ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANDE Nº 04.13.25 – Rev. 3

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL DE DISTRIBUCIÓN

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Fecha:
Ing. Victor E. Forcadell J. DD/NSD1 Nº Personal: 2866	Ing. José A. Espinoza D. DD/NSD Nº Personal: 5671	Ing. Medardo K. Inoue U. DD/ID Nº Personal: 2638	17/08/11
Revisión: 3			
Hojas revisadas: Rev. 1 – 16/42, 31/42, 40/42.			15/09/11
Hojas revisadas: Rev. 2 – 10/42, 11/42, 12/42, 16/42, 27/42, 38/42, 40/42.			20/10/11
Hojas revisadas: Rev. 3 – 17/42, 18/42, 19/42, 40/42.			03/05/12
Hojas revisadas: Rev. 4 – Caratula, Índice, Reg. de rev., 15/42 a 18/42, 40/42.			14/02/17

Grupo: *Transformadores de distribución*

Reemplaza a: 04.13.25 – Rev. 2
Fecha: *25/04/11*

ÍNDICE

1. OBJETIVO 1

2. NORMAS TÉCNICAS 1

3. CONDICIONES DE SERVICIO 3
   3.1. Condiciones de instalación 3
   3.2. Condiciones ambientales 3
   3.3. Características eléctricas de la red 3

4. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO 4
   4.1. Características eléctricas 4
   4.2. Características constructivas 6
   4.3. Terminación superficial 14
   4.4. Marcación 14
   4.5. Características del aceite aislante 17

5. ENSAYOS DE TIPO, DE RUTINA Y DE RECEPCIÓN 18
   5.1. Ensayos de Tipo 18
   5.2. Ensayos de Rutina 20
   5.3. Ensayos de Recepción 21
   5.4. Muestreo y Aceptación o Rechazo del lote para los Ensayos de Recepción 23
   5.5. Tolerancias para las características eléctricas 25

6. ALCANCE DEL SUMINISTRO 25
   6.1. Repuestos 25

7. EMBALAJE 26
   7.1. Embalaje 26
   7.2. Marcación del embalaje 26

DISEÑOS 27

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS 34

PLANILLA DE ENSAYOS DE TIPO 42

REGISTRO DE REVISIONES

Modificaciones realizadas a la versión del 03 de mayo del año 2012 (Rev.: 3; H. R.: 3)		
Anterior		**Descripción de la modificación actual**
Pág.	**Ítem**	
-	-	Carátula.
-	-	Índice.
-	-	Se agrega "Registro de revisiones" del documento, donde constan los cambios realizados en el mismo, respecto de la versión anterior, en forma general.
15	4.4.1.1	Se introduce el texto "Sin contenido de PCB (Bifeniles Policlorados)" y se organiza el contenido.
16 a 17	- - -	Solo varia la ubicación física de los Ítems y se organiza el contenido.
18	4.5.5/6/7	Se modifica texto sobre PCB, conforme normativa nacional vigente y certificados de acreditación validados por el ONA.
40	- - -	Se modifica la PDG, con referencia a las características del aceite aislante y de acuerdo a los Ítems 4.5.5/6/7, respectivamente.

1. OBJETIVO:

1.1. Estas Especificaciones Técnicas establecen las condiciones técnicas mínimas que deben ser satisfechas en el suministro de los transformadores monofásicos convencionales de distribución aislados en aceite, que serán utilizados en la Red de Media Tensión de la ANDE.

1.2. Estas Especificaciones comprenden los siguientes ítems:

Tabla 1

ÍTEM N°	DESCRIPCIÓN
1	Transformador monofásico convencional de distribución de 10 kVA
2	Transformador monofásico convencional de distribución de 25 kVA

1.3. A menos que se especifique lo contrario, las prescripciones y características mencionadas en estas Especificaciones hacen referencia a todos los transformadores citados en la Tabla 1.

2. NORMAS TÉCNICAS:

2.1. En la aplicación de esta Especificaciones, será necesario consultar las siguientes Normas:

NBR 5356-1	Transformadores de potência. Parte 1: Generalidades.
NBR 5356-2	Transformadores de potência. Parte 2: Aquecimento.
NBR 5356-3	Transformadores de potência. Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos em ar.
NBR 5356-4	Transformadores de potência. Parte 4: Guia de ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores.
NBR 5356-5	Transformadores de potência. Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos.

NBR 5435	Bucha para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160 A – Dimensões
NBR 5437	Bucha para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 1,3 kV - 160 A, 400 A, 800 A - Dimensões
NBR 5438	Bucha para transformadores - Tensão nominal 1,3 kV, 2000 A, 3150 A, 5000 A – Dimensões
NBR 5440	Transformadores para redes aéreas de distribuição – Padronização
NBR 5915	Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem – Especificação.
NBR 5950	Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados – Especificação.
NBR 6649	Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural
NBR 6650	Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural
NBR 11388	Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas.
NBR 11888	Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais.
IEC 60076-5	Power Transformers. Part 5: Ability to withstand short circuit.
IEC 60296	Fluids for electrotechnical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear
IEC 61619	Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography.

ASTM D 877	Standard test method for dielectric breakdown voltage of Insulating Liquids using Disk Electrodes
ASTM D 4059	Standard test method for analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography.

2.2. El equipo debe ser diseñado, fabricado y ensayado de acuerdo a lo establecido en las Normas NBR 5356-1, 5356-2, 5356-3, 5356-4, 5356-5 e IEC 60076-5, principalmente.

2.3. Serán aceptadas otras Normas de Fabricación y Ensayo, siempre y cuando aseguren una calidad del equipo igual o superior a lo establecido en estas Especificaciones y no se contradigan con lo establecido en las mismas ni con las Normas mencionadas en el ítem 2.1.

2.4. En caso de existir diferencias o contradicciones entre estas Especificaciones Técnicas y las Normas mencionadas prevalecerá lo indicado en las Especificaciones.

3. CONDICIONES DE SERVICIO:

3.1. Condiciones de instalación:

3.1.1. Los transformadores serán instalados generalmente en puestos de instalaciones externas y aéreas, fijados mediante soportes a un único poste.

3.1.2. Estos transformadores serán instalados en líneas de Media Tensión, trifásicas trifilares y monofásicas unifilares, siendo estas últimas con retorno por tierra (SWER – Single Wire Earth Return), con tensión nominal de 13,2 kV entre fase y tierra.

3.2. Condiciones ambientales:

• Temperatura máxima del aire:	45 ºC
• Temperatura media diaria máxima:	30 ºC
• Temperatura mínima del aire:	-5 ºC
• Humedad relativa ambiente máxima:	100 %
• Cota de instalación:	≤ 1.000 m.s.n.m

3.3. Características eléctricas de la red:

• Configuración del Sistema:

- Media Tensión: **Trifásico trifilar**, conectado en Estrella, neutro puesto a tierra sólidamente en el Centro de Distribución (Estación o Subestación).
  Trifásico trifilar, conectado en Triángulo, neutro puesto a tierra mediante transformador zigzag en el Centro de Distribución (Estación o Subestación).

- Baja Tensión: **Trifásico tetrafilar**, conectado en Estrella, neutro puesto a tierra sólidamente en el secundario del transformador de distribución, en las acometidas y en la red.
  Monofásico bifilar/trifilar, neutro puesto a tierra sólidamente en el secundario del transformador de distribución, en las acometidas y en la red.

• Tensión Nominal y tolerancias:

- Media Tensión:
  - Entre fases: 23.000 V ± 5 %
  - Entre fase y neutro: 13.200 V ± 5 %

- Baja Tensión:
  - Entre fases: 380 V ± 10 %
  - Entre fase y neutro: 220 V ± 10 %

Frecuencia Nominal y tolerancias: 50 Hz ± 2 %

4. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:

4.1. Características eléctricas:

4.1.1. Tipo, de acuerdo al nº de fases: Monofásico

4.1.2. Tensiones nominales, valor eficaz:

4.1.2.1. Primario (valores de tensión entre fase y neutro):

Derivación 1:	13.860 V
Derivación 2 (principal):	13.200 V
Derivación 3:	12.540 V
Derivación 4:	11.880 V

4.1.2.2.	Secundario:	
	Entre fases (conexión en serie):	462 V
	Entre fase y neutro (conexión en paralelo):	231 V
4.1.3.	Tensión soportada de impulso atmosférico, valor de cresta:	
	Primario:	≥ 125 kV
	Secundario:	≥ 30 kV
4.1.4.	Tensión soportada a frecuencia industrial – 1 min, valor eficaz:	
	Secundario:	≥ 10 kV
4.1.5.	Tensión inducida de corta duración, valor eficaz:	
	Primario:	≥ 46,7 kV ≤ 50 kV
4.1.6.	Radiointerferencia (RIV):	
	Tensión Aplicada en el Ensayo de Radiointerferencia, valor eficaz:	15 a 15,2 kV
	Tensión de Radiointerferencia (µV) @ 1 MHz:	≤ 650 µV
4.1.7.	Factor de disipación del aislamiento (factor de potencia) @ 20° C (NBR 5356-1):	≤ 1,2%
4.1.8.	Frecuencia nominal:	50 Hz
4.1.9.	Polaridad:	Substractiva
4.1.10.	Método de refrigeración:	ONAN
4.1.11.	Elevación de temperatura:	
4.1.11.1.	Elevación de Temperatura de los arrollamientos, determinada por variación de la resistencia eléctrica:	55 ° C
4.1.11.2.	Elevación de Temperatura de la superficie del aceite:	50 ° C
4.1.11.3.	Elevación de Temperatura del punto más caliente de los arrollamientos:	65 ° C

4.1.12. Las demás características eléctricas deben ajustarse a la Norma NBR 5356-1, cláusulas 11.4 y 11.5, y estar de acuerdo a la Tabla 2 siguiente.

// Tabla 2

Tabla 2

Potencia nominal [6]	Corriente soportada de cortocircuito – secundario, valor eficaz (kA)		Corriente en vacío (% de la corriente nominal)[1]	Pérdidas en vacío (W)[2]	Pérdidas en carga (W)[3]	Pérdidas totales (W)[4]	Impedancia de cortocircuito (% de la impedancia base)[5]
	Serie	Paralelo					
10 kVA	≥ 0,5	≥ 1,0	≤ 4,2	≤ 65	≤ 265	≤ 330	4,0
25 kVA	≥ 1,3	≥ 2,6	≤ 3,3	≤ 112	≤ 488	≤ 600	4,0

[1, 2] Medida en la derivación 2 (principal).
[3] Medida en la derivación 2 (principal) y referida a 75° C.
[4] Pérdidas totales = Pérdidas en vacío + pérdidas en carga a 75° C, medidas en la derivación 2 (principal).
[5] Medida en la derivación 2 (principal) y referida a 75° C
[6] Todas las derivaciones son derivaciones a plena potencia (NBR 5356-1, Cláusula 6.3)

4.1.13. **Capacidad térmica de soportar cortocircuitos:**

4.1.13.1. El transformador debe satisfacer lo exigido en la Cláusula 4.1 de la Norma NBR 5356-5, referente a temperaturas máximas admisibles, con la corriente de cortocircuito establecida en la Tabla 2 de estas Especificaciones.

4.1.14. **Capacidad dinámica de soportar cortocircuitos:**

4.1.14.1. El transformador debe soportar la corriente de cortocircuito establecida en la Tabla 2 de estas Especificaciones, cuando ensayado según el ítem 5.1.1.1 de estas Especificaciones.

4.2. Características constructivas:

4.2.1. Debe verificarse una distancia mínima de 25 mm entre las partes activas (arrollamientos y núcleo) y la cuba.

4.2.2. Debe ser posible desmontar la tapa del transformador sin necesidad de desencubar la parte activa.

4.2.3. Las partes activas (arrollamientos y núcleo) deben estar fijadas a la cuba, mediante calces que eviten su movimiento en ocasión de transporte o esfuerzos electrodinámicos. El calce inferior debe estar fijado mediante pernos a la prensa yugo inferior. Estos pernos deben tener las dimensiones de ½" de diámetro y 2" de largo.

4.2.4. **Arrollamientos:**

4.2.4.1. **Arrollamiento primario (Media Tensión):**

4.2.4.1.1. Material: El arrollamiento primario debe estar constituido por conductor de cobre o aluminio, de sección circular, esmaltado, clase de temperatura A (105° C), como mínimo.

4.2.4.1.2. Construcción: El arrollamiento primario debe estar constituido por secciones (paquetes o galletas) o ser continuo.

4.2.4.1.3. La bobina del arrollamiento primario debe estar conectada al aislador pasante, en un extremo y a la cuba en el otro extremo, en forma interna.

4.2.4.1.4. Los conductores de interconexión entre el aislador pasante, la cuba y la bobina del arrollamiento primario deben ser multifilares y flexibles.

4.2.4.1.5. La aislación de los arrollamientos debe ser uniforme.

4.2.4.2. **Arrollamiento secundario (Baja Tensión):**

4.2.4.2.1. Material: El arrollamiento secundario debe estar constituido por conductor de cobre de sección circular, conductor de cobre de sección rectangular con aristas redondeadas, conductor de aluminio de sección circular, conductor de aluminio de sección rectangular con aristas redondeadas (pletina), láminas de cobre o láminas de aluminio (hoja, folio o fleje).

4.2.4.2.2. Las espiras deben estar aisladas entre sí mediante esmalte o papel kraft, o la combinación de ambos, clase de temperatura A (105° C), como mínimo.

4.2.4.2.3. La aislación de los arrollamientos debe ser uniforme.

4.2.5. **Núcleo:**

4.2.5.1. Material: El núcleo debe estar constituido por chapas de acero silicio, con granos orientados y laminadas en frío.

4.2.5.2. Tipo de núcleo: El núcleo debe ser del tipo núcleo (ventana, apilado) o acorazado (envolvente).

4.2.5.3. En todos los casos, el montaje del núcleo debe ser tal que permita la reutilización del mismo mediante la sustitución de los arrollamientos, sin la necesidad de cortar las chapas que conforman el núcleo ni la utilización de máquinas especiales.

4.2.5.4. Los bulones que atraviesan las chapas del núcleo deben estar aislados de éstas y conectados a tierra.

4.2.5.5. El núcleo debe estar conectado a la cuba (en un único punto), mediante un conductor flexible de cobre.

4.2.5.6. Prensa yugo: La prensa yugo debe ser de hierro o acero, sin calces intermedios entre ésta y el yugo del núcleo, además no debe tener rellenos ni agregados.

4.2.6. **Aislador pasante primario:**

4.2.6.1. El aislador pasante primario debe tener una tensión nominal de 25,8 kV y debe ser fabricado de acuerdo con la Norma NBR 5435.

4.2.6.2. El material del aislador pasante debe ser porcelana vitrificada, de características establecidas en la Norma NBR 5435 para asegurar una vida útil prolongada y soportar las solicitaciones derivadas de la instalación a la intemperie, como ser: lluvia, radiación solar, altas temperaturas, etc.

4.2.6.3. El aislador pasante debe soportar los esfuerzos que eventualmente pudieran producirse en la instalación del equipo, particularmente en el momento de la conexión de los cables al mismo.

4.2.6.4. El aislador pasante primario debe estar ubicado en la tapa de la cuba sobre el resalto mencionado en el ítem 4.2.11.4 y de acuerdo a la Figura 1 estas Especificaciones.

4.2.6.5. El dispositivo de sujeción de este aislador a la tapa debe ser externo a la cuba.

4.2.6.6. **Borne primario de conexión del transformador a la línea:**

4.2.6.6.1. El borne de conexión del transformador a la línea debe ser apto para conductores de cobre, aluminio o aleación de aluminio, de 25 a 50 mm^2 de sección, y debe ser fabricado de acuerdo con la Norma NBR 5435.

4.2.6.6.2. Este borne primario debe ser del tipo prensa con ojal (Figura 5 de estas Especificaciones).

4.2.6.6.3. Material: Los bornes, incluyendo pernos y arandelas, deben ser de cobre o aleación de cobre.

4.2.6.6.4. Tratamiento superficial de los bornes: Los bornes, incluyendo bulones, tuercas y arandelas deben ser estañados.

4.2.6.7. **Denominación del aislador pasante primario:**

4.2.6.7.1. El aislador pasante primario debe estar denominado de la siguiente manera: **H1**

4.2.7. **Aisladores pasantes secundarios:**

4.2.7.1. Los aisladores pasantes secundarios deben tener una tensión nominal de 1,3 kV y deben ser fabricados de acuerdo con las Normas NBR 5437 y NBR 5438.

4.2.7.2. El material de los aisladores pasantes debe ser porcelana vitrificada, de características establecidas en la Norma NBR 5437 y NBR 5438 para asegurar una vida útil prolongada y soportar las solicitaciones derivadas de la instalación a la intemperie, como ser: lluvia, radiación solar, altas temperaturas, etc.

4.2.7.3. Los aisladores pasantes deben soportar los esfuerzos que eventualmente pudieran producirse en la instalación del equipo, particularmente en el momento de la conexión de los cables al mismo.

4.2.7.4. Los aisladores pasantes secundarios deben estar ubicados en la parte posterior de la cuba, de acuerdo a lo indicado en la Figura 1 de estas Especificaciones. Los mismos deben estar ubicados sobre los resaltos mencionados en el ítem 4.2.10.4 de estas Especificaciones.

4.2.7.5. El dispositivo de sujeción de estos aisladores debe ser interno a la cuba.

4.2.7.6. **Bornes secundarios de conexión del transformador a la línea:**

4.2.7.6.1. Los bornes de conexión del equipo a la línea deben ser aptos para conductores de cobre o aleación de aluminio y deben ser fabricados de acuerdo con las Normas NBR 5437 y NBR 5438.

4.2.7.6.2. Los transformadores deben contar con bornes tipo prensa con ojal, T1 según NBR 5437, apto para la conexión de conductores de 35 mm² a 100 mm² de sección (Figura 6 de estas Especificaciones).

4.2.7.6.3. Material: Los bornes, incluyendo pernos, tuercas y arandelas, deben ser de cobre o aleación de cobre.

4.2.7.6.4. Tratamiento superficial de los bornes: Los bornes deben ser estañados.

4.2.7.7. **Disposición y denominación de los aisladores pasantes secundarios:**

4.2.7.7.1. Los aisladores pasantes secundarios deben estar dispuestos en el siguiente orden, con la denominación siguiente, cuando observados desde el lado correspondiente al secundario, de izquierda a derecha:

X1 – X3 – X2 – X4

4.2.8. **Borne de puesta a tierra:**

4.2.8.1. Los transformadores deben contar con un borne de puesta a tierra para la puesta a tierra de la cuba y por ende, del extremo correspondiente de la bobina del arrollamiento conectado internamente a la cuba.

4.2.8.2. Este borne debe estar ubicado en el soporte superior para poste, en el costado derecho del mismo, observado desde el lado correspondiente al secundario (Figura 1 de estas Especificaciones).

4.2.8.3. El borne debe ser del tipo prensa paralela, apto para alojar conductores de 25 mm^2 a 70 mm^2 de sección (Figura 7 de estas Especificaciones).

4.2.8.4. Material: El borne, incluyendo bulones y arandelas, debe ser de cobre o aleación de cobre.

4.2.8.5. Tratamiento superficial: El borne, incluyendo bulones y arandelas debe ser estañado.

4.2.8.6. **Denominación del borne de puesta a tierra:**

4.2.8.6.1. El borne de puesta a tierra debe estar denominado de la siguiente manera: **H0**

4.2.9. **Conmutador de derivaciones con operación interna o externa:**

4.2.9.1. El transformador debe contar con un conmutador de derivaciones, para operaciones sin tensión, cambio simultaneo en las fases y contacto eficiente en todas sus posiciones.

4.2.9.2. Este conmutador debe contar con 4 posiciones correspondientes a las 4 derivaciones establecidas en el ítem 4.1.2.1 de estas Especificaciones.

4.2.9.3. El mismo debe ser del tipo de comando lineal o rotativo

4.2.9.4. Operación Interna: Debe ser visible y accesible a través de la abertura de inspección. El accionamiento del conmutador debe ser hecho sin la necesidad de que el operador entre en contacto con el aceite aislante, aun en las condiciones de máxima temperatura permitida.

4.2.9.5. Operación externa: Debe contar con una perilla en forma externa, en el resalto correspondiente en la tapa o al costado de la cuba, debe poseer algún dispositivo que evite operaciones indeseadas del conmutador (tapa de protección, perno roscado o similar) ubicada de acuerdo a la Figura 1 de estas Especificaciones.

4.2.10. **Cuba:**

4.2.10.1. La cuba y tapa deben ser fabricadas a partir de chapas de acero, de acuerdo a las Normas NBR 6649 y/o NBR 6650, en lo que fuere aplicable.

4.2.10.2. Espesor: El espesor de la chapa que constituye las distintas partes de la cuba y tapa debe ser el establecido en la Tabla 3 de estas Especificaciones.

Tabla 3: Espesor mínimo de la chapa de la cuba y tapa

Tapa (mm)	Cuba (mm)	Fondo de la cuba (mm)
2,65	2,65	3,18

4.2.10.3. La cuba debe contar con apoyos, de manera que la base de la misma no quede en contacto con el suelo cuando el transformador esté apoyado sobre el mismo.

4.2.10.4. La parte posterior de la cuba debe contar con resaltos sobre los cuales deben estar ubicados los aisladores pasantes secundarios.

4.2.11. **Tapa:**

4.2.11.1. La tapa debe poseer pestañas en los bordes, de manera a evitar el ingreso de agua al interior del transformador.

4.2.11.2. El diseño de la tapa debe ser tal que no permita la acumulación de agua sobre la misma.

4.2.11.3. El transformador debe contar con una conexión equipotencial entre la tapa y la cuba, la misma debe estar constituida por un conductor flexible de cobre, de 4 mm^2 de sección, como mínimo.

4.2.11.4. La tapa debe contar con resaltos sobre los cuales deben estar ubicados los aisladores pasantes primarios.

4.2.11.5. Cierre de la tapa: La tapa debe ser asegurada a la cuba mediante dispositivos de cierre con pernos, de acuerdo a la Figura 8 de estas Especificaciones.

4.2.12. **Abertura para inspección:**

4.2.12.1. Los transformadores deben contar con una abertura para inspección, de 120 mm de diámetro, para la carga del aceite, accionamiento del conmutador de derivaciones y efectuar inspecciones visuales varias, de acuerdo a la Figura 1 de estas Especificaciones.

4.2.12.2. La tapa de esta abertura para inspección debe contar con una junta de goma para asegurar su hermeticidad.

4.2.13. **Radiadores:**

4.2.13.1. En caso de contar con radiadores, los mismos deben estar fabricados a partir de chapa y/o tubos de acero, según normas NBR 5.915, NBR 5.590, NBR 6.650 y NBR 11.888.

4.2.13.2. El espesor de la chapa o la pared de los tubos debe ser de 1,2 mm.

4.2.14. **Válvula esclusa inferior:**

4.2.14.1. El transformador de 25 kVA debe contar con una válvula esclusa inferior de 3/4" de diámetro, ubicada en la parte inferior de la cuba, para el vaciado de la cuba y para realizar el tratamiento del aceite (Figura 1 de estas Especificaciones).

4.2.15. **Soportes para fijación al poste:**

4.2.15.1. Los transformadores deben poseer 2 soportes para fijación al poste. La forma, dimensiones y ubicación de los mismos debe ser la establecida en las Figuras 1 y 2 de estas Especificaciones.

4.2.15.2. Los mismos deben estar soldados a la cuba, mediante cordón de soldadura continua y en la parte posterior de la cuba del transformador.

4.2.16. **Soporte para descargador de sobretensión:**

4.2.16.1. Los transformadores deben contar con 1 soporte para la fijación de 1 descargador de sobretensión.

4.2.16.2. El soporte debe ser de planchuela de acero, de 6 mm de espesor, 38 mm de ancho y debe tener la forma, dimensiones y ubicación indicada en las Figuras 4 y 5 de estas Especificaciones. La distancia entre el soporte y cualquier parte del borne primario no debe ser menor a la mínima distancia "d" entre cualquier parte de este borne y partes conductoras ubicadas en la tapa (dispositivo de sujeción del aislador pasante a la tapa, pernos de sujeción, etc.).

4.2.16.3. Este soporte debe estar soldado a la cuba del transformador, mediante cordón de soldadura continua.

4.2.17. **Ganchos para izado:**

4.2.17.1. Los transformadores deben contar con 2 conjuntos de ganchos, siendo 1 conjunto para el izado del transformador completo con su carga de aceite aislante y el otro conjunto para el desencubado y para izado de las partes activas.

4.2.18. **Juntas de sellado:**

4.2.18.1. Las tapas, aisladores pasantes, caños de interconexión, válvulas, etc., deben poseer juntas que permitan un cierre hermético.

4.2.18.2. Las juntas de sellado deben ser de goma sintética o material elastomérico adecuado para el contacto permanente con el aceite aislante, resistente a la humedad y a los rayos solares.

4.2.19. **Indicador de nivel de aceite:**

4.2.19.1. Debe marcarse en el interior de la cuba el nivel correcto de aceite aislante a 25° C. Este nivel debe ser visible desde la abertura para inspección.

4.2.20. **Dimensiones:**

4.2.20.1. Los transformadores no deben exceder los valores de la Tabla 4 siguiente:

Tabla 4: Dimensiones máximas de los transformadores

Altura (mm)[1]	Ancho (mm)[2]	Profundidad (mm)[3]
1.200	900	900

[1]La altura incluye los aisladores pasantes primarios y apoyos.
[2]El ancho incluye los radiadores.
[3]La profundidad incluye los radiadores y soportes para fijación al poste.

4.2.20.2. Las demás dimensiones deben estar de acuerdo a lo establecido en las figuras respectivas de estas Especificaciones.

4.3. Terminación superficial:

4.3.1. La tapa, cuba, y radiadores del transformador deben estar pintados.

4.3.2. Preparación de las superficies: Todas las superficies a ser pintadas deben ser preparadas previamente mediante arenado o granallado.

4.3.3. Terminación interna: Debe ser aplicada una capa de pintura anticorrosiva, que no afecte ni sea afectada por el aceite aislante. El espesor de la misma debe ser 30 µm, como mínimo.

4.3.4. Terminación externa: Debe ser aplicada una primera capa de pintura anticorrosiva, de 40 µm de espesor, como mínimo, y una capa superficial de pintura alquídica o poliuretánica, de 40 µm de espesor, como mínimo, que posea adecuada resistencia a la intemperie y de acuerdo a la norma NBR 11.388.

4.3.5. El color de la capa externa de pintura debe ser gris claro o verde turquesa.

4.4. Marcación:

4.4.1. **Placa de características:**

4.4.1.1. El transformador debe contar con una placa de características con las siguientes inscripciones e informaciones, como mínimo:

a) Administración Nacional de Electricidad – ANDE;
b) Número de Licitación y Año de la Licitación;

c) La inscripción "TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL DE DISTRIBUCIÓN"
d) Marca; Fabricante; Procedencia; Modelo; Año de Fabricación;
e) Norma de Fabricación;
f) Potencia Nominal;
g) Corriente Nominal Primaria para cada derivación;
h) Corriente Nominal Secundaria;
i) Método de refrigeración;
j) Impedancia de cortocircuito (% de la impedancia base);
k) Pérdidas en vacío; Pérdidas totales;
l) Corriente en vacío (% de la corriente nominal);
m) Tensión Nominal Primaria para cada derivación;
n) Tensión Nominal Secundaria;
o) Tensión soportada de impulso atmosférico – primario y secundario;
p) Tensión soportada a frecuencia industrial – secundario;
q) Tensión inducida de corta duración – primario;
r) Frecuencia Nominal;
s) Número de serie del Fabricante;
t) Material del conductor del arrollamiento primario y secundarios;
u) Peso total del transformador con la carga completa de aceite, en kg;
v) Peso del transformador sin aceite, en kg;
w) Peso de la parte activa, en kg;
x) Peso total del conductor del arrollamiento primario y secundario, en kg;
y) Peso del aceite aislante utilizado, en kg;
z) Volumen de aceite aislante utilizado, en litros;
aa) Tipo de aceite aislante utilizado;
bb) Sin contenido de PCB (Bifeniles Policlorados);
cc) Polaridad;
dd) Diagrama de Conexionado Interno.

4.4.1.2. Esta placa debe estar remachada a un soporte adecuado, el cual debe estar unido a la cuba del transformador por soldadura.

4.4.1.3. Debe existir una separación de 20 mm a 30 mm entre el soporte de la placa y la cuba del transformador.

4.4.1.4. Esta Placa de características debe estar ubicada según lo indicado en la Figura 1 de estas Especificaciones.

4.4.1.5. Los valores correspondientes a la Impedancia de cortocircuito, Pérdidas en vacío,

Pérdidas totales y Corriente en vacío que figuran en la Placa de Características deben ser los valores hallados en los Ensayos de Rutina.

4.4.2. **Identificación del aislador pasante primario, aisladores pasantes secundarios y borne de puesta a tierra:**

4.4.2.1. Los aisladores pasantes y el borne de puesta a tierra del transformador deben estar identificados de acuerdo a lo establecido en los ítems 4.2.6.7, 4.2.7.7 y 4.2.8.6 de estas Especificaciones.

4.4.2.2. La marcación correspondiente a la identificación de los aisladores pasantes y el borne de puesta a tierra debe ser en bajorrelieve y pintada con un color que contraste con el color de la pintura del transformador.

4.4.2.3. Los caracteres que componen la marcación deben tener una altura mínima de 15 mm, deben estar orientados y ubicados de acuerdo a lo establecido en la Figura 1 de estas Especificaciones.

4.4.3. **Marcación del conmutador de derivaciones en forma interna o externa:**

4.4.3.1. <u>En forma interna:</u> Las posiciones del sistema de conmutación deben estar marcadas en bajo relieve y pintadas con tinta indeleble en un color que contraste con el color del conmutador, según lo indicado en la Norma NBR 5440, ítem 6.1.3

4.4.3.2. <u>En forma externa:</u> Las 4 posiciones del conmutador deben estar claramente indicadas mediante marcación impresa y en relieve. Además, debe estar marcada en forma impresa la inscripción "NO OPERAR CON TENSIÓN" en la superficie adyacente al conmutador.

4.4.4. **Número de Orden de ANDE:**

4.4.4.1. El Número de Orden de ANDE debe estar marcado en forma impresa, pintado con un color que contraste con el color de la pintura del transformador.

4.4.4.2. Los caracteres que componen la marcación deben tener una altura mínima de 70 mm, deben estar ubicados en el costado derecho de la cuba, cuando observado desde el lado correspondiente al secundario, según la Figura 1 de estas Especificaciones.

4.4.4.3. Los caracteres deben estar dispuestos en forma vertical y orden descendente, siendo que el Número de Orden debe leerse de arriba hacia abajo.

4.4.5. **Marcación de la potencia del transformador:**

4.4.5.1. La potencia indicada en kVA, pintado con esmalte indeleble y duradero, de color negro con letras de dimensiones como mínimo de 70 mm. de altura, 50 mm. de ancho y trazo de 10 mm. de espesor, en lugar y forma a quedar visibles una vez montado.

4.4.6. **Marcación adicional en bajorrelieve de la cuba, la tapa y la prensa yugo:**

4.4.6.1. La cuba, la tapa y la prensa yugo debe estar marcadas en bajorrelieve con el Número de serie del Fabricante.

4.5. Características del aceite aislante:

4.5.1. El transformador debe ser suministrado con carga completa de aceite mineral aislante, listo para entrar en servicio.

4.5.2. El aceite a ser suministrado debe ser nuevo y del tipo Nafténico o Parafínico.

4.5.3. Si el aceite mineral contiene inhibidores de oxidación, la proporción máxima de los mismos debe ser la siguiente: entre 0.15% y 0.4% por masa de 2,6 di – tert- butil – paracresol (DBPC) o 2,6 di – tert – butyl – fenol (DBP), según la Norma IEC 60296.

4.5.4. Las características del aceite deben ser las establecidas en la Tabla 5 de estas Especificaciones.

Tabla 5

Características			Norma de Ensayo	Unidad de medida	Valores antes del contacto con las partes activas	Valores después del contacto con las partes activas
1	Aspecto		(ASTM D 1524)	-	CLARO	CLARO
2	Color		(ASTM D 1500)	-	≤ 1	≤ 1
3	Densidad @ 20/4 º C	Nafténico	(ASTM D 1298)	kg/dm^3	≥ 0,861 y ≤ 0,900	≥ 0,861 y ≤ 0,900
		Parafínico	(ASTM D 1298)	kg/dm^3	≤ 0,860	≤ 0,860
4	Punto de inflamación o combustión		(ASTM D 92)	ºC	≥ 140	≥ 140
5	Numero de neutralización (acidez)		(ASTM D 974)	mgKOH/g	≤ 0,040	≤ 0,040
6	Tensión interfacial @ 25º C		(ASTM D 971)	mN/m	≥ 40	≥ 40
7	Contenido de agua		(ASTM D 1533)	p.p.m.	≤ 35	≤ 35
8	Rigidez dieléctrica		(ASTM D 877)	kV	≥ 35	≥ 35
9	Factor de disipación (tg δ)	@ 25° C	(ASTM D 924)	%	≤ 0,05	≤ 0,10
		@ 100° C	(ASTM D 924)	%	≤ 0,50	≤ 1,00

4.5.5. El aceite aislante debe estar categorizado como "Sin contenido de PCB (Bifeniles Policlorados)" conforme normativa nacional vigente. Para el efecto el suministro debe acompañarse con el Informe del análisis (cromatografía gaseosa), realizado por un Laboratorio acreditado para el muestreo de aceites aislantes y para análisis de PCB en aceites, en el que conste como resultado: *PCB menor a 1 ppm, o PCB No Cuantificable o PCB No Detectable* con límite de cuantificación de 2 ppm. El informe debe indicar el método utilizado y además debe acompañarse de la descripción y documentación correspondiente a la cadena de custodia de las muestras de aceite y de los Certificados de Acreditación del Laboratorio, emitido por el organismo de Acreditación del país donde opera el Laboratorio.

4.5.6. El contenido de PCB debe ser determinado de acuerdo a lo establecido en las Normas IEC 61619 o ASTM D 4059.

4.5.7. Los Certificados de acreditación de los Laboratorios indicados arriba deben ser validados a través del Organismo Nacional de Acreditación (ONA) de Paraguay, de manera a garantizar la conformidad y trazabilidad de la documentación presentada.

5. ENSAYOS DE TIPO, DE RUTINA Y DE RECEPCIÓN:

5.1. Ensayos de Tipo:

5.1.1. Todos los Ensayos de Tipo deben ser realizados sobre un solo equipo que debe estar identificado, debe ser idéntico al modelo a ser suministrado, estos ensayos según lo establecido en las Normas y/o Cláusulas citadas y en las presentes Especificaciones, son los siguientes:

5.1.1.1. **Ensayo de capacidad de resistir a cortocircuitos (NBR 5356-5 e IEC 60076-5):**
Este ensayo debe ser realizado, de la manera siguiente:

1. Se debe realizar los Ensayos de Rutina, descriptos a continuación:
   a) El transformador debe ser ensayado con la corriente establecida en la Tabla 2 de estas Especificaciones.
   b) Debe medirse la resistencia y la reactancia de los arrollamientos, por fase.
   c) Ensayos dieléctricos, con el 100% de los valores de tensión establecidos en estas Especificaciones.
      i. Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial (tensión aplicada).
      ii. Ensayo de tensión inducida de corta duración.
2. Se debe realizar la aplicación de la corriente de cortocircuito.

3. Se debe realizar nuevamente los Ensayos de Rutina del ítem 5.1.1.1, sub ítem 1.
4. La parte activa debe ser retirada para su inspección.
5. En el informe debe constar los Ensayos de Rutina realizados antes y posterior a este ensayo, las variaciones porcentuales, la verificación de la parte activa, y la variación porcentual de la reactancia.

5.1.1.2. **Ensayo de elevación de temperatura (Cláusula 4.2, NBR 5356-2):** Este Ensayo debe ser realizado en la derivación 4, con las pérdidas totales (pérdidas en carga + pérdidas en vacío) halladas en dicha derivación y la corriente nominal de dicha derivación, respectivamente, para la condición de potencia nominal en régimen permanente. La Elevación de Temperatura del punto más caliente de los arrollamientos debe ser hallada de acuerdo al Anexo B.2 de la Norma NBR 5356-2, considerando un factor de punto más caliente de 1,1.

5.1.1.3. **Ensayo de tensión de impulso atmosférico (Cláusula 13, NBR 5356-3):** Este Ensayo debe ser realizado en el arrollamiento primario sobre el TAP 2 (principal) y en el arrollamiento secundario, con los valores de tensión establecidos en estas Especificaciones.

5.1.1.4. **Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial (tensión aplicada) (Cláusula 11, NBR 5356-3):** Este Ensayo debe ser realizado en el arrollamiento secundario, con los valores de tensión establecidos en estas Especificaciones.

5.1.1.5. **Ensayo de tensión inducida de corta duración (Cláusula 12.2.1, NBR 5356-3):** Se debe aplicar una tensión en el arrollamiento primario con el valor dentro del rango establecido en estas Especificaciones. La frecuencia para este Ensayo debe ser de 196 Hz, como mínimo, y la duración debe ser de 7.200 ciclos, como mínimo.

5.1.1.6. **Ensayo de radiointerferencia (Anexo E.25, NBR 5356-1):** Este Ensayo debe ser realizado con los valores establecidos en estas Especificaciones.

5.1.1.7. **Ensayo de factor de disipación del aislamiento (factor de potencia) (Cláusula 11.20 y Anexo E.12, NBR 5356-1)**

5.1.1.8. **Ensayo de verificación de espesor y adherencia de la pintura interna y externa (Anexo E.26, NBR 5356-1)**

5.1.1.9. **Ensayo de determinación del nivel de ruido audible (Cláusula 11.18, NBR 5356-1):** Se debe verificar que no sean excedidos los valores de ruido establecidos en las Tabla 7 y Tabla 8 de la Norma NBR 5356-1.

5.2. Ensayos de Rutina:

5.2.1. Estos Ensayos deben ser realizados por el fabricante durante el proceso de fabricación, en cada uno de los transformadores fabricados con la finalidad de demostrar el correcto funcionamiento del equipo.

5.2.2. Los resultados deben ser sobre el TAP 2 (principal), y registrados en los protocolos de Ensayo de Rutina, en donde sea aplicable.

5.2.3. Los Ensayos de Rutina deben ser realizados según lo establecido en las Normas y Cláusulas citadas y en las presentes Especificaciones, son los siguientes:

5.2.3.1. **Medición de resistencia eléctrica de los arrollamientos (Cláusula 11.2 y Anexo E.2, NBR 5356-1);**

5.2.3.2. **Medición de la relación de transformación, y polaridad (Cláusula 11.3 y Anexo E.3, E.4, E.5, E.6 y E.7, NBR 5356-1);**

5.2.3.3. **Medición de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas en carga (Cláusula 11.4 y Anexo E.9, NBR 5356-1);** Este Ensayo debe ser realizado con el 100% de la corriente nominal.

5.2.3.4. **Medición de las pérdidas en vacío y de la corriente en vacío (Cláusula 11.5 y Anexo E.8, NBR 5356-1);**

5.2.3.5. **Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial (tensión aplicada) (Cláusula 11, NBR 5356-3 y Anexo E.10.1.1, NBR 5356-1):** Este Ensayo debe ser realizado en el arrollamiento secundario, con los valores de tensión establecidos en estas Especificaciones.

5.2.3.6. **Ensayo de tensión inducida de corta duración (Cláusula 12.2.1, NBR 5356-3):** Se debe aplicar una tensión en el arrollamiento primario con el valor dentro del rango establecido en estas Especificaciones. La frecuencia para este Ensayo debe ser de 196 Hz, como mínimo, y la duración debe ser de 7.200 ciclos, como mínimo.

5.2.3.7. **Medición de la resistencia de aislamiento (Cláusula 11.9, NBR 5356-1);**

5.2.3.8. **Ensayo de estanqueidad y resistencia a la presión a temperatura ambiente (Cláusula 11.10, Anexo E.11.1, NBR 5356-1);**

5.2.3.9. **Verificación del funcionamiento de accesorios (Cláusula 11.10.2, Anexo E.16, NBR 5356-1):** Debe verificarse el funcionamiento de los accesorios requeridos en estas Especificaciones.

5.2.3.10. **Ensayo de rigidez dieléctrica del aceite aislante (ASTM D 877):** Debe verificarse el valor establecido en estas Especificaciones de acuerdo la Norma ASTM D 877.

5.3. Ensayos de Recepción:

5.3.1. Los Ensayos de Recepción, citados a continuación, deben ser realizados de acuerdo a lo estipulado en las Normas y Cláusulas citadas y en las presentes Especificaciones:

5.3.1.1. **Inspección visual:** Se verificarán que los siguientes ítems estén de acuerdo a lo establecido en estas Especificaciones:

- Material;
- Construcción;
- Terminación;
- Placa de características, Marcación e Identificación en gral.;
- Embalaje y Marcación del embalaje (si aplicable).

5.3.1.2. **Verificación dimensional:** Se verificará que las dimensiones estén de acuerdo con lo establecido en estas Especificaciones.

5.3.1.3. **Medición de resistencia eléctrica de los arrollamientos (Cláusula 11.2 y Anexo E.2, NBR 5356-1);**

5.3.1.4. **Medición de la relación de transformación y polaridad (Cláusula 11.3 y Anexo E.3, E.4, E.5, E.6 y E.7, NBR 5356-1);**

5.3.1.5. **Medición de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas en carga (Cláusula 11.4 y Anexo E.9, NBR 5356-1);** Este Ensayo debe ser realizado con el 100% de la corriente nominal.

5.3.1.6. **Medición de las pérdidas en vacío y de la corriente en vacío (Cláusula 11.4 y Anexo E.8, NBR 5356-1);**

5.3.1.7. **Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial (tensión aplicada) (Cláusula 11, NBR 5356-3 y Anexo E.10.1.1, NBR 5356-1):** Este Ensayo debe ser realizado en el arrollamiento secundario, con los valores de tensión establecidos en estas Especificaciones.

5.3.1.8. **Ensayo de tensión inducida de corta duración (Cláusula 12.2.1, NBR 5356-3):** Se debe aplicar una tensión en el arrollamiento primario con el valor dentro del rango establecido en estas Especificaciones. La frecuencia para este Ensayo debe ser de 196 Hz, como mínimo, y la duración debe ser de 7.200 ciclos, como mínimo.

5.3.1.9. **Medición de la resistencia de aislamiento (Cláusula 11.9, NBR 5356-1);**

5.3.1.10. **Ensayo de estanqueidad y resistencia a la presión a temperatura ambiente (Cláusula 11.10, Anexo E.11.1, NBR 5356-1);**

5.3.1.11. **Verificación del funcionamiento de accesorios (Cláusula 11.10.2, Anexo E.16, NBR 5356-1):** Debe verificarse el funcionamiento de los accesorios requeridos en estas Especificaciones.

5.3.1.12. **Ensayos del aceite aislante (Cláusula 11.11, NBR 5356-1):** Se debe ensayar el aceite aislante para determinar las siguientes características, las cuales deben estar de acuerdo a lo establecido en estas Especificaciones:

1. Rigidez dieléctrica
2. Contenido de agua
3. Factor de pérdidas dieléctricas o factor de disipación
4. Tensión interfacial

Además debe verificar las siguientes características, las cuales deben estar de acuerdo a lo establecido en estas Especificaciones:

5. Aspecto, según tabla 5 de estas Especificaciones
6. Color, según tabla 5 de estas Especificaciones
7. Se debe verificar que el aceite utilizado en los transformadores corresponda al proveedor y recipientes indicados en el documento de certificación, en donde se comprueba los valores de PCB's.

5.3.1.13. **Ensayo de elevación de temperatura (Cláusula 4.2, NBR 5356-2):** Este Ensayo debe ser realizado en la derivación 4, con las pérdidas totales (pérdidas en carga + pérdidas en vacío) halladas en dicha derivación y la corriente nominal de dicha derivación, respectivamente, para la condición de potencia nominal en régimen permanente. La Elevación de Temperatura del punto más caliente de los arrollamientos debe ser hallada de acuerdo al Anexo B.2 de la Norma NBR 5356-2, considerando un factor de punto más caliente de 1,1.

5.3.1.14. **Verificación del espesor y adherencia de la pintura de la parte externa (Cláusula 11.13, NBR 5356-1 y NBR 11388)**

5.4. Muestreo y Aceptación o Rechazo del lote para los Ensayos de Recepción:

5.4.1. Los Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial (tensión aplicada) y Ensayo de tensión inducida de corta duración deben ser realizados sobre el 100% del lote, siendo que la falla en estos Ensayos implicará el Rechazo de las unidades defectuosas en forma individual.

5.4.2. La verificación de lo solicitado en el ítem 5.3.1.12 del sub ítem 7, sobre el aceite aislante. La falta de lo indicado implicará el Rechazo de todo el lote.

5.4.3. El Ensayo de elevación de temperatura debe ser realizado sobre una unidad del lote, debiendo ser esta unidad la que haya presentado el mayor valor de pérdidas totales en el Ensayo correspondiente. La falla de esta unidad implicará el Rechazo de todo el lote.

5.4.4. El criterio de Muestreo y Aceptación o Rechazo a ser utilizado para los demás Ensayos de Recepción es el establecido en las Tablas 6 y 7 de estas Especificaciones, respectivamente.

5.4.5. Si el número de unidades defectuosas estuviese comprendido entre Ac y Re (excluyendo estos valores), deberá ser ensayada la segunda muestra. El total de unidades defectuosas encontradas después de haber sido ensayadas las dos muestras, deberá ser igual o inferior al mayor valor de Ac especificado.

Tabla 6: Criterio de Muestreo, Aceptación o Rechazo para los Ensayos de Recepción

- Inspección visual
- Verificación dimensional
- Medición de resistencia eléctrica de los arrollamientos
- Medición de la relación de transformación y polaridad
- Medición de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas en carga
- Medición de las pérdidas en vacío y de la corriente en vacío
- Medición de la resistencia de aislamiento
- Ensayo de estanqueidad y resistencia a la presión a temperatura ambiente
- Verificación del funcionamiento de accesorios

Tamaño del lote	Nº de muestra	Tamaño de la muestra	Ac	Re
2 a 8	-	2	0	1
9 a 15	1ª	2	0	2
	2ª	2	1	2
16 a 25	1ª	3	0	2
	2ª	3	1	2

// Tabla 6

Continuación Tabla 6

26 a 50	1ª	5	0	2
	2ª	5	1	2
51 a 90	1ª	8	0	2
	2ª	8	1	2
91 a 150	1ª	13	0	2
	2ª	13	1	2
151 a 280	1ª	20	0	2
	2ª	20	1	2
281 a 500	1ª	32	0	2
	2ª	32	1	2
501 a 1200	1ª	50	0	3
	2ª	50	3	4
1201 a 3200	1ª	80	1	4
	2ª	80	4	5

Ac: N° de unidades defectuosas que permite la Aceptación del lote.
Re: N° de unidades defectuosas que implica el Rechazo del lote

Tabla 7: Criterio de Muestreo, Aceptación o Rechazo para los Ensayos de Recepción

- Ensayos del aceite aislante
- Verificación del espesor y adherencia de la pintura de la parte externa

Tamaño del lote	Nº de muestra	Tamaño de la muestra	Ac	Re
2 a 50	-	3	0	1
51 a 90	-	5	0	1
91 a 150	-	8	0	1
151 a 280	1ª	8	0	2
	2ª	8	1	2
281 a 500	1ª	13	0	2
	2ª	13	1	2
501 a 1200	1ª	20	0	3
	2ª	20	3	4
1201 a 3200	1ª	32	1	4
	2ª	32	4	5

Ac: N° de unidades defectuosas que permite la Aceptación del lote.
Re: N° de unidades defectuosas que implica el Rechazo del lote

5.5. Tolerancias para las características eléctricas:

5.5.1. Las tolerancias para las siguientes características eléctricas deben ser las establecidas en la Tabla 8, a continuación:

Tabla 8: Tolerancias

Característica eléctrica	Tolerancia individual para valores de cada unidad ensayada	Tolerancia para el valor promedio de las unidades ensayadas del lote (muestra)
Impedancia de cortocircuito	± 7,5 %	± 7,5 %
Pérdidas en vacío	+ 10 %	+ 0 %
Pérdidas en carga	+ 6 %	+ 0 %
Relación de transformación	± 0,5 %	± 0,5 %
Corriente en vacío	+ 20 %	+ 0 %
Factor de disipación del aislamiento (factor de potencia) @ 20° C	+ 20 %	+ 0 %

5.5.2. Las tolerancias individuales se aplican a los valores obtenidos de una unidad ensayada.

5.5.3. Las tolerancias para el valor promedio se aplican al promedio de todos los valores obtenidos de ensayar todas las unidades que componen la muestra para un determinado ensayo.

5.5.4. Las tolerancias se consideran con respecto a los valores garantizados.

6. ALCANCE DEL SUMINISTRO:

6.1. Repuestos:

6.1.1. Los repuestos deben ser los siguientes, con sus cantidades respectivas:

6.1.1.1. Aislador pasante primario, con su borne correspondiente: Cantidad, a ser especificada en el Pliego de Bases y Condiciones correspondiente.

6.1.1.2. Aislador pasante secundario, con su borne correspondiente: Cantidad, a ser especificados en el Pliego de Bases y Condiciones correspondiente.

6.1.1.3. Conjunto completo de bobina primaria y bobina secundaria correspondiente a una columna del núcleo: Cantidad, a ser especificada en el Pliego de Bases y Condiciones

correspondiente.

6.1.1.4. Conmutador de derivaciones completo: Cantidad, a ser especificada en el Pliego de Bases y Condiciones correspondiente.

7. EMBALAJE:

7.1. Embalaje:

7.1.1. Los transformadores completos, armados y con su carga completa de aceite, deben ser acomodados en embalajes de madera, en cantidad de 1 (una) unidad por embalaje.

7.1.2. El embalaje debe ser fabricado de manera a permitir:

- Su movimiento con montacargas;
- El izado mediante grúas, utilizando los ganchos correspondientes del transformador.
- El apilado de 2 unidades, como mínimo, una encima de la otra.

7.2. Marcación del embalaje:

7.2.1. En la superficie externa de cada embalaje deberá figurar la siguiente información:

- La palabra ANDE;
- Número de Licitación y Año de la Licitación;
- Número de Contrato;
- Descripción del equipo, de acuerdo a la Tabla 1 de estas Especificaciones;
- Fabricante.
- Procedencia.
- Tensión Nominal.
- Potencia Nominal
- Año de fabricación.
- Peso total, en kg.
- Marca del centro de gravedad.
- Cantidad máxima de embalajes apilables, uno encima del otro.

DISEÑOS

Figura 1: Transformador monofásico convencional de distribución

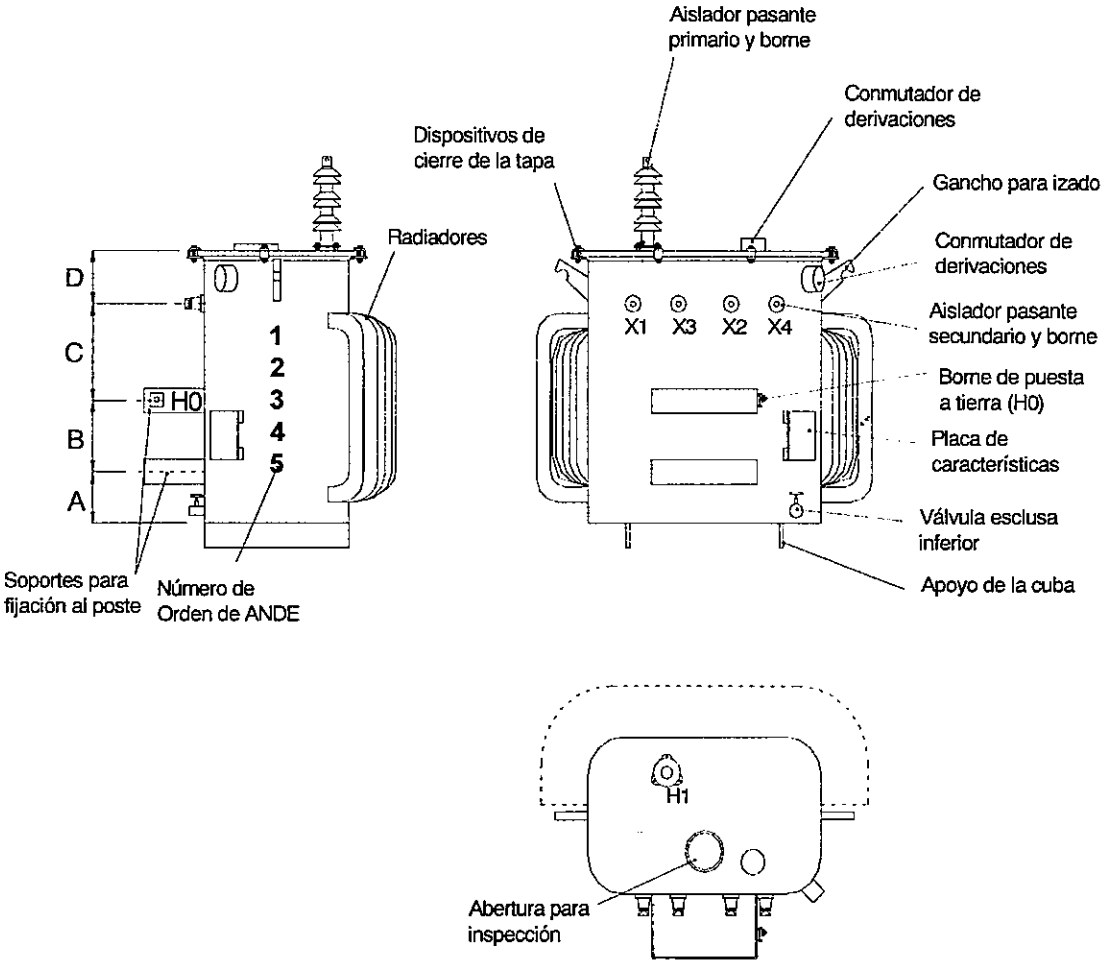
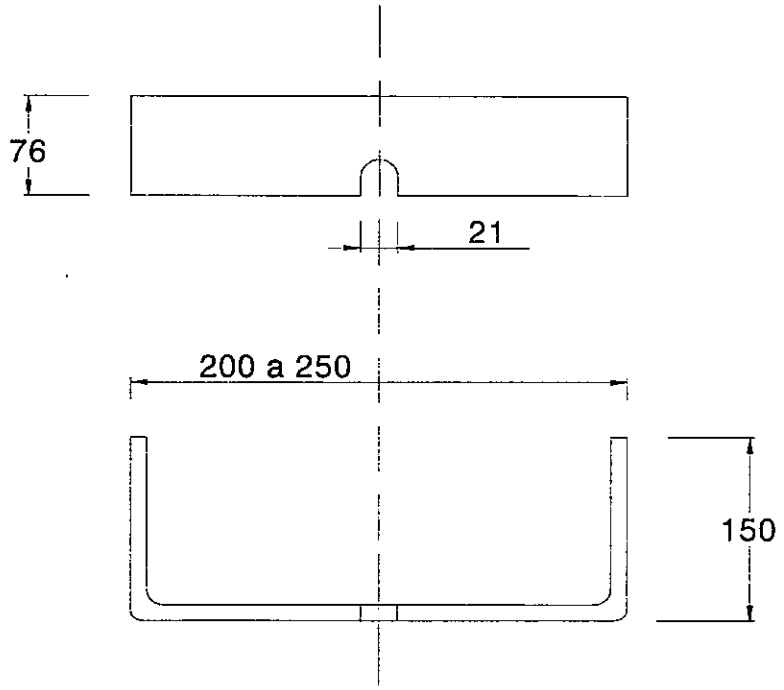


Tabla 9: Dimensiones

Dimensiones (mm)				
Potencia	**A**	**B**	**C**	**D**
10 kVA	≥ 10; ≤ 200	200	≥ 120	≥ 120
25 kVA	≥ 10; ≤ 200	300	≥ 120	≥ 120

DISEÑOS

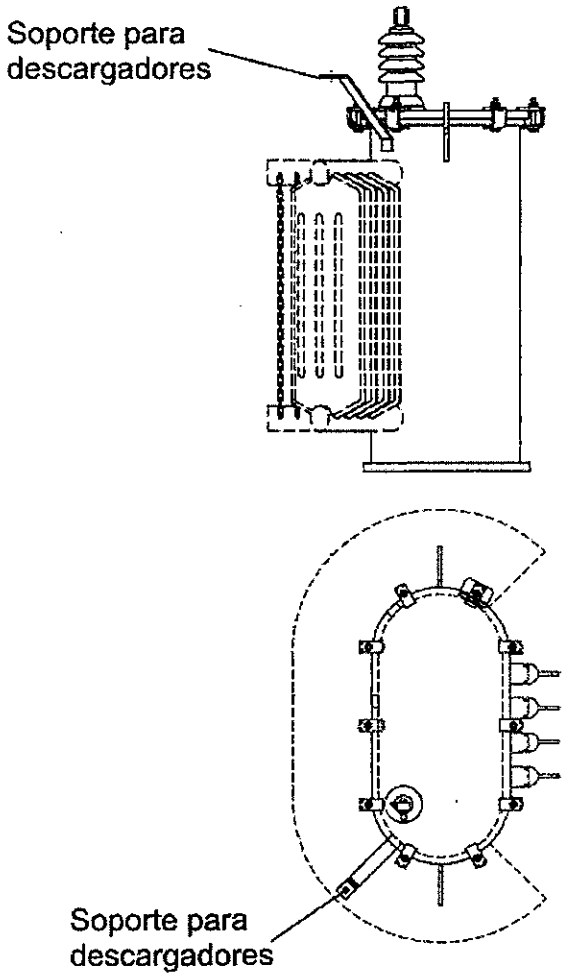
Figura 2: Soporte para fijación al poste



Notas:
1.- Todas las dimensiones están en mm, excepto donde se indique otra unidad de medida.
2.- Tolerancia: ± 2%, excepto donde se indique otra tolerancia.
3.- Sin escala.

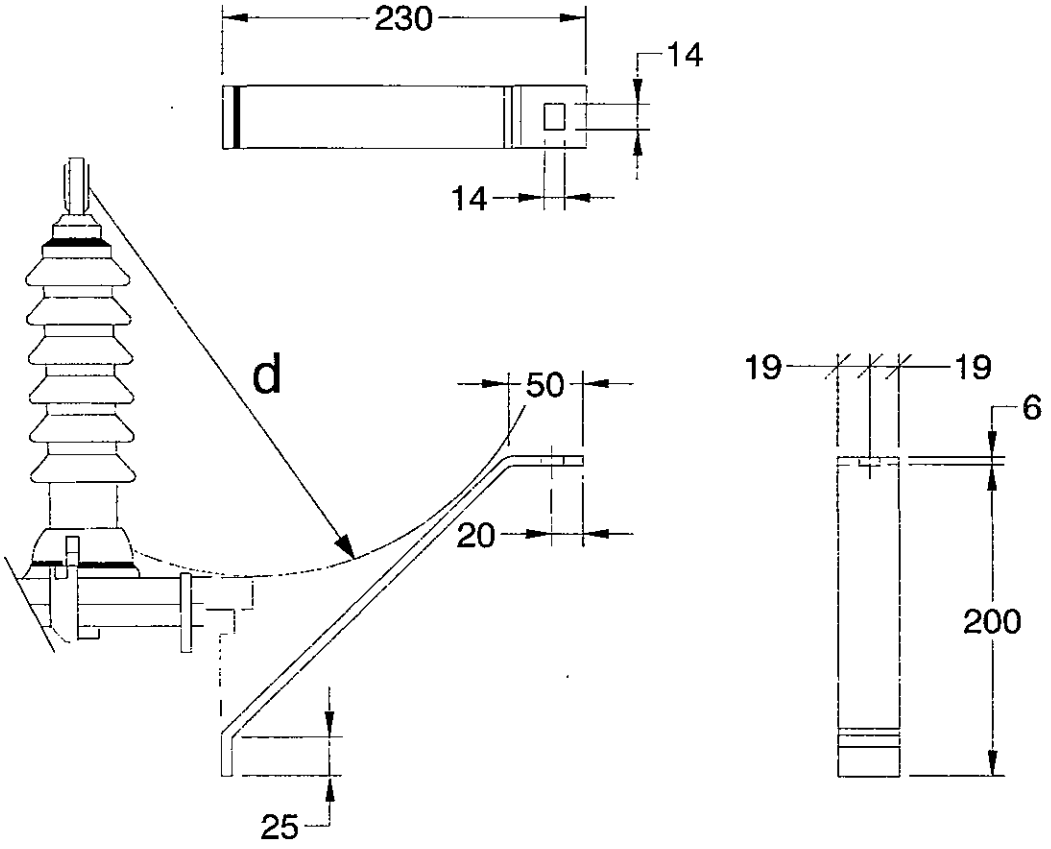
DISEÑOS

Figura 3: Ubicación de soportes para descargadores de sobretensión



DISEÑOS

Figura 4: Detalle de los soportes para descargadores de sobretensión



Referencias:

d: mínima distancia de arco entre cualquier parte del borne primario y partes conductoras ubicadas en la tapa (dispositivo de sujeción de la tapa, pernos de sujeción, tapa, etc.).

Notas:

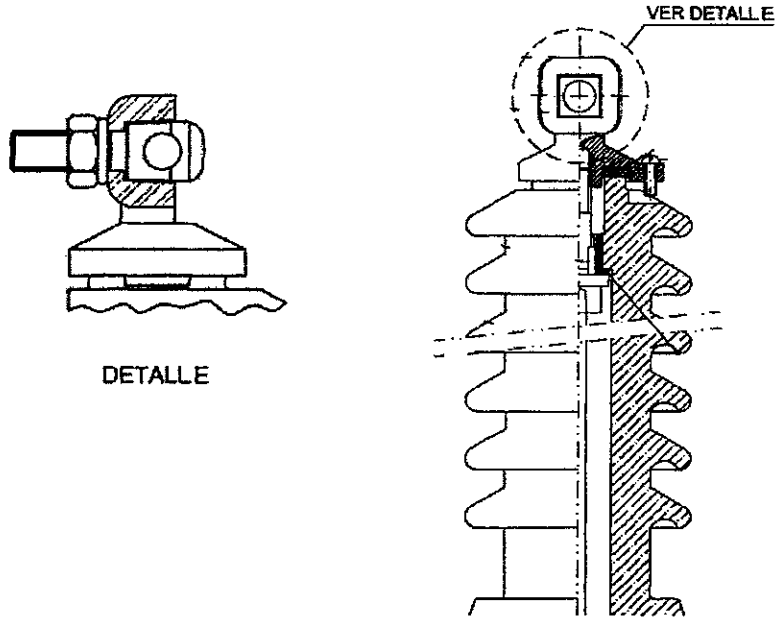
1.- Todas las dimensiones están en mm, excepto donde se indique otra unidad de medida.

2.- Tolerancia: ± 2%, excepto donde se indique otra tolerancia.

3.- Sin escala.

DISEÑOS

Figura 5: Aislador pasante con Borne tipo prensa con ojal, primario (NBR 5435)



DISEÑOS

Figura 6: Aislador pasante con borne tipo prensa con ojal, secundario (T1 - NBR 5437)

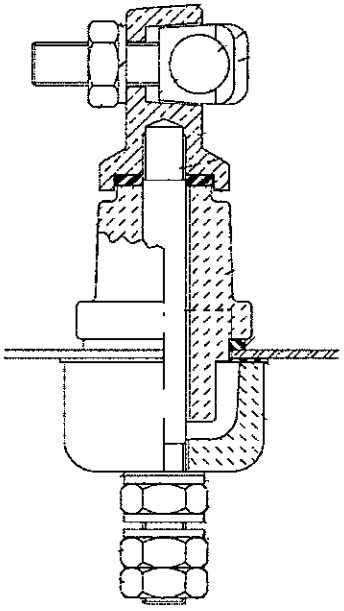
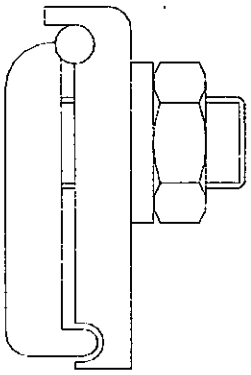
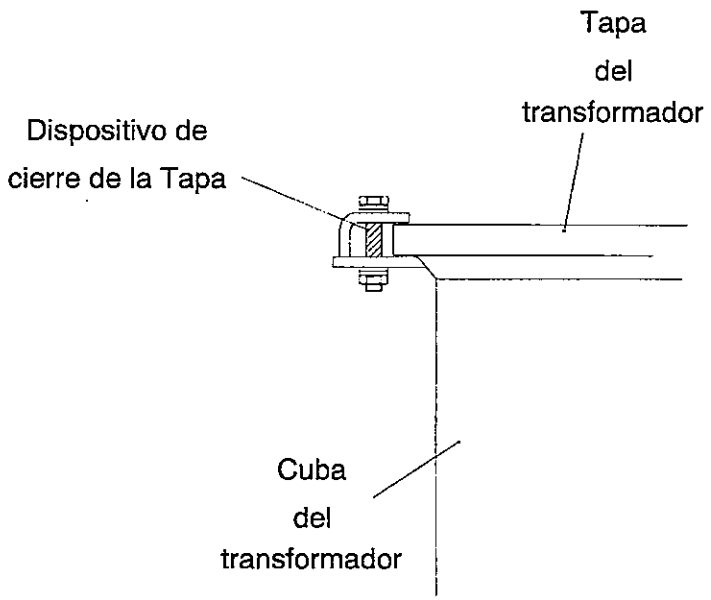


Figura 7: Borne de puesta a tierra



DISEÑOS

Figura 8: Dispositivos de cierre de la tapa del transformador



PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
DESCRIPCIÓN					**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
MARCA					Aclarar	
FABRICANTE					Aclarar	
MODELO					Aclarar	
PROCEDENCIA					Aclarar	
2	**NORMAS DE FABRICACIÓN**				Aclarar	
3	**CONDICIONES DE SERVICIO**		Apto para funcionar con características ambientales según ítem 3.1 de las Especificaciones		Sí	
			Apto para funcionar con las condiciones de instalación según ítem 3.2 de las Especificaciones		Sí	
			Apto para funcionar con las características de la red según ítem 3.3 de las Especificaciones		Sí	
4	**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**	**Características eléctricas**	Tipo, de acuerdo al nº de fases		Monofásico	
			Tensiones nominales (V)	Primario	Derivación 1	13.860
					Derivación 2 (Princ.)	13.200
					Derivación 3	12.540
					Derivación 4	11.880
				Secundario	Entre fases	462
					Entre fase y neutro	231
			Tensión soportada de impulso atmosférico (kV)		Primario	≥ 125
					Secundario	≥ 30
			Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)		Secundario	≥ 10
			Tensión inducida de corta duración (kV)		Primario	≥ 46,7 ≤ 50
			Radio interferencia (RIV)	Rango de Tensión Aplicada en el Ensayo de Radiointerferencia (kV)		15 a 15,2
				Tensión de Radiointerferencia (µV) @ 1 MHz:		≤ 650
			Factor de disipación del aislamiento (factor de potencia) @ 20° C (%)			≤ 1,2
			Frecuencia nominal (Hz)			50
			Polaridad			Substractiva
			Método de refrigeración			ONAN
			Elevación de temperatura (° C)	Elevación de Temperatura de los arrollamientos		55
				Elevación de Temperatura de la superficie del aceite		50
				Elevación de Temperatura del punto más caliente de los arrollamientos		65

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente							Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente							Aclarar
DESCRIPCIÓN						**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
4	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	Características eléctricas	Potencia nominal (kVA)			10 / 25	
			Corriente soportada de cortocircuito – secundario (TAP 2) (kA)	10 kVA	Serie	≥ 0,5	
					Paralelo	≥ 1,0	
				25 kVA	Serie	≥ 1,3	
					Paralelo	≥ 2,6	
			Corriente en vacío (TAP 2) (% de la corriente nominal)	10 kVA		≤ 4,2	
				25 kVA		≤ 3,3	
			Pérdidas en vacío (TAP 2) (W)	10 kVA		≤ 65	
				25 kVA		≤ 112	
			Pérdidas en carga (TAP 2) (W)	10 kVA		≤ 265	
				25 kVA		≤ 488	
			Pérdidas totales (TAP 2) (W)	10 kVA		≤ 330	
				25 kVA		≤ 600	
			Impedancia de cortocircuito (TAP 2) (% de la impedancia base)	10 kVA		4,0	
				25 kVA		4,0	
			Capacidad térmica de soportar cortocircuitos			Según ítem 4.1.13 de estas Especificaciones	
			Capacidad dinámica de soportar cortocircuitos			Según ítem 4.1.14 de estas Especificaciones	

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente								Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente								Aclarar
DESCRIPCIÓN							**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
4	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	Características constructivas	Distancia entre partes activas y cuba (mm)				≥ 25	
			Posibilidad de desmontar la tapa sin desencubar parte activa				Sí	
			Fijación de partes activas a la cuba				Mediante calces	
			Fijación del calce inferior a la prensa yugo inferior				Mediante pernos	
			Característica de los pernos de fijación: ½" de diámetro y 2" de largo				Sí	
			Arrollamientos	Arrollamiento primario	Material del conductor		Cobre / Aluminio	
					Forma de la sección transversal del conductor		Circular	
					Aislación del conductor	Material aislante	Esmalte	
						Clase de temperatura A (ºC)	≥ 105	
					Distribución de la aislación		Uniforme	
					Construcción		En secciones / Continuo	
					Tipo de conductores de interconexión entre aisladores pasantes y bobinas		Multifilares y flexibles	
					Sección (mm²)		Aclarar	
					N° de espiras de la bobina		Aclarar	
					Forma de la sección transversal de la bobina		Aclarar	
				Arrollamiento secundario	Material del conductor		Cobre / Aluminio	
					Forma de la sección transversal del conductor		Circular / Rectangular con aristas redondeadas (pletina) / Laminas (fleje, hoja o folio)	
					Aislación del conductor	Material aislante	Esmalte / Papel Kraf / Combinación de ambos	
						Clase de temperatura A (ºC)	≥ 105	
					Distribución de la aislación		Uniforme	
					Sección (mm²)		Aclarar	
					N° de espiras de la bobina		Aclarar	
					Forma de la sección transversal de la bobina		Aclarar	

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente								Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente								Aclarar
DESCRIPCIÓN							**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
4	**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**	**Características constructivas**	**Núcleo**	Material			Chapas de acero silicio con granos orientados y laminadas en frío	
				Tipo de núcleo			Tipo núcleo (ventana, apilado) / Acorazado (envolvente)	
				Construcción del núcleo			Según ítem 4.2.5.3 de estas Especificaciones	
				Bulones que atraviesan la chapa			Según ítem 4.2.5.4 de estas Especificaciones	
				Conexión del núcleo a la cuba, en un solo punto			, Mediante conductor flexible de cobre	
				Prensa yugo	Sin calces entre ésta y el yugo del núcleo, y sin rellenos ni agregados		Sí	
					Material		Hierro / Acero	
			Aislador pasante primario	Tensión nominal (kV)			25,8	
				Norma de fabricación			NBR 5435	
				Material			Porcelana vitrificada	
				Ubicación del aislador pasante primario			Tapa, según ítem 4.2.6.4 de estas Especificaciones	
				Ubicación del dispositivo de sujeción del aislador pasante primario			Externo a la cuba	
				Borne primario de conexión del transformador a la línea	Rango mínimo de secciones de conductor (mm²)		25 a 50	
					Norma de fabricación		NBR 5435	
					Tipo		Prensa con ojal	
					Material		Cobre / Aleación de cobre	
					Tratamiento superficial		Estañado	
				Denominación			Según ítem 4.2.6.7 de estas Especificaciones	
			Aisladores pasantes secundarios	Tensión nominal (kV)			1,3	
				Norma de fabricación			NBR 5437 y NBR 5438	
				Material			Porcelana vitrificada	
				Ubicación de los aisladores pasantes secundarios			Parte posterior de la cuba, según ítem 4.2.7.4 de estas Especificaciones	
				Ubicación del dispositivo de sujeción de los aisladores pasantes secundarios			Interno a la cuba	
				Bornes secundarios de conexión del transformador a la línea	Rango mínimo de secciones de conductor (mm²)		35 a 100	
					Norma de fabricación		NBR 5437	
					Tipo		Prensa con ojal, T1 según NBR 5437	
					Material		Cobre / Aleación de cobre	
					Tratamiento superficial		Estañado	
				Disposición y denominación			Según ítem 4.2.7.7 de estas Especificaciones	

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
DESCRIPCIÓN					**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
4	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	Características constructivas	Borne de puesta a tierra	Ubicación		Según ítem 4.2.8.2 de estas Especificaciones	
				Tipo		Prensa paralela	
				Rango mín. de sección del conductor (mm²)		25 a 70	
				Material		Cobre / Aleación de cobre	
				Tratamiento superficial		Estañado	
				Denominación		Según ítem 4.2.8.6 de estas Especificaciones	
			Conmutador de derivaciones	Ubicación del accionamiento		Interno / Externo	
				Operación		Sin tensión	
				N° de posiciones		4	
				Tipo de comando		Lineal / Rotativo	
				Lugar de acceso al accionamiento		Debajo de la tapa de inspección / Sobre la tapa / Al costado de la cuba	
				Operación interna		Según ítem 4.2.9.4 de estas Especificaciones	
				Operación externa: Según ítem 4.2.9.5 de estas Especificaciones		Dispositivo de protección, Aclarar	
			Cuba y tapa	Material (Según NBR 6649 y/o NBR 6650)		Chapa de acero	
				Espesor (mm)	Tapa	≥ 2,65	
					Cuba	≥ 2,65	
					Fondo de la cuba	≥ 3,18	
				Cuenta con apoyos en la base de la cuba		Sí	
				Cuenta con resaltos en la parte posterior de la cuba		Para aisladores pasantes secundarios	
				Cuenta con resaltos en la tapa		Para aisladores pasantes primarios	
				No permite acumulación de agua en la tapa		Sí	
				Cuenta con pestañas en la tapa		Sí	
				Conexión equipotencial entre tapa y cuba: Conductor flexible de cobre, sección (mm²)		≥ 4	
				Dispositivos de cierre de la tapa		Según ítem 4.2.11.5 de estas Especificaciones	
			Abertura para inspección		Diámetro (mm)	120	
					Cuenta con junta de goma	Sí	
			Radiadores		Cuenta con radiadores	Sí / No	
					Material: (Según NBR 5.915, NBR 5.590, NBR 6.650 y NBR 11.888)	Chapa y/o tubos de acero	
					Espesor (mm)	≥ 1,2	

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
DESCRIPCIÓN					**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
4	**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**	**Características constructivas**	Válvula esclusa inferior	Cuenta con válvula esclusa inferior	Transformadores de 25 kVA	
				Diámetro	3/4"	
				Ubicación	Según ítem 4.2.14 de estas Especificaciones	
			Soportes para fijación al poste	Cuenta con 2 soportes para fijación al poste	Sí	
				Unión a la cuba	Cordón de soldadura continua	
				Ubicación (Según Figura 1 de estas Especificaciones)	Parte posterior de la cuba del transformador	
				Dimensiones	Según Figuras 1 y 2 de estas Especificaciones	
			Soportes para descargadores de sobretensión	Cuenta con 1 soporte para descargadores de sobretensión	Sí	
				Material de los soportes	Planchuela de acero de 6 mm de espesor y 38 mm de ancho	
				Unión a la cuba	Cordón de soldadura continua	
				Ubicación	Según Figura 3 de estas Especificaciones	
				Forma y dimensiones	Según Figura 4 de estas Especificaciones	
			Ganchos para izado	Conjunto para el izado del transformador completo con su carga de aceite	Sí	
				Conjunto para el desencubado y para izado de partes activas	Sí	
			Juntas de sellado		Según ítem 4.2.18 de estas Especificaciones	
			Indicador de nivel de aceite		Interno, en la cuba, según ítem 4.2.19 de estas Especificaciones	
			Dimensiones (mm)	Altura	≤ 1.200	
				Ancho	≤ 900	
				Profundidad	≤ 900	
		Terminación superficial	Preparación de las superficies		Arenado / Granallado	
			Terminación interna	Tipo de pintura que no afecte ni sea afectada por el aceite aislante	Anticorrosiva,	
				Espesor (µm)	≥ 30	
			Terminación externa	Tipo de pintura de la primera capa	Anticorrosiva	
				Espesor de la primera capa (µm)	≥ 40	
				Tipo de pintura de la capa superficial	Alquídica / Poliuretánica	
				Espesor de la capa superficial (µm)	≥ 40	
				Norma	NBR 11.388	
				Color	Gris claro / Verde turquesa	

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente						Aclarar
DESCRIPCIÓN					**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
4	**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**	**Marcación**	Placa de características	Inscripciones e informaciones	Según ítem 4.4.1.1 de estas Especificaciones	
				Fijación	Mediante remachado a soporte unido a la cuba por soldadura	
				Separación entre el soporte de la placa y la cuba (mm)	≥ 20 ≤ 30	
				Ubicación: Según Figura 1	Sí	
			Identificación del aislador pasante primarios, secundarios y borne de puesta a tierra	Identificación	Según ítems 4.2.6.7, 4.2.7.7 y 4.2.8.6 de estas Especificaciones	
				Marcación	Bajorrelieve y pintada con color que contraste con el color de la pintura del transformador	
				Altura de los caracteres (mm)	≥ 15	
				Orientación y ubicación	Según Figura 1 de estas Especificaciones	
			Marcación del conmutador de derivaciones	En forma interna	Según ítem 4.4.3.1 de estas Especificaciones	
				En forma externa	Según ítem 4.4.3.2 de estas Especificaciones	
			Número de Orden de ANDE	Marcación	Pintada con color que contraste con el color de la pintura del transformador	
				Altura de los caracteres (mm)	≥ 70	
				Ubicación: Según Figura 1	Sí	
				Disposición	Forma vertical y orden descendente	
			Marcación de la potencia del transformador		Según ítem 4.4.5 de estas Especificaciones	
			Marcación adicional de la cuba, la tapa y la prensa yugo		En bajorrelieve con el Número de serie del Fabricante	
			Características del aceite aislante	Estado del aceite	Nuevo	
				Tipo	Nafténico / Parafínico	
				Contenido máximo de inhibidores de oxidación	Según ítem 4.5.3 de estas Especificaciones	
				Otras características	Según Tabla 5 de estas Especificaciones	
				Contenido de PCB y documentación	Según ítem 4.5.5 de estas Especificaciones	
				Determinación de contenido de PCB	Según ítem 4.5.6 de estas Especificaciones	
				Validación de los Certificados de Acreditación	Según ítem 4.5.7 de estas Especificaciones	
				Indicar cantidad de aceite (lts.)	Aclarar	

PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente					Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente					Aclarar
DESCRIPCIÓN				**EE.TT. 04.13.25 – Rev. 3**	**GARANTIZADO**
6	**ALCANCE DEL SUMINISTRO**	**Repuestos**	Aislador pasante primario, con su borne correspondiente	Aclarar cantidad	
			Aislador pasante secundario, con su borne correspondiente	Aclarar cantidad	
			Conjunto completo de bobina primaria y bobina secundaria correspondiente a un transformador	Aclarar cantidad	
			Conmutador de derivaciones completo	Aclarar cantidad	
7	**EMBALAJE**		Embalaje	Según ítem 7.1 de estas Especificaciones	
			Marcación del embalaje	Según ítem 7.2 de estas Especificaciones	
	Peso total del transformador con la carga completa de aceite (kg)			Aclarar	
OBSERVACIONES					

PLANILLA DE ENSAYOS DE TIPO

Lote, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente							Aclarar
Ítem, según Lista de Bienes del Pliego correspondiente							Aclarar
EE. TT. Nº 04.13.25 – Rev. 3					**GARANTIZADO**		
DESCRIPCIÓN					**Laboratorio en el cual se realizó el ensayo**	**Nº de Protocolo**	**Valores satisfactorios según EE.TT. o Norma (Sí/No))**
5	**ENSAYOS DE TIPO**	**Protocolos de Ensayos de Tipo adjuntados**	1	Ensayo de capacidad de resistir a cortocircuitos (NBR 5356-5 e IEC 60076-5)			
			2	Ensayo de elevación de temperatura (Cláusula 4.2, NBR 5356-2)			
			3	Ensayo de tensión de impulso atmosférico (Cláusula 13, NBR 5356-3)			
			4	Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial (tensión aplicada) (Cláusula 11, NBR 5356-3)			
			5	Ensayo de tensión inducida de corta duración (Cláusula 12.2.1, NBR 5356-3)			
			6	Ensayo de radiointerferencia (Anexo E.25, NBR 5356-1)			
			7	Ensayo de factor de disipación del aislamiento (factor de potencia) (Cláusula 11.20 y Anexo E.12, NBR 5356-1)			
			8	Ensayo de verificación de espesor y adherencia de la pintura interna y externa (Anexo E.26, NBR 5356-1)			
			9	Ensayo de determinación del nivel de ruido audible (Cláusula 11.18, NBR 5356-1)			