/ENSA/REPUBLICA DE PANAMA
- Número de contrato u orden de compra
- Tipo o clase del líquido aislante o dieléctrico
- Volumen del líquido aislante en litros

## 11. REPUESTOS

---

### 11.1 Literatura:

El contratista deberá incluir con su propuesta, una copia del catálogo y de la lista de precios para "Partes de Repuestos para Transformadores de Distribución Tipo Subterráneo Trifásicos", el cual debe incluir la descripción de las piezas, número de catálogo y precio unitario respectivo.

### 11.2 Elementos Fusible:

El contratista deberá suministrar, un (1) elemento fusible Bay-o-net de repuesto, por cada elemento fusible de este tipo de fusible que venga instalado en los transformadores, con las mismas características.

## 12. TABLA DE INFORMACION PARTICULAR

---

### 1. Información Requerida con la Propuesta:

El proponente deberá suministrar la siguiente información garantizada de fábrica con su propuesta:

- a. Tabla N°8 - Datos Técnicos del Transformador (ver sección 12)

### 2. Evaluación de las Pérdidas con Carga y Sin Carga.

#### 2.1 Compras para **ENSA**

2.1.1 Los costos de los transformadores de distribución serán evaluados en base a la fórmula indicada a continuación y se usará para cada compra, como complemento a la evaluación técnica:

$$A = B + (F * C) + (E * D) [ \$ ]$$

Dónde:

A = Costo evaluado a valor presente

B = Precio unitario propuesto (\$)

C = Pérdidas sin carga (en kW)

D = Pérdidas con carga (en kW)

E= Coeficiente de Capitalización de la potencia de las pérdidas con carga (\$/KW)

F= Coeficiente de Capitalización de la potencia de las pérdidas en el vacío (\$/KW)

**Nota: La fórmula presentada tiene como objetivo cuantificar el valor económico de las pérdidas de energía eléctrica de los transformadores, con el fin de comparar ofertas para las compras.**

Se debe calcular E y F para cada compra con las siguientes fórmulas:

$$E = A_1 [(8760 * F_p * CE) + 12 * CP] [$/KW]$$

$$F = B_1 [(8760 * CE) + 12 * CP] [$/KW]$$

Dónde:

- $A_1$ : 4.46
- $B_1$ : 8.11
- 8760: horas de año (horas del mes por meses del año, 730 horas x 12 meses)
- $F_p$ : Factor de pérdida
- CE: Precio medio de la compra de Energía (\$/KWh - mes)
- CP: Precio medio de la compra de Potencia (\$/KW-mes)

Los valores de CE, CP se tomarán de los valores presentes del mercado eléctrico.

El valor de  $A_1$  representa el coeficiente para las pérdidas con carga, las cuales varían con la carga del transformador e incluyen el efecto de diversidad de las pérdidas con carga ( $f_p$ ); para este coeficiente se consideran el crecimiento de la carga del transformador (c) y la tasa de actualización (t).

El valor de  $B_1$  representa el coeficiente para las pérdidas sin carga y se obtiene al utilizar la fórmula para el factor presente de una serie uniforme; para este coeficiente se considera la tasa de actualización (t).

Los valores de  $A_1$  y  $B_1$  fueron obtenidos según las fórmulas y valores siguientes:

$$A_1 = \sum_{k=1}^n \frac{[I_1(1+c)^{k-1}]^2}{(1+t)^k}$$

$$B_1 = \frac{[(1+t)^n - 1]}{[t(1+t)^n]}$$

Donde, n (años) = 20; t (tasa de actualización) = 10.73%;  $F_p$  (factor de pérdidas) = 0.3; c (tasa de crecimiento de la carga) = 3%;  $I_1$  (carga inicial) = 0.6

2.1.2 El comprador (**ENSA**), podrá hacer pruebas independientes de las pérdidas de los transformadores, en cuyo caso estos valores serán usados como pruebas de pérdidas actuales.

En el caso de que los valores de pruebas de pérdidas actuales sean mayores que los valores garantizados de fábrica, el contratista será penalizado (por cada unidad) como se indica en el punto 1 de esta especificación técnica.

1. Según el valor obtenido para "E" por kW de incremento adicional en pérdidas sin carga (no-load losses).
2. Según el valor obtenido para "F" por kW de incremento adicional en pérdidas con carga (load losses).

Las multas indicadas arriba serán sustraídas de cualquier fondo que se le deba al contratista, y el mismo deberá explicar por escrito a nombre del fabricante la razón de esta diferencia, la cual se incorporará al archivo del Proveedor en **ENSA**.

El pago final no podrá ser efectuado hasta que las pruebas sean revisadas y aprobadas por **ENSA**.

### **2.1 Pérdidas máximas**

Las pérdidas en los transformadores de distribución serán evaluadas en base a porcentajes máximos de pérdidas aceptables y en base a la fórmula descrita en el punto 2.0

Los porcentajes máximos de pérdidas (watt) aceptables en los transformadores serán de:

- **Pérdidas SIN CARGA (NO-LOAD LOSSES):**

Cuatro décimas de uno por ciento (**0.4%**) del tamaño en VA.

- **Pérdidas CON CARGA (LOAD LOSSES):**

Uno punto cinco por ciento (**1.5%**) del tamaño en VA.

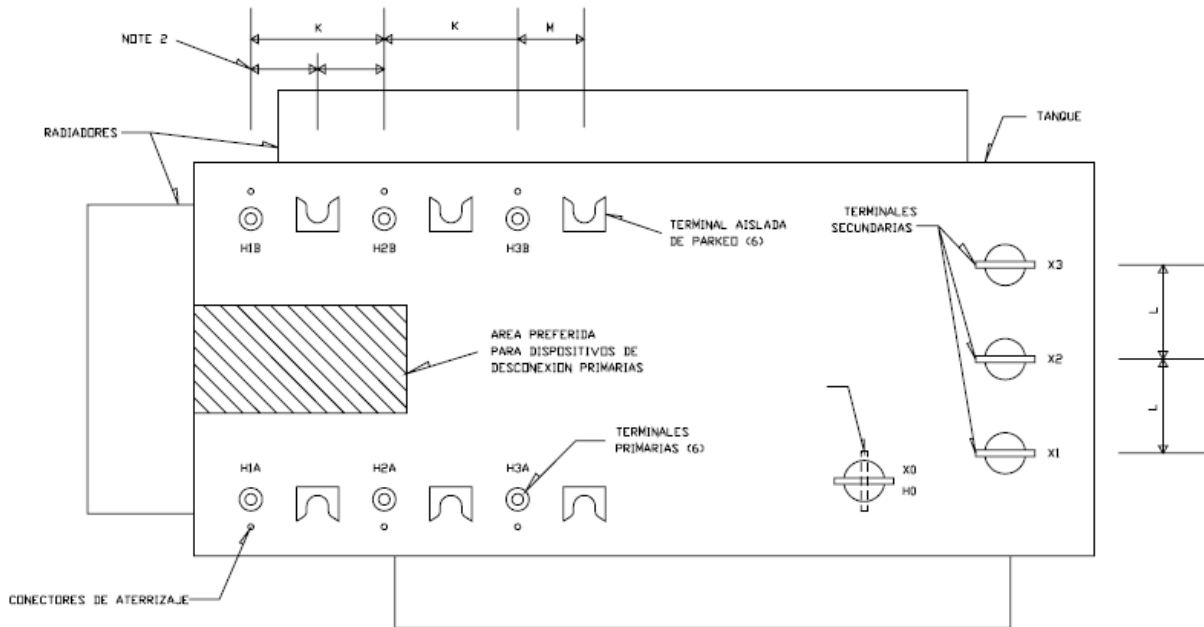
En el caso de que las pruebas realizadas a los transformadores demuestren que el proveedor excedió los porcentajes máximos establecidos hasta un 10% por encima de lo establecido, será penalizado por cada unidad que se exceda de los valores de pérdidas establecidos como sigue:

- Según el valor obtenido para "E" por kW de incremento adicional en pérdidas sin carga (no-load losses).
- Según el valor obtenido para "F" por kW de incremento adicional en pérdidas con carga (load losses).

Las multas indicadas arriba deberán ser canceladas a **ENSA**, antes de la aceptación final de los transformadores.

### 13 DIBUJOS

A continuación se muestra un diagrama para referencia. El mismo no muestra todos los accesorios requeridos e indicado en esta especificación técnica:



**L:** distancia de separación entre los terminales de bajo voltaje

**K:** distancia de separación entre los terminales de alto voltaje

**M:** distancia de separación entre los terminales de alto voltaje y los terminales aislados de parqueo

Donde aplican los siguientes valores mínimos:

RANGO kVA	PASAMURO DE BAJO VOLTAJE	SEPARACIÓN AISLAMIENTO CONEXIONES PRIMARIAS (15 kV)	
	L	K	M
500 y más	150 mm (6 pulg)	330 mm (13 pulg)	165 mm (6.5 pulg)

**TABLA N°7, DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR**

## 14 TABLAS DE DATOS TECNICOS

El proponente deberá entregar con su oferta, la Tabla N°8, llena con todos los datos que se solicitan e indican.

<b>Tabla N° 8 - Datos Técnicos del Transformador</b>		
<b>1</b>	Fabricante y país de fabricación	
<b>2</b>	Capacidad, en kVA	
<b>3</b>	Voltaje bobina de alto voltaje	
<b>4</b>	Voltaje bobina de bajo voltaje	
<b>5</b>	Frecuencia-Hertz	
<b>6</b>	Material de construcción del tanque o carcasa	
<b>7</b>	Cantidad de portafusibles secos	
<b>8</b>	Elevación de temperatura en °C	
<b>9</b>	Número de huecos del terminal de bajo voltaje, tipo espada, tipo-NEMA	
<b>10</b>	Derivaciones (taps) - %	
<b>11</b>	Nivel Básico de Impulso (BIL) a) Alto voltaje - kV b) Bajo voltaje - kV	
<b>12</b>	Corriente a plena carga en amperes	
<b>13</b>	Corriente de excitación a voltaje nominal en amperes	
<b>14</b>	Impedancia en porcentaje (%) Resistencia en porcentaje (%) Reactancia en porcentaje (%)	
<b>15</b>	Porcentaje de Regulación a) a factor de potencia de 1.00 b) a factor de potencia de 0.8 (-)	
<b>16</b>	Pérdidas en watts a) Pérdidas sin carga (no-load losses) b) Pérdidas con carga al 100% (load losses)	
<b>17</b>	Pérdidas con carga (load losses), en kW, a voltaje nominal: a) a 50% de carga b) a 75% de carga c) a 100% de carga	

<b>18</b>	Peso total en kg	
<b>19</b>	Peso del aceite en kg	
<b>20</b>	Dibujos mostrando el arreglo general y las dimensiones del transformador	
<b>21</b>	Detalles del embalado para exportación	
<b>22</b>	Dispositivo de Desconexión:  Voltaje  Capacidad  BIL	
<b>23</b>	Tipo de esquema de alimentación primaria según el acápite 5.j	
<b>24</b>	Eficiencia  a) a factor de potencia de 1.0  a.1- a 100% de carga  a.2- a 75% de carga  a.3- a 50% de carga  b) a factor de potencia de 0.8 (-)  b.1- a 100% de carga  b.2- a 75% de carga  b.3- a 50% de carga	