



**ENSA**

*Departamento de Normas*

Especificación Técnica

**Transformador Convencional Monofásico (10 a 50 kVA) con Un (1) Pasamuro y Pararrayo Montado al Tanque**

<b>Código:</b>	NO.MA.07.06
<b>Fecha de Creación:</b>	27-dic-95
<b>Fecha de Última Actualización:</b>	5-ago-14
<b>Versión:</b>	1.0
<b>Páginas:</b>	1 a 17

## **1. OBJETO**

El objeto de ésta especificación, es el de adquirir un transformador de una alta eficiencia y muy bajas pérdidas, fabricado mediante la última tecnología disponible en el mercado.

Esta especificación cubre las características y requerimientos para la adquisición y suministro de transformadores monofásicos, tipo poste, con un (1) pasamuro y un pararrayo incorporado al tanque; para ser instalados en líneas eléctricas primarias monofásicas, primordialmente para una mejor protección contra los sobrevoltajes causados por fenómenos, tales como: descargas atmosféricas y para su colocación donde existe la problemática de instalar el pararrayo en el poste.

## **2. ALCANCE**

Esta especificación cubre los requerimientos eléctricos, mecánicos y de fabricación, para transformadores de distribución tipo poste o aéreo, monofásico, lleno de aceite mineral dieléctrico (NO-PCB), tipo-S, clase-B3, con núcleo de material amorfo o acero al silicio de alta eficiencia; para ser usados en sistemas de distribución eléctrica aéreos, estrella 4-alambres, multiaterrizados, en:

- 34,500GrdY/19,920 volt
- 13,200GrdY/7,620 volt

Esta especificación incluye requerimientos ambientales para el líquido aislante, para los transformadores de distribución tipo poste o aéreo, llenos de líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico.

El líquido aislante o dieléctrico NO DEBE CONTENER POLICLORUROS BIFENILITICOS (PCB) NI SUS DERIVADOS O AGENTES CONTAMINANTES DEL MEDIO AMBIENTE, NI TOXICOS PARA LA SALUD HUMANA.

## **3. GENERALIDADES**

- a) Los transformadores de distribución suministrados bajo esta especificación, deberán cumplir en todos los aspectos, con los requerimientos de esta especificación, sin excepción.
- b) El suministro deberá realizarse de acuerdo a la correcta práctica comercial e industrial.
- c) 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.
- d) Los transformadores deberán ser nuevos y limpios, sin defectos internos o externos, y que su fecha de fabricación no exceda los 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.
- e) Los transformadores objeto de este suministro, deberán estar diseñados, construidos y sometidos a pruebas de acuerdo a las últimas revisiones de las normas aplicables de la IEEE, NEMA y ANSI.

- f) Todos los elementos galvanizados deberán ser por inmersión en caliente de acuerdo a la norma ASTM A153.
- g) La pintura de todo transformador deberá ser durable y resistente a la corrosión. El acabado deberá ser adecuado para resistir por lo menos una prueba de rociado según la norma ASTM B117-54.
- h) Todo transformador que presente en cualquiera de sus partes internas o externas, el menor indicio de corrosión, debe ser rechazado.
- i) 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.
- j) 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.
- k) El transformador deberá operar en una altitud hasta 3,000 pies (1,000 metros) sobre el nivel del mar.
- l) El líquido 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.
- m) 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**.

#### **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:

- a) **ANSI C57.12.00-2000:** "General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers"
- b) **ANSI C57.12.20-2005:** "Overhead-Type Distribution Transformers, 500 kVA and Smaller: High Voltage, 34 500 V and Below; Low Voltage, 7970/13 800Y V and Below"
- c) **ANSI C57.12.70-2000:** "Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers"
- d) **ANSI/IEEE C57.12.80-2002:** "Terminology for Power and Distribution Transformers"
- e) **IEEE C57.12.90-1999:** "Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers and Guide for Short-Circuit Testing of Distribution and Power Transformers"
- f) **IEEE C57.91-1995:** "Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers"
- g) **ANSI/IEEE C57.106-2002:** "Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment"
- h) **ANSI B18.21.1:** "Lockwashers"
- i) **ASTM A153/A153M-05:** "Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware"

- j) **ASTM B117-03:** "Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus"
- k) **ASTM D-2794:** "Paint Finish Direct Impact Test"
- l) **ANSI C135.1-1999:** "Standard for Zinc-Coated Steel Bolts and Nuts for Overhead Line Construction"

**5. DISEÑO Y FABRICACIÓN**

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

- a) Los transformadores deberán ser diseñados de acuerdo con la última revisión de las siguientes normas:
  - ANSI C57.12.00-2000 o última versión
  - ANSI C57.12.20-2005 o última versión
- b) Los transformadores deberán ser de la clase OA (auto-enfriado), con núcleo del tipo metal amorfo o acero al silicio de alta eficiencia, y tener dos (2) embobinados de cobre o aluminio de alta conductividad.
- c) Pasamuros de Alto Voltaje:
  1. Tipo porcelana para uso en exteriores.
  2. Los conectadores deberán ser del tipo anillo apernado, apropiado para usarse con conductores de cobre y aluminio. Los conectadores deberán acomodar un rango de conductores del #8 AWG sólido al #2 AWG trenzado.
  3. Los transformadores deberán tener un (1) pasamuro montado en la tapa del tanque, acomodado según la designación tipo-S, clase-B3.
- d) Pasamuros de Bajo Voltaje:
  1. Tipo porcelana para uso en exteriores, o de material polyester reforzado con fibra de vidrio.
  2. Los conectadores deberán ser del tipo anillo apernado, apropiado para usarse con conductores de cobre y aluminio.

Los conectadores deberán acomodar un rango de conductores como sigue:

<b>CAPACIDAD (kVA)</b>	<b>RANGO (AWG o kcmil)</b>
10 a 15 kVA	#6 AWG sólido a #4/0 AWG trenzado
25 a 50 kVA	#2 AWG a 350 kcmil

3. Deberán tener tres (3) pasamuros de bajo voltaje, montados en los lados del tanque.

- e) Pararrayo:

1. Características Generales:

Pararrayo clase distribución con capacidad de (10) ó (27) kV; tipo para trabajo pesado (Heavy Duty), ver acápite 6.k.

Diseño tipo continuo sin separación (gapless), con elemento altamente no lineales de óxido metálico; cubierta exterior de polímero, color gris, de alta resistencia; para instalación a la intemperie.

Con conector terminal superior para asegurar cables de cobre o aluminio del tamaño #10 sólido hasta #2/0 AWG trenzado.

Con desconectador automático del terminal de tierra, que desconecte el pararrayo dañado y sirva como indicador que necesita reemplazo, conectará cables del #10 hasta #2 sólido.

Debe cumplir con todo lo dispuesto en la norma ANSI/IEEE C62.11, última revisión.

## 2. Pruebas de Diseño:

Los pararrayos deberán soportar los siguientes valores mínimos de pruebas de diseño:

- a. Ciclo de trabajo (Duty Cycle): 20 descargas con una corriente de impulso de 10 kA de magnitud y forma de onda de 8/20 microsegundos.
- b. Prueba de soporte de corriente de descarga:
  - i. Alta corriente-corta duración: 2 impulsos de corriente de 100 kA de magnitud.
  - ii. Baja corriente-larga duración: 20 impulsos de corriente de 250 A de magnitud y 2,000 microsegundos de duración.
- c. Prueba de soporte del aislamiento del pararrayo.

Capacidad del pararrayo (kV)	10	27
MCOV (kV)	8.4	22.0
Prueba de impulso de onda completa 1.2/50 en cresta (BIL)	75	150
Prueba de voltaje (RMS) a 60Hz		
-Prueba seca-1 minuto (kV)	27	70
-Prueba mojada-10 segundos (kV)	24	60

## 3. Montaje y Herrajes:

El montaje soporte del pararrayo deberá ser fijado a las dos facilidades existentes en el tanque a través de tornillos con arandela, contratuerca y tuerca, justo detrás del pasamuro de alto voltaje (ver Dibujo No.1).

La abrazadera de montaje del pararrayo al tanque, deberá ser de acero galvanizado, y del tipo excéntrico que permita la apertura de la tapa del tanque.

La abrazadera de montaje se fijará al tanque por medio de dos (2) tornillos con arandela, contratuerca y tuerca, y tendrá una cinta de cobre (ver Detalle-B del Dibujo No. 1) conectando la parte inferior del pararrayo al tornillo de montaje inferior de la abrazadera al tanque.

## 4. Datos Técnicos y Catálogos:

Se deberá proporcionar para cada capacidad de pararrayo que se esté adquiriendo, la tabla de datos técnicos adjunta a esta especificación, completada con todos los valores e información que está indica.

Se deberán proporcionar los catálogos necesarios para verificar los valores de los datos técnicos y valores de prueba especificados.

f) Tanque:

1. El tanque del transformador deberá ser de diseño del tipo sellado con cubierta y empaque.
2. El tanque del transformador deberá tener dos facilidades para poder hacer una conexión de puesta a tierra, (1) al tanque mismo, y (2) otra para conectar el pasamuro secundario neutral al tanque.
3. Deberá conectarse al tanque el pasamuro secundario neutral del transformador a través de una cinta de cobre removible, la cual se fijará al tanque mediante un tornillo, una tuerca, y una arandela, a una facilidad de conexión de puesta a tierra, la cual deberá estar colocada directamente por debajo del pasamuro secundario neutral. Este requisito debe venir instalado de fábrica (ver Detalle A del Dibujo No. 1).
4. El tanque deberá tener unas orejas permanentes para poder alzar el transformador.
5. El ensamblaje interno del conjunto núcleo/bobina, deberá tener las facilidades adecuadas que permitan el poder alzarlo.
6. El tanque deberá ser pintado con dos (2) capas de pintura gris cielo, color #70 de la ANSI, sobre una base cubierta anticorrosiva adecuada.
7. El tanque deberá estar equipado con un dispositivo autosellante de alivio de presión, diseñado para operar a una presión de 8 libras por pulgada cuadrada.
8. Se le deberá pintar con letras de tres (3) pulgadas de alto y dos (2) pulgadas de ancho, color negro, en la posición que indica el Dibujo No. 1, la siguiente información:
  - kVA Nominal
  - ENSA
  - NO-PCB
9. La placa deberá ser de acero inoxidable, y tener las letras gravadas con una técnica que impida su deterioro durante la vida útil del transformador.

La información de datos de placa debe incluir, pero no limitarse a la siguiente:

- Número de serie
- Clase
- Número de fases
- Frecuencia
- Voltaje nominal
- kVA nominal
- Temperatura ambiente
- Aumento de temperatura, en grados Celsius
- Polaridad
- Impedancia en porcentaje
- Volumen del aceite aislante en litros
- Peso total aproximado
- Diagrama de conexión

- Nombre del fabricante
- Fecha de fabricación
- País de fabricación
- Referencia al instructivo de operación y mantenimiento
- Material del conductor, para cada embobinado
- Código de barras

10. El tanque deberá tener orejas o agarraderas de soporte, de acuerdo con lo indicado en esta especificación. El tanque deberá ser construido con una sola lámina de acero y después de laminado será unido a máquina.

11. La capacidad en kVA deberá ser pintada en letras de tres (3) pulgadas en frente del tanque, color negro, en la posición que muestra el Dibujo No. 1 de esta especificación.

12. La tapa del tanque tendrá una inclinación tal, que no permita que el agua se empoce o deposite sobre la tapa del tanque.

g) Aceite Aislante:

1. El aceite aislante o dieléctrico deberá ser nuevo, de un aceite mineral no usado y que reúna los requerimientos de la norma ANSI/ASTM D3487-79.

Si el aceite aislante posee inhibidores u otro aditivo adicional, se deberá indicar la naturaleza y concentración del mismo.

No están permitidos transformadores cuyo fluido de aislamiento se PCB (Bifenilo Policlorado) o que tenga concentraciones tóxicas de PCB mayores de 50 ppm.

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.

3. El valor límite de prueba para el líquido aislante recibido dentro de los transformadores, será según el método de "Voltaje de Ruptura del Dieléctrico", método ASTM D1816 / 0.040 pulgadas de abertura como sigue:

Clase 34.5 kV o menos	<b>20 kV - mínimo</b>
-----------------------	-----------------------

h) Contratuercas:

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.

i) Cambiador de Derivaciones:

El cambiador manual de derivaciones será de operación interna, pero con el operador (perilla) de accionamiento en el exterior del tanque; que haga posible el aumento o disminución del voltaje secundario del transformador en el 5% de su voltaje nominal, con dos (2) derivaciones de 2 ½% para aumentar y dos (2) derivaciones de 2 ½% para disminuir.

## **6. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS**

---

a) Tipo

Monofásico, convencional, tipo-S, clase B-3.

b) Enfriamiento

Clase OA (autoenfriado)

c) Elevación de Temperatura: 65 °C

d) Derivaciones

Dos (2) de 2 ½% hacia arriba, más

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

e) Voltaje Nominal

1. Primario: 19,920 ó 7,620 volt

2. Secundario: 120/240 volt

f) Nivel Básico de Impulso (BIL)

1. Primario:	19,920 volt	150 kV
	7,620 volt	95 kV

2. Secundario:		30 kV
----------------	--	-------

g) Frecuencia: 60 Hertz

h) El pararrayo deberá ser instalado en la fábrica, al tanque del transformador.

i) La temperatura ambiente del aire es de 40 °C.

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.

Los límites de temperatura no deberán ser excedidos, cuando el transformador sea operado suministrando sus kVA nominales y a su voltaje secundario nominal por 24 horas.

j) Los transformadores (10 a 50 kVA) deberán tener polaridad aditiva en 7,620 volt, y polaridad sustractiva en 19,920 volt.

k) Los usos de los pararrayos será como sigue:

1. Para 19,920 volt: 27 kV

2. Para 7,620 volt: 10 kV

l) Las capacidades nominales en kVA, de los transformadores objeto de esta especificación son:

### CAPACIDADES:

10; 15; 25; 37.5 y 50 kVA

## **7. INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES**

---

a) 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.

b) 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.

1. Las siguientes pruebas de rutina deberán ser efectuadas en fábrica, a cada uno de los transformadores:

- a. Prueba de relación de vueltas
- b. Prueba de relación de fase y polaridad
- c. Pérdidas sin carga y corriente de excitación, a voltaje y frecuencia nominal
- d. Pruebas de potencial inducido (prueba dieléctrica a baja frecuencia)
- e. Prueba dieléctrica del aceite aislante
- f. Prueba mecánica de fugas al tanque

2. Las siguientes pruebas de diseño deberán ser entregadas por la fábrica, por cada uno de los tipos de transformadores:

- a. Medición de la resistencia en todos los embobinados
- b. Pérdidas con carga e impedancia a voltaje y frecuencia nominal
- c. Prueba de aumento de temperatura
- d. Prueba del nivel audible de ruido
- e. Prueba mecánica de presión al tanque
- f. Prueba de cortocircuito

c) 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. No están permitidos transformadores cuyo fluido de aislamiento sea PCB (Bifenilo Policlorado) o que tenga concentraciones tóxicas de PCB mayores de 50 ppm.

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).

d) Certificaciones:

El Contratista o Proveedor deberá suministrar a **ENSA**, en un término de 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, y **ENSA** se reserva el derecho a rechazar las unidades cuyos datos de prueba no cumplan con lo indicado en esta especificación.

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

---

El Contratista deberá suministrar a **ENSA**, los planos de taller de cada tipo de transformador que indique ésta 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. Cualquier 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. Instrucciones para la instalación de los transformadores
2. Manual de operación y mantenimiento de los transformadores

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

---

a) Manejo:

Los transformadores a ser suministrados de acuerdo a la presente, 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.

b) Embalaje:

Los transformadores serán adecuadamente embalados en cajas nuevas y resistentes de madera, no retornables, cada una de las cuales contendrá un solo tipo de transformador.

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.

1. El embalaje deberá ser del tipo para exportación.
2. La madera usada para la fabricación de los embalajes de envío, deberán ser nuevas, bien tratadas, sanas y libres de nudos y decaimiento.
3. 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.
4. Atención particular deberá prestarse a la protección de los pasamuros de porcelana de alto voltaje durante el envío.
5. El embalaje deberá ser lo suficientemente fuerte para prevenir daños por apilamiento y manejo.

c) 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.

d) 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:

1. Nombre del fabricante y lugar de fabricación
2. Número de catálogo del transformador
3. Capacidad en kVA y voltaje nominal
4. Peso bruto y neto de cada caja
5. Destinatario y país de destino
6. CONTRATISTA/ENSA /REPUBLICA DE PANAMA
7. Número de Contrato u Orden de Compra
8. Tipo o clase del líquido aislante o dieléctrico
9. Volumen del líquido aislante en litros

## **10. REPUESTOS**

---

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 Convencional", el cual debe incluir la descripción de las piezas, número de catálogo y precio unitario respectivo.

## **11. TABLA DE INFORMACION PARTICULAR**

---

a) Información requerida con la propuesta:

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

1. Tabla No. 1 - Datos Técnicos del Transformador (ver sección 12.b)
2. Tabla No. 2 - Datos Técnicos del Pararrayos (ver sección 12.b)
3. Tabla No. 3 - Datos Técnicos del Líquido Aislante (ver sección 12.b)

Donde sea necesario, los valores medidos deberán ser corregidos a una temperatura de referencia de 85 °C.

b) Evaluación de las Pérdidas con Carga y Sin Carga

1. Compras para **ENSA**

- a. 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%; Fp (factor de pérdidas) = 0.3; c (tasa de crecimiento de la carga) = 3%; I<sub>1</sub> (carga inicial) = 0.6

- b. 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.a 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** Contratistas y Clientes Particulares

- a. Las pérdidas en los transformadores de distribución serán evaluados en base a porcentajes máximos de pérdidas aceptables.
- b. 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.

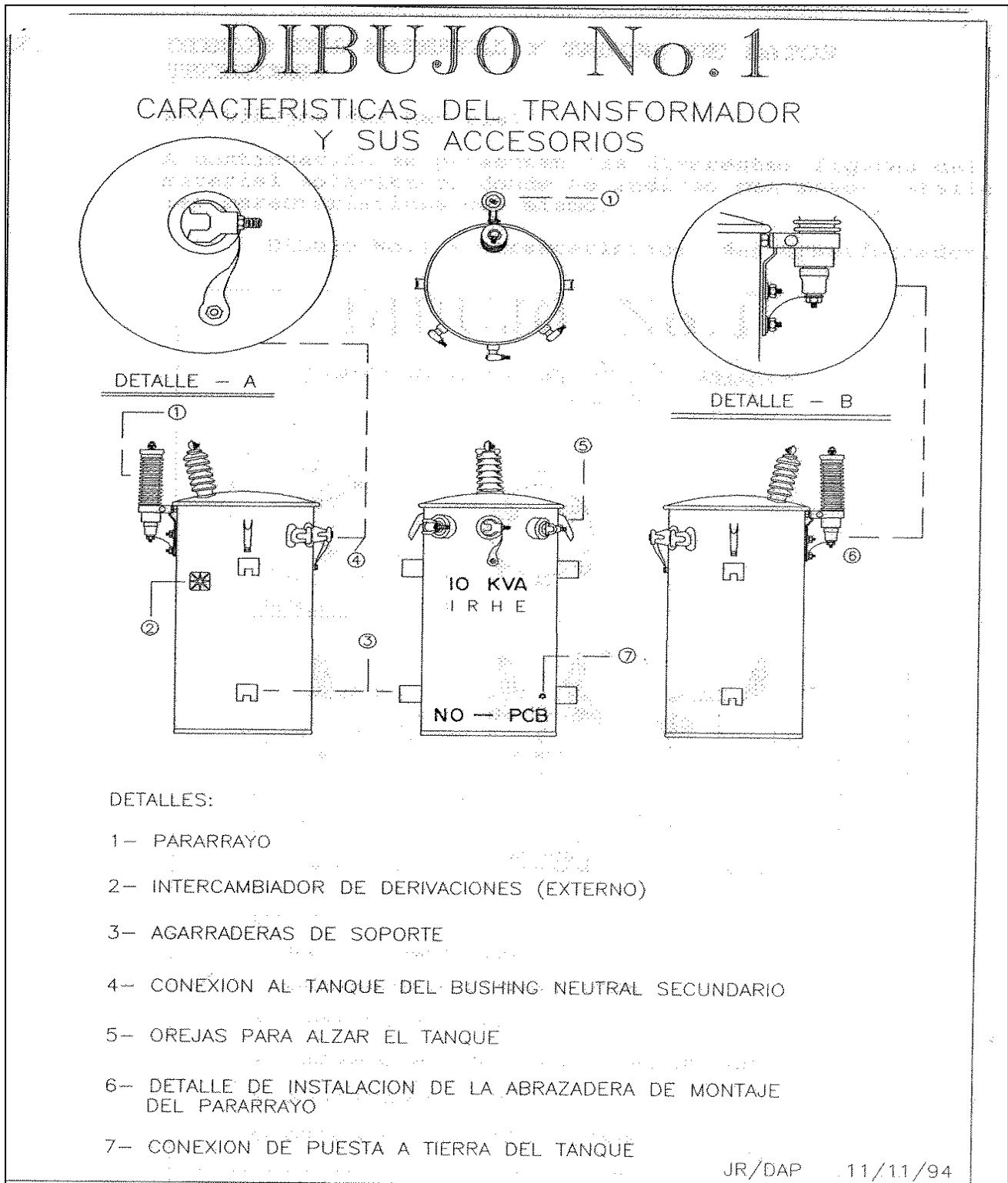
- c. En el caso de que los valores de las pérdidas de los transformadores, excedan de los porcentajes máximos establecidos, pero sin exceder del 10% por encima de los porcentajes máximos, el contratista o cliente será penalizado por cada unidad que se exceda de los valores de pérdidas establecidos como sigue:
  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 deberán ser canceladas a **ENSA**, antes de la aceptación final de los transformadores.

## 12. DIBUJO DEL MATERIAL Y TABLAS DE DATOS TECNICOS

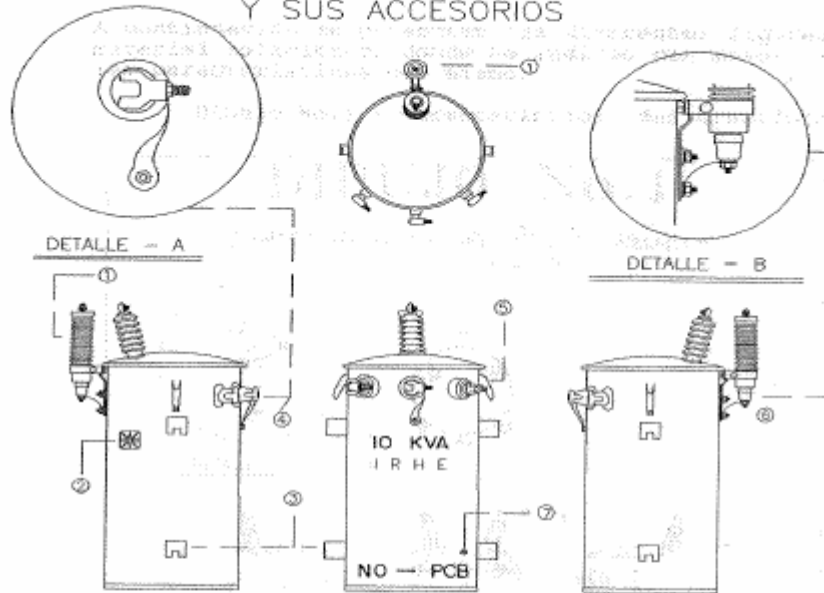
### a) Dibujos del Material:

A continuación se presentan las diferentes figuras del material solicitado, donde se indican con mayor detalle las características del mismo.



# DIBUJO No.1

## CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR Y SUS ACCESORIOS



DETALLES:

- 1- PARARRAYO
- 2- INTERCAMBIADOR DE DERIVACIONES (EXTERNO)
- 3- AGARRADERAS DE SOPORTE
- 4- CONEXION AL TANQUE DEL BUSHING NEUTRAL SECUNDARIO
- 5- OREJAS PARA ALZAR EL TANQUE
- 6- DETALLE DE INSTALACION DE LA ABRAZADERA DE MONTAJE DEL PARARRAYO
- 7- CONEXION DE PUESTA A TIERRA DEL TANQUE

JR/DAP 11/11/94

b) Tabla de Datos Técnicos:

El proponente deberá entregar con su oferta, la Tabla No. 1, No. 2 y No. 3, llena con todos los datos que se solicitan e indican.

<b>Tabla No.1 - Datos Técnicos del Transformador</b>		
1	Fabricante y país de fabricación	
2	Capacidad en kVA	
3	Voltaje bobina de alto voltaje	
4	Voltaje bobina de bajo voltaje	
5	Frecuencia en Hertz	
6	Clase	
7	Elevación de temperatura en °C	
8	Tipo	
9	Derivaciones (taps) - %	
10	Nivel Básico de Impulso (BIL) a) Alto voltaje - kV  b) Bajo voltaje - kV	
11	Voltaje (clase) del pasamuro de alto voltaje	
12	Distancia de fuga - terminal de alto voltaje	
13	Corriente a plena carga en ampere	
14	Corriente de excitación a voltaje nominal en ampere.	
15	Impedancia en porcentaje (%) Resistencia en porcentaje (%) Reactancia en porcentaje (%)	
16	Porcentaje de Regulación a) factor de potencia de 1.0 b) factor de potencia de 0.8 (-)	
17	Pérdidas en watts a) pérdidas sin carga (no-load losses) b) pérdidas con carga al 100%(load losses)	
18	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	

19	Peso total en kg.	
20	Peso del aceite en kg.	
21	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	

<b>Tabla No. 2 - Datos Técnicos del Pararrayo</b>		
1	Nombre del fabricante y país de fabricación	
2	Modelo	
3	Número de Catálogo	
4	Clasificación del Pararrayo	
5	Tipo de trabajo (duty)	
6	Capacidad de voltaje (kV-RMS)	
7	MCOV (kV-RMS)	
8	Pruebas de diseño 8.1) ciclo de trabajo (duty cycle) - A 8.2) alta corriente-corta duración - kA 8.3) baja corriente-alta duración - A	
9	Prueba de voltaje (RMS) a 60Hz prueba seca - 1 minuto (kV) prueba mojada - 10 segundos (kV)  Prueba de impulso de onda completa 1.2/50 en cresta (BIL)	
10	Tipo de elemento	
11	Cubierta exterior a) Tipo de material b) Color del material	
12	Con desconectador automático del terminal de tierra	
13	Pararrayo del tipo no fraccionable	
14	Corriente de fuga (leakage) del pararrayo cuando el voltaje en los extremos del mismo tiende a cero	
15	Número de catálogo del soporte para el pararrayo	
16	Fabricante del soporte del pararrayo	

<b>Tabla No. 3 - Datos Técnicos del Líquido Aislante</b>		
1	Hoja de Datos de las características físico-químicas del líquido aislante dieléctrico	
2	Tipo de Líquido Aislante o Dieléctrico	
3	Nombre Comercial del Líquido Aislante o Dieléctrico	
4	Nombre del Fabricante del Líquido Aislante o Dieléctrico	
5	Año de Producción del Líquido Aislante o Dieléctrico	
6	País de Fabricación o Producción del Líquido Aislante o Dieléctrico	
7	País de Origen del Líquido Aislante o Dieléctrico	
8	Hoja de Datos de las características físico-químicas de los aditivos que contenga el líquido aislante dieléctrico	
9	Concentración de los elementos y compuestos del Líquido Aislante o Dieléctrico y sus aditivos	
10	Institución que ha realizado las pruebas y los análisis físico-químicos del Líquido Aislante	
11	Listado del Volumen del Líquido Aislante en litros, para los diferentes tamaños y voltajes de los transformadores	
12	Listado del Peso del Líquido Aislante en kilogramos, para los diferentes tamaños y voltajes de los transformadores	
13	Temperatura de Ebullición del Líquido Aislante o Dieléctrico en grados Centígrados	
14	Temperatura de Congelación del Líquido Aislante o Dieléctrico en grados Centígrados	
15	<p>La hoja de datos del punto 1 deberá contener como mínimo la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reacción</li> <li>- Neutralización (mg. KOH por gr. de aceite) (ASTM D-974)</li> <li>- Cloruros o sulfatos inorgánicos (ASTM D-878)</li> <li>- Sulfuros corrosivos libres o combinados (ASTM D-1275)</li> <li>- Punto de ignición (ASTM D-92)</li> <li>- Punto de combustión (ASTM D-92)</li> <li>- Desmulsificación (ASTM D-1935)</li> <li>- Punto de flujo (Pour) (ASTM D-97)</li> <li>- Viscosidad <ul style="list-style-type: none"> <li>100 °C</li> <li>40 °C</li> <li>0 °C</li> </ul> </li> </ul> <p>(ASTM D-445)</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de humedad (ASTM D-1533)</li> <li>- Gravedad específica a 15.5 °C (ASTM D-1298)</li> <li>- Tensión interfacial (ASTM D-971)</li> <li>- Factor de potencia 60 Hz 25 °C (ASTM D-924)</li> <li>- Factor de potencia 60 Hz 100 °C (ASTM D-924)</li> <li>- Rigidez dieléctrica (ASTM D-877)</li> <li>- Rigidez dieléctrica separación 0.04 pulgadas (ASTM D-1816)</li> <li>- Constante dieléctrica</li> <li>- Número de precipitación</li> <li>- Calor específico</li> <li>- Coeficiente de expansión a 0 °C 100 °C</li> <li>- Peso por litro</li> <li>- Color (ASTM D-1500)</li> <li>- Vida de oxidación (ASTM D-1500)</li> <li>- Punto de anilina (ASTM D-611)</li> <li>- Impulso, aguja negativa (ASTM D-3300)</li> <li>- Listado de aditivos que contiene</li> </ul>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--