



ENSA

Departamento de normas

Especificación Técnica

**Transformador Convencional Monofásico
(167 a 500 kVA) con Dos (2) Pasamuros**

Código:	NO.MA.07.05
Fecha de Creación:	27-dic-95
Fecha de Última Actualización:	5-ago-14
Versión:	1.0
Páginas:	1 a 16

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 convencional con paquete de accesorios tipo subestación, con dos (2) pasamuros, para ser instalados en líneas eléctricas primarias.

2. ALCANCE

Esta especificación cubre los requerimientos eléctricos, mecánicos y de fabricación, para transformadores de distribución tipo convencional con paquete de accesorios tipo subestación, monofásico, lleno de aceite mineral dieléctrico (NO-PCB), tipo-S, clase-A, con núcleo de material amorfo o acero al silicio de alta eficiencia; para ser usados en sistemas de distribución eléctrica, estrella 4-alambres, o delta 3-alambres:

- 2,400/4,160Y volt
- 7,620/13,200Y volt
- 12,000 delta volt
- 19,920/34,500Y 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 está 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, el menor indicio de corrosión, deberá ser rechazado, hasta que esta anomalía sea subsanada a satisfacción de **ENSA**.
- 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 de 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) **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 ésta 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 como sigue:

TAMAÑO (AWG)	34.5 kV o MENOS (kVA)	34.5 kV (kVA)
#8 a #2	167	250 a 500
#6 a #4/0	250 a 500	---

3. Los transformadores deberán tener dos (2) pasamuros montados en el tanque, acomodado según la designación tipo-S, clase-A.

NOTA: Los transformadores tipo reductores, sólo tendrán los cuatro (4) pasamuros de alto voltaje correspondiente.

d) Pasamuros de Bajo Voltaje:

1. Tipo porcelana para uso en exteriores, o de material polyester reforzado con fibra de vidrio.

2. Los terminales tipo espada deberán ser del tipo "H" ó "J", apropiados para usarse con terminales para conductores de cobre y aluminio. Los tipos de terminales tipo espada serán como sigue:

TAMAÑO	kVA (120/240 V)	kVA (240/480 V)
ESPADA- H	167 y 250	167 a 500
ESPADA- J	333 y 500	---

3. Deberán tener cuatro (4) pasamuros de bajo voltaje, montados en los lados del tanque.

NOTA: Los transformadores tipo reductores, llevan igual cantidad de pasamuros en el lado de alto como en el de bajo voltaje.

e) 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 de bajo voltaje al tanque.
3. El tanque deberá tener instalados de fábrica, los siguientes accesorios tipo subestación:
 - Válvula de drenaje con facilidad para muestreo del aceite
 - Facilidad de una conexión superior para filtrado del aceite
 - Indicador del nivel del aceite
 - Termómetro
4. El tanque deberá tener unas orejas permanente 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:
 - ENSA kVA Nominal
 - 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, 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 del fabricante
- 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 tipos "A" ó "C", de acuerdo con lo indicado en la norma ANSI C57.12.20.
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 está especificación.
12. El tanque deberá ser construido con una sola lámina de acero de grueso calibre y después de laminado será unido a máquina. El plato de la base será laminado y unido a la pared del tanque formándose un anillo en la unión del tanque, de tres espesores de acero.

f) 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.

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	20 kV - mínimo
-----------------------	-----------------------

g) Contratueras:

Todas las conexiones eléctricas, tornillos de montaje de los pasamuros y los tornillos de adhesión de la cubierta, requieren de contratueras. Las contratueras deberán ser fabricadas de un material que cumpla con los requerimientos de la norma ANSI B18.21.1, última revisión.

h) 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 A.
- 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:
 - 2,400/4,160Y volt
 - 7,620/13,200Y volt
 - 12,000 delta volt
 - 19,920/34,500GrdY volt
 2. Secundario:
 - 120/240 volt
 - 240/480 volt
 - 277 volt
 - 2,400/4,160 volt
 - 7,620/13,200 volt
 - 12,000 delta volt
- f) Nivel Básico de Impulso (BIL)
- | | |
|-------------------|-------|
| 0-600 volt | 30 kV |
| 2,400/4,160Y | 60 kV |
| 7,620/13,200Y | 95 kV |
| 12,000 delta | 95 kV |
| 19,920/34,500GrdY | 150kV |

g) Frecuencia: 60 Hertz

h) Accesorios tipo subestación 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

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

CAPACIDADES DE LOS TRANSFORMADORES

Voltaje Primario (Volt)	Voltaje Secundario (Volt)	Capacidad en kVA
2,400/4,160Y	120/240 -----	167 a 250 -----
	240/480 -----	167 a 500 -----
	277	167 a 500
7,620/13,200Y	120/240 -----	167 a 250 -----
	240/480 -----	167 a 500 -----
	277	167 a 500
	2,400/4,160Y	167 a 500
12,000	120/240 -----	167 a 250 -----
	240/480 -----	167 a 500 -----
	277	167 a 500
	2,400/4,160Y	167 a 500
	7,620/13,200Y	167 a 500
19,920/34,500Y	120/240 -----	167 a 250 -----
	240/480 -----	167 a 500 -----
	277	167 a 500
	2,400/4,160Y	167 a 500
	7,620/13,200Y	167 a 500

CAPACIDADES:

167; 250; 333; 500 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. En él, se debe 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).

d) Certificaciones:

El Contratista o Proveedor deberá suministrar A **ENSA**, en un termino 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 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%; F_p (factor de pérdidas) = 0.3; c (tasa de crecimiento de la carga) = 3%; I_1 (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**.

3. 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.

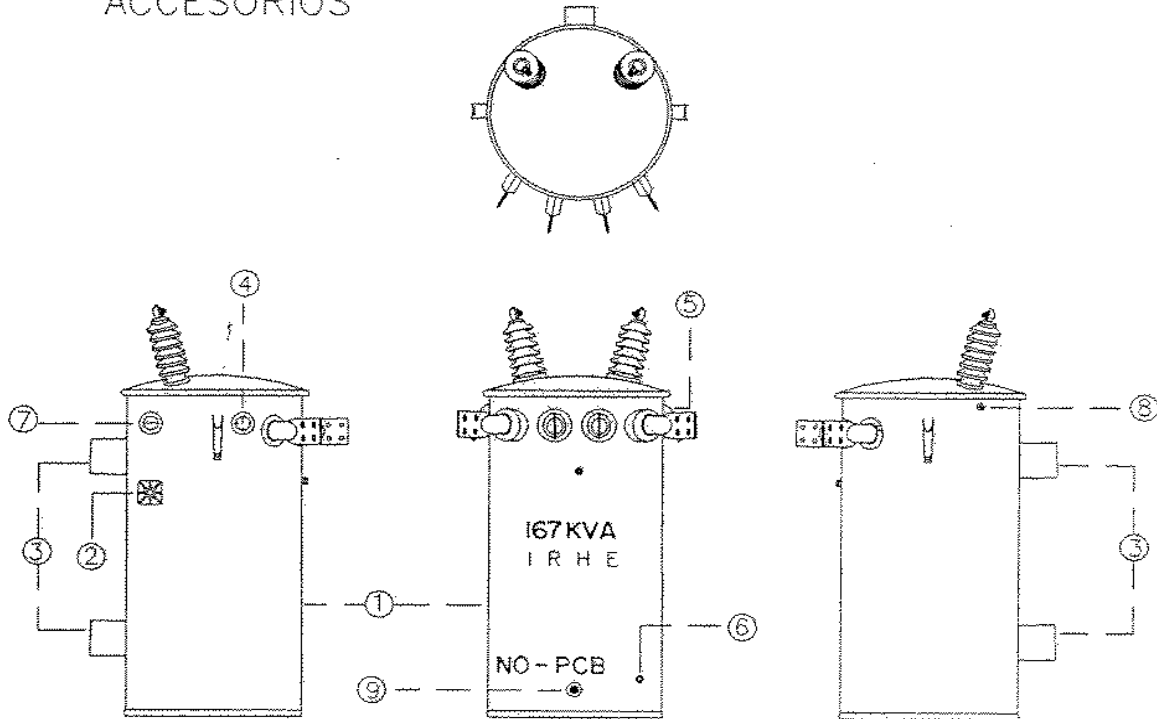
12. DIBUJO DEL MATERIAL Y TABLAS DE DATOS TECNICOS

a) Dibujos del Material:

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

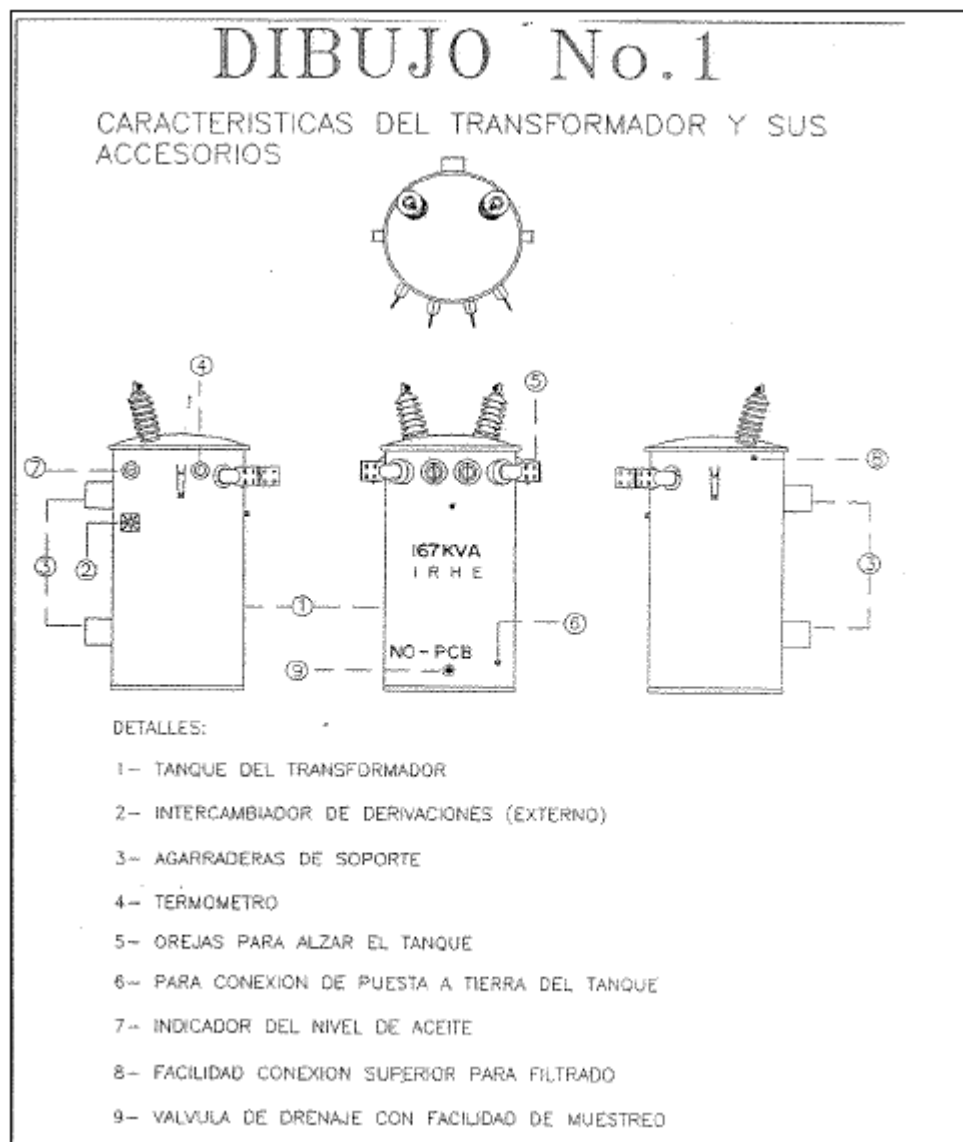
DIBUJO No.1

CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR Y SUS ACCESORIOS



DETALLES:

- 1- TANQUE DEL TRANSFORMADOR
- 2- INTERCAMBIADOR DE DERIVACIONES (EXTERNO)
- 3- AGARRADERAS DE SOPORTE
- 4- TERMOMETRO
- 5- OREJAS PARA ALZAR EL TANQUE
- 6- PARA CONEXION DE PUESTA A TIERRA DEL TANQUE
- 7- INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE
- 8- FACILIDAD CONEXION SUPERIOR PARA FILTRADO
- 9- VALVULA DE DRENAJE CON FACILIDAD DE MUESTREO



b) Tabla de Datos Técnicos:

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

Tabla No.1 - Datos Técnicos del Transformador		
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	

NOTA: Para los transformadores reductores, en los puntos 4, 10b, 11, y 12 donde se indica bajo voltaje, poner y adicionar los datos del lado de alto voltaje de menor valor.

Tabla No. 2 - Datos Técnicos del Líquido Aislante		
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"> - Reacción - Neutralización (mg. KOH por gr. de aceite) (ASTM D-974) - Cloruros o sulfatos inorgánicos (ASTM D-878) - Sulfuros corrosivos libres o combinados (ASTM D-1275) - Punto de ignición (ASTM D-92) - Punto de combustión (ASTM D-92) - Desmulsificación (ASTM D-1935) - Punto de flujo (Pour) (ASTM D-97) - Viscosidad <ul style="list-style-type: none"> 100 °C 40 °C 0 °C (ASTM D-445) - Contenido de humedad 	

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