

1 de Abril de 2011

ESPECIFICACIÓN
TECNICA

TRANSFORMADORES TIPO
PAD-MOUNTED
MONOFÁSICOS

CELSIA

Especificación / Hoja de datos

TRANSFORMADORES TIPO PAD-MOUNTED MONOFÁSICOS – SP010401

Modificaciones respecto a la edición anterior

Siglas de los responsables y fechas de las tres ediciones anteriores						
Ed.	Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha	Aprobado	Fecha

Objeto de la edición

Elaborado por: CRA S.A	Revisado por: AMR	Aprobado por: FJG
Fecha: 01/04/11	Fecha: 01/04/11	Fecha: 01/04/11

INDICE

1. OBJETO
2. ALCANCE
3. NORMAS
4. CARACTERÍSTICAS
 - 4.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
 - 4.1.1 Conmutador de tensión
 - 4.1.2 Pintura del transformador
 - 4.2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES
 - 4.3. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
 - 4.3.1. Valores nominales
 - 4.3.2. Bornas
 - 4.3.3. Pérdidas y nivel de ruido
 - 4.3.4. Aceite aislante
 - 4.3.5. Protecciones
5. ENSAYOS
 - 5.1. ENSAYOS DE DISEÑO Y OTROS ENSAYOS PARA TRANSFORMADORES
 - 5.2. ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES
 - 5.3. OTROS ENSAYOS
 - 5.4. TOLERANCIAS.
6. DESIGNACIÓN
7. MARCAS
8. INSPECCION TECNICA
 - 8.1 INSPECCIONES DURANTE LA FABRICACION
 - 8.2 INSPECCIONES DURANTE LOS ENSAYOS DE ENSAYOS FINALES
 - 8.3 CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO
 - 8.3.1 Criterio para la aceptación
 - 8.3.2 Criterio y tolerancia para la aceptación
 - 8.3.3 Criterio de rechazo
9. COMPARACION DE LA OFERTA
10. ALCANCE DE LA OFERTA
11. ALCANCE DEL SUMINISTRO
 - 11.1. MATERIAL
 - 11.2. DOCUMENTACIÓN
 - 11.3. ENSAYOS
 - 11.4. ASISTENCIA TÉCNICA
 - 11.5. TRANSPORTE
 - 11.6. CONDICIONES DEL SUMINISTRO

- 12. PENALIZACION POR PÉRDIDAS
- 12.1. PENALIZACIÓN POR LOTE
- 12.2. PENALIZACION INDIVIDUAL

ANEXOS

- Anexo 1: Normas de Referencia
- Anexo 2: Fichas técnicas
- Anexo 3: Fórmula de comparación de ofertas
- Anexo 4: Croquis
- Anexo 5: Planos

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Transformadores Pad-Mounted Monofásicos
- Tabla 2. Condiciones Ambientales
- Tabla 3. Características Eléctricas del Sistema
- Tabla 4. Rangos Cambio de Tensión Conmutador
- Tabla 5. Características Dimensionales
- Tabla 6. Características Eléctricas
- Tabla 7. Valores Nominales (kV)
- Tabla 8. Características Eléctricas Bornas
- Tabla 9. Pérdidas Máximas en los Transformadores
- Tabla 10. Niveles de Ruido Audible
- Tabla 11. Norma de Referencia

1. OBJETO

Esta especificación tiene por objeto definir las características eléctricas y mecánicas, así como las condiciones de realización, suministro y recepción que deben satisfacer los transformadores tipo pad-mounted monofásico para la utilización en líneas eléctricas subterráneas de 13,2 y 34,5 kV de **CELSIA**

En adelante a este tipo de transformadores se les denominará como TPMM, "transformadores tipo pad-mounted monofásicos".

2. ALCANCE

La presente especificación tiene por alcance los siguientes transformadores:

Tabla 1

Transformadores Pad-Mounted Monofásicos		
Código	Denominación	Descripción
529 932	TPMM-50-13,2	Transformador tipo pad-mounted monofásico de 50 kVA 13,2/0,24 kV
529 933	TPMM-100-13,2	Transformador tipo pad-mounted monofásico de 100 kVA 13,2/0,24 kV
529 938	TPMM-50-34,5	Transformador tipo pad-mounted monofásico de 50 kVA 34,5/0,24 kV
529 939	TPMM-100-34,5	Transformador tipo pad-mounted monofásico de 100 kVA 34,5/0,24 kV
529 940	TPMM-167-34,5	Transformador tipo pad-mounted monofásico de 167 kVA 34,5/0,24 kV

3. REQUISITOS GENERALES

3.1 NORMAS

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico objeto de esta especificación, se ajustarán a las normas cuya lista se adjunta en el Anexo 1 de este documento.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

3.2 CONDICIONES DE SERVICIO

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico de que trata esta Especificación serán instalados en el sistema de distribución de **CELSIA** bajo las siguientes condiciones:

Tabla 2

Condiciones Ambientales	
Altura sobre el nivel del mar	0 – 3 000 msnm
Ambiente tropical	Contaminación Normal
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	96 / 90
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 0 – 1 000 msnm	15 / 26 / 40
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 1 000 – 2 000 msnm	10 / 20 / 35
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 2 000 – 3 000 msnm	5 / 15 / 30
Velocidad máxima de viento km/h	100
Velocidad máxima promedio de viento km/h	60

Tabla 3

Características Eléctricas del Sistema	
Sistema Primario de Distribución	
Tensiones nominales de línea (V)	13 200 - 34 500
Número de fases	2 - 3
Conexión en la Subestación Eléctrica	Y aterrizada
Frecuencia (Hz)	60
Sistema Secundario de Distribución	
Tensiones Nominales del sistema (V)	240/120 - 208/120
Tipo	Monofásico trifilar, Trifásico tetrafilar

3.3 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El proveedor deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Gestión de la Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales de operación y producción, cumpliendo las siguientes Normas:

NTC ISO 9001: Sistemas de Gestión de calidad - Modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.

NTC ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental (Opcional).

Certificado de conformidad del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).

CELSIA se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación, y el fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

4. CARACTERÍSTICAS

4.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El diseño del transformador tipo pad-mounted monofásico estará de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI C57.12.28 y consistirá en un tanque con un compartimento para alta y baja tal como se muestra en la figura 2 de la norma ANSI C57.12.25.

La cabina de seguridad estará de acuerdo con los procesos y requerimientos descritos en la norma ANSI C57.12.28.

Los compartimentos de alta y baja tensión deben estar localizados uno al lado del otro, en un lado del tanque del transformador. Visto desde el frente, el compartimento de baja tensión debe estar a la derecha.

El compartimento contará con una puerta de acceso. Dicha puerta será del tipo oscilobatiente. Los puntos de anclaje que debe tener la puerta dependerán de su configuración, y estarán de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI C57.12.25.

El transformador contará con dos puntos de conexión a tierra como se exige la norma ANSI C57.12.26, el neutro debe ir puesto a tierra.

Los compartimentos serán accesibles solamente desde el interior.

El transformador tipo pad-mounted monofásico contará con un indicador de nivel del aceite localizado en el compartimento de media tensión. Así mismo, contará con dos válvulas, una de entrada para el relleno del aceite, y otra de salida, para el vaciado, situadas también en el compartimento de media tensión.

Además incluirá una válvula de sobrepresión situada en el citado compartimento de media tensión.

La disposición de las bornas de media y baja tensión se ajustará a lo indicado en los planos adjuntos en el anexo 5.

Con el objeto de prever la posible fijación de un cuadro de baja tensión en el compartimento correspondiente, se dispondrán cuatro tornillos, los cuales estarán dispuestos según las distancias indicadas en los planos adjuntos en el anexo 5.

La construcción de la unidad será tal que pueda ser izado, movido y/o deslizado, a su soporte sin que sean dañadas las partes tanto de media como de baja tensión. El transformador debe ser construido para desplazarse en dos direcciones: paralelo y en ángulos rectos a una cara del mismo.

El transformador tipo pad-mounted monofásico dispondrá de elementos para su elevación que estén permanentemente instalados en la unidad, de modo que esté nivelado cuando sea elevado mediante medios mecánicos. Estos elementos no dañarán a ninguna parte de la máquina y permitirán las elevaciones sin que se produzca una fatiga en el material.

Opcionalmente, el CT dispondrá de ruedas que permitan su desplazamiento en la dirección perpendicular al frente del mismo. Las ruedas serán sin pestaña, de fundición de acero.

En el montaje del CT con ruedas, ha de garantizarse una distancia desde la parte inferior del CT a la parte inferior de las ruedas de 100 ± 10 mm.

La pintura del transformador tipo pad-mounted monofásico deberá ser durable y resistente a la corrosión. El acabado deberá ser adecuado para resistir la prueba de rociado según la norma ASTM B117.

El esquema eléctrico del transformador tipo pad-mounted monofásico estará de acuerdo al croquis adjunto en el anexo 4 del presente documento. El transformador tendrá instalados todos los elementos y en la posición que se señala en dicho croquis.

El CT dispondrá de una señal de peligro, que estará situada en la parte frontal. Asimismo, la bandeja porta documentos irá dotada de:

- Manual de instrucciones y mantenimiento del CT
- Protocolo del Transformador
- Documentación técnica

4.1.1 Conmutador de tensión

El cambio de voltaje se realizará por medio de un conmutador manual de cinco posiciones localizado en el compartimento de M.T.

El conmutador estará diseñado para prevenir las maniobras falsas requiriendo un paso preliminar antes del cambio de voltaje.

Los voltajes correspondientes al número de posición del interruptor, deben estar claramente identificados cerca del mismo.

Cerca del mecanismo se situará una placa de precaución advirtiendo de la necesidad de desconectar el transformador antes de la maniobra.

Los rangos de cambio de voltaje del conmutador estarán de acuerdo a lo indicado en la norma ANSI C57.12.25, los cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4

Rangos Cambio de Tensión Conmutador	
TENSIÓN (V)	50-100-167 kVA
13 200	13 860/13 530/13 200/12 870/12 540
34 500	36 225/35 363/ 34 500/ 33 638/32 775

4.1.2 Pintura del transformador

La pintura exterior del transformador tipo pad-mounted monofásico debe resistir, sin deteriorarse, las condiciones atmosféricas para servicio permanente a la intemperie, en el ambiente indicado en el inciso 3.

El acabado exterior del tanque será mediante pintado, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20, y sometido a los siguientes ensayos (realizados según indica en la norma ASTM B 117-49 T):

- Salt spray test
- Crosshatch adhesion test
- Humidity test
- Impact test
- Oil resistance test
- Ultraviolet accelerated weathering test
- Abrasión resistance-Taber abraser

En el interior del tanque existirá una marca que indique el nivel nominal del aceite a 25 °C, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20.

Antes de la aplicación de la pintura en cualquier superficie del tanque (tanto interior como exterior), se aplicará inicialmente un método abrasivo para asegurar la fijación de la pintura siguiendo las siguientes etapas:

- Desengrasado.
- Granallado o arenado para todas las superficies, interiores y exteriores, con un perfil de rugosidad no superior a 75 μm .
- Aplicación de anticorrosivo.
- Aplicación de pintura de acabado para ambiente de contaminación normal

Si los tipos de pintura anticorrosiva y de acabado son a base de resinas TGIC o polvo electrostático el espesor mínimo de pintura deberá ser de 120 μm (micras) y si es a base de resinas epóxicas o poliuretano alifático, el espesor mínimo de pintura seca deberá ser de 150 μm , medido por el método magnético. Para la aplicación de la pintura se puede utilizar cualquier método siempre y cuando se conserve el hecho de que la base anticorrosiva sea epóxica y según la norma IEC 60815.

En las superficies interiores del tanque será aplicada sólo una capa de pintura epoxi-poliamina de 30 μm , de color blanco, compatible con el aceite en todo su rango de

temperaturas (como mínimo 105°C). Internamente se marcará el nivel del líquido refrigerante.

El color de la superficie exterior del tanque deberá ser Gris claro Ral 7038.

Los oferentes en su oferta podrán proponer métodos y/o compuestos de pintura diferentes a los aquí indicados pero adecuados para ambiente de contaminación normal y en éste caso deberán entregar los certificados de cumplimiento con las pruebas definidas al inicio de esta sección.

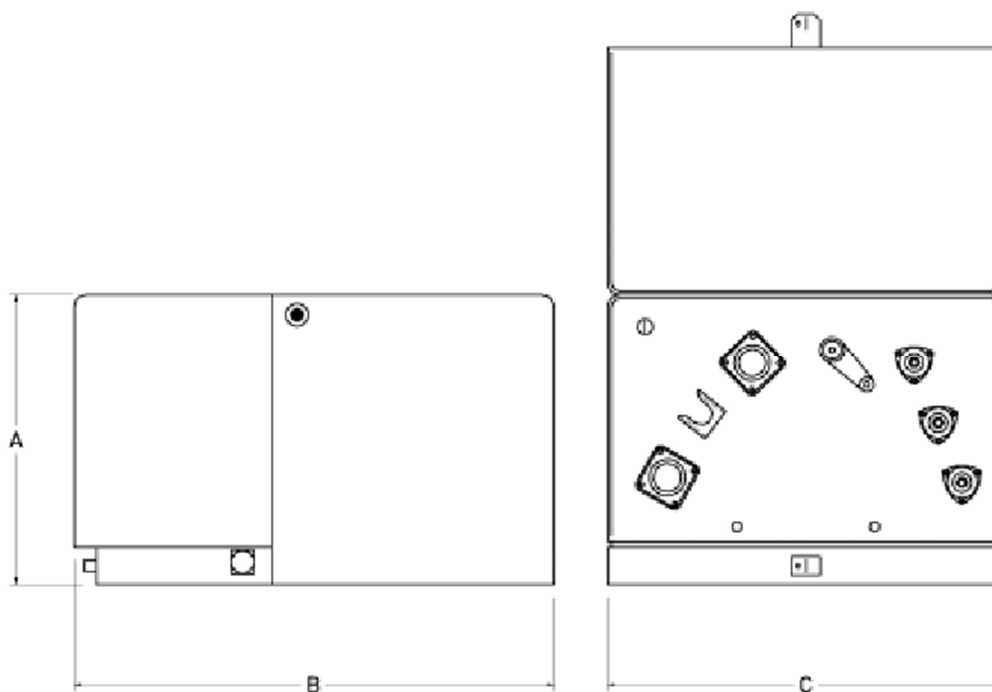
La adherencia de las capas de pintura externa será 400 PSI pruebas de acuerdo a ASTM D 4541.

4.2 CARACTERISTICAS DIMENSIONALES

Las dimensiones se ajustarán a lo establecido en la norma ANSI C57.12.25, las cuales están indicadas en los planos adjuntos en el anexo 5 del presente documento, estableciéndose los máximos que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5

Características Dimensionales			
POTENCIA (KVA)	A (mm)	C (mm)	B (mm)
50 – 100	775	925	1025
167	775	925	1300



4.3 CARACTERISTICAS ELECTRICAS

4.3.1 Valores nominales

Las características eléctricas mínimas cumplirán con lo establecido en la norma ANSI C57.12.25, y serán como mínimo las establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 6

Características Eléctricas		
VALORES NOMINALES	13,2 kV	34,5 kV
Tensión primaria asignada (kV)	13,2	34,5
Tensión secundaria asignada (V)	120/240	
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV)	95	150
Tensión soportada a frec. Industrial 1 min seco primaria (kV)	34	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria (kV)	30	
Frecuencia (Hz)	60	
Potencias asignadas (kVA)	50, 100 y 167	
Refrigeración	ONAN	

(1) Tensión fase-fase.

Las tensiones de cortocircuito de acuerdo a las distintas potencias, serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 7

VALORES NOMINALES (kV)	50	100	167
Tensión de cortocircuito Vcc (%)	3	3	5

4.3.2 Bornas

Las bornas de M.T. serán del tipo “Enchufables en Carga”, con una intensidad admisible de 200 A según la norma IEEE 386.

Para las tensiones de 13,2 kV, el pasatapas estará en la carcasa del transformador y será del tipo universal (“Universal Bushing Well”).

El suministro incluirá ambas piezas, es decir:

- Pasatapas tipo pozo (“Universal Bushing Well”)
- Borna insertable 200 A en carga (“Loadbreak Bushing Insert”)

Para la tensión de 34,5 kV, el pasatapas de M.T. estará en la carcasa del transformador y será del tipo “Integral Bushing Well”

Las bornas de M.T. y B.T. deben cumplir como mínimo las características indicadas en la norma ANSI C57.12.25, resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 8

Características Eléctricas Bornas			
BORNAS	13,2 kV	34,5 kV	B.T.
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) (kV)	95	150	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	34	50	10

Las distancias libres de las bornas deberán ajustarse a lo establecido en la norma ANSI C57.12.25.

4.3.3 Pérdidas y nivel de ruido

Las pérdidas en el cobre del transformador a potencia nominal, en kW, corregidas a una temperatura de referencia de 85 °C deberán estar de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI 57.12.00 y ANSI 57.12.90.

Las pérdidas en el transformador energizado sin carga, en kW, corregidas a una temperatura de referencia de 20 °C deberán estar de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI 57.12.00 y ANSI 57.12.90.

En cualquier caso, las pérdidas no deben superar los valores especificados en la siguiente tabla:

Tabla 9

Pérdidas Máximas en los Transformadores		
Pérdidas en carga		≤ 1% de la potencia nominal del transformador
Pérdidas en vacío	50 y 100 kVA	≤ 0,3% de la potencia nominal del transformador
	167 kVA	≤ 0,2% de la potencia nominal del transformador

Ningún transformador puede tener pérdidas que excedan en un 6% en el total de las pérdidas o en 10% en las pérdidas sin carga con respecto a las pérdidas declaradas originalmente con la oferta. Si el lote contiene más de un transformador, el promedio total de pérdidas y de las pérdidas en el núcleo no pueden exceder los valores de pérdidas establecidos en la oferta para cada tipo de transformador.

Los transformadores no superarán los niveles de ruido que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 10

Niveles de Ruido Audible	
Potencia (kV)	Nivel de ruido (dBA)
50	46
100	48
167	50

4.3.4 Aceite aislante

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.

El aceite no deberá contener Policloruros de Bifenilos (PCB) ni ninguno de sus derivados (como el Pyranol, Inerteen, Chlorextol, Noflamol, Saf-T-Kuhl), ni Polihalogenados u otros compuestos tóxicos, así como no 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 aceite aislante utilizado deberá superar las pruebas exigidas en la norma ASTM D117.

En caso de instalarse el transformador en instalaciones que no sean de intemperie, el aceite aislante deberá tener una resistencia a la flamabilidad superior a los 300 °C.

4.3.5 Protecciones

La protección contra cortocircuitos internos del transformador se realizará mediante fusible bayoneta tipo sensor dual en el lado primario del transformador.

En el lado de baja tensión se instalará un interruptor termomagnético de caja moldeada de disparo bipolar; se debe garantizar una adecuada coordinación entre el interruptor de baja tensión y el fusible limitador de corriente localizado en el codo enchufable del lado primario.

Esta coordinación asegurará una actuación más rápida del interruptor en caso de sobrecargas del transformador y/o cortocircuito en la red de B.T., quedando la actuación de los fusibles restringida al caso de una avería interna del transformador.

El transformador debe suministrarse con los respectivos codos enchufables con dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), uno para cada fase. Los codos con DPS deben cumplir con la respectiva especificación técnica de **CELSIA**. El proveedor debe diligenciar las correspondientes fichas técnicas de estos dispositivos.

5. ENSAYOS

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos de calificación y recepción que se establecen a continuación a excepción de los indicados en el apartado 6.2 de la norma ANSI C57.12.26, que responderán a lo especificado en dicho apartado.

Todos los ensayos para recepción y de comprobación de las características técnicas garantizadas por el fabricante deberán realizarse de acuerdo con la norma ANSI-IEEE C 57.12.90 y serán efectuados en presencia de representantes de la empresa **CELSIA**; así mismo se realizarán en las instalaciones del proveedor quien debe asumir su costo y proporcionar el material, equipos y personal necesario para tal fin. Si los resultados de los ensayos o los equipos de prueba no son confiables, estas igualmente podrán ser realizadas o repetidas, a costa del proveedor, en laboratorios oficiales o particulares reconocidos por **CELSIA**

5.1 ENSAYOS DE DISEÑO Y OTROS ENSAYOS PARA TRANSFORMADORES

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos de diseño y otros ensayos para transformadores establecidos en la Norma ANSI C57.12.00.

5.2 ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos individuales establecidos en la norma ANSI C57.12.00.

5.3 OTROS ENSAYOS

El acabado exterior del tanque será sometido a los ensayos indicados en el numeral 4.1.2 de la presente especificación.

5.4 TOLERANCIAS

Las tolerancias para los valores especificados de impedancia, de pérdidas y las tolerancias permitidas en los equipos de medida de pérdidas serán los establecidos en los apartados 9.2, 9.3 y 9.4 de la norma ANSI C57.12.00 respectivamente.

Debe generarse un reporte de inspección de estas actividades, que incluya listas de comprobación debidamente firmadas por el responsable de la inspección e incluirse en el reporte de pruebas del transformador.

6. DESIGNACION

Los transformadores se designarán por medio de tres grupos de siglas (TPMM -XX-YY).

Estos grupos de siglas o cifras, dispuestos en el orden indicado a continuación, tendrán el significado siguiente:

- TPM: Transformador tipo pad-mounted.
- M: Monofásico.
- XX: Potencia nominal.
- YY: Tensión nominal de servicio en el primario.

Ejemplo:

TPMM-50-13,2

Se trata de un transformador monofásico pad-mounted, de 50 kVA de potencia nominal y de 13,2 kV de tensión nominal en el primario.

7. MARCAS

La placa de características deberá estar localizada en el compartimento de baja tensión, y será legible con los cables instalados en su lugar.

Cuando la placa esté situada en una parte desmontable, el nombre del fabricante y el número de serie de la máquina, estarán fijados en una parte amovible.

Sobre el tanque se instalará una placa de características de acero inoxidable o aluminio anodizado, donde se dispondrá de forma legible e indeleble, toda la información indicada en la norma ANSI C57.12.00. Así mismo, también se incluirá en la placa, la tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) en M.T.

La placa de características incluye la siguiente información:

- Nombre o razón social del fabricante.
- Número de licencia de fabricación.
- Número de serie del fabricante (*).
- La palabra "Transformador".
- Año de fabricación.
- Número de fases.
- Potencia Nominal (*).
- Frecuencia nominal
- Tensiones nominales, número de derivaciones y tensión en cada una (*).
- Corrientes nominales.
- Símbolo del grupo de conexión.
- Tensión de corto circuito a la corriente nominal.
- Impedancia de cortocircuito (valor medido referido a 85°C)
- Tensiones de serie de cada devanado.
- Nivel básico de aislamiento de cada devanado (BIL o NBA).
- Ubicación y marcación de terminales en el tanque.
- Corriente de corto circuito simétrica.
- Duración del corto circuito simétrico máximo permisible.
- Método de refrigeración.
- Tipo de aislante líquido (preferentemente nombre genérico).
- Volumen de líquido refrigerante en l.
- Peso total aproximado en kg.
- Diagrama de conexiones.
- Diagrama fasor del transformador (trifásicos).
- Incremento de temperatura en °C.
- Material conductor de los bobinados.
- Tensiones de las pasatapas
- Polaridad de las fases
- "No PCB"
- Instrucciones de referencia de instalación y operación

(*) El tamaño de las letras de la potencia, el número de serie y el rango de tensiones en ningún caso será inferior a 4 mm (5/32").

Además, se indicará la potencia del transformador mediante números pintados en color negro, de 76 mm (3") de alto por 51 mm (2") de ancho, centrados en el alto y de forma que queden visibles desde el exterior una vez montado.

El transformador tipo pad-mounted monofásico estará identificado con el logotipo de la marca de la empresa registrada en cada país en una placa con letras 51 x 38 mm (2" x 1½").

- El transformador estará identificado con el nombre de CELSIA (con letras de 51 x 38 mm (2 x 1½") de color negro.
- El transformador debe contener una marcación numérica en color negro, cada carácter debe medir 51 x 38 mm (2" x 1½"); la serie numérica debe solicitarla el proveedor a CELSIA y se ubicará de acuerdo al plano del anexo 5.
- Los transformadores se deben marcar en la parte inferior con la leyenda "LIBRE DE PCB'S", el tamaño de la letras para esta leyenda es de 30mm x 20mm.
- El transformador debe contener el siguiente aviso: "MANIOBRESE SOLO POR PERSONAL AUTORIZADO", el tamaño de las letras para esta leyenda es de (1 ½"x1").
- Los transformadores deben llevar el símbolo de riesgo eléctrico, las dimensiones del símbolo corresponderán a las indicadas en el RETIE para una altura de 160 mm.

8. INSPECCIÓN TÉCNICA

Será motivo suficiente para rechazar los transformadores tipo pad-mounted monofásico que no hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas indicadas, así como cualquier otra prueba que expresamente se haya convenido o contratado por CELSIA con el proveedor. El inspector anotará en el formulario correspondiente los datos completos de la identificación de los transformadores rechazados, y un inventario de los transformadores aceptados.

8.1 INSPECCIONES DURANTE LA FABRICACIÓN

La empresa se reserva el derecho de realizar, a su costo, inspecciones de los materiales y de los trabajos realizados durante la construcción de los transformadores tipo pad-mounted monofásicos, para lo tanto el proveedor debe entregar el cronograma de fabricación, previo a la iniciación de la misma, facilitando luego los medios necesarios para efectuarlas.

8.2 INSPECCIONES DURANTE LOS ENSAYOS DE RECEPCIÓN FINALES

Para la recepción final de los transformadores tipo pad-mounted monofásico se deberán realizar los ensayos de partida y remesa indicados.

Partida: Se entiende por partida a la cantidad total de transformadores tipo pad-mounted monofásico de iguales características y potencia, que integran un ítem de una determinada orden de compra o contrato.

Remesa: Se entiende por remesa a toda entrega parcial de una partida, que se entrega en una fecha determinada.

Los ensayos serán realizados en el país de origen de fabricación, en presencia de un representante de **CELSIA**. Para tal fin, el proveedor informará a la empresa con 16 días corridos de anticipación, la fecha prevista para los ensayos.

Los costos de los ensayos de partida y remesa, incluidos aquellos gastos relativos a los representantes de **CELSIA**, estarán incluidos en el precio, pero deberán ser cotizados separadamente y en forma discriminada, para que la empresa destinataria pueda, según el caso, descontar el cargo obviando su concurrencia o realización.

Las unidades dispuestas para los ensayos de remesa deberán estar totalmente terminadas y listas para su despacho.

8.3 CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO

8.3.1 Criterio para la aceptación

Se aceptan todos los transformadores tipo pad-mounted monofásico que cumplan con esta Norma de Referencia, y que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas indicadas, así como cualquier otra prueba que expresamente se haya convenido o contratado por **CELSIA** con el proveedor y cuando los valores de garantía que se determinen en las pruebas estén dentro de lo establecido en esta Norma de Referencia.

8.3.2 Criterio y tolerancia para la aceptación

El transformador tipo pad-mounted monofásico que cumpla con la presente Norma de Referencia, que pase satisfactoriamente todos los ensayos indicados en esta Norma de Referencia y cualquier otro ensayo que expresamente se haya convenido o contratado por **CELSIA**, pero que hayan excedido alguno de los valores de garantía y estén dentro de las tolerancias que se indican en la Especificación.

8.3.3 Criterio de rechazo

El no cumplimiento con cualquiera de los valores de garantía, requeridos en las bases de licitación, así como el obtener valores mayores a la tolerancia indicada para aceptar, conforme a la especificación, el valor de pérdidas ofertado es motivo de rechazo.

El exceso de pérdidas en vacío del valor garantizado y el exceso del límite de corriente de excitación simultáneo implica el rechazo automático del transformador tipo pad-mounted monofásico.

9. COMPARACIÓN DE LA OFERTA

La comparación de ofertas de los transformadores objeto de esta especificación se hará de acuerdo al anexo 3.

10. ALCANCE DE LA OFERTA

El ofertante adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los equipos a suministrar, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de la oferta, adjunta en el anexo 2 de este documento, completamente diligenciada con las características garantizadas por el fabricante.
- Catálogo comercial de los transformadores ofertados, que muestren en detalle las características de todos y cada uno de los elementos integrantes del transformador.
- Lista de precios para “partes de repuestos para transformadores de distribución tipo Pad-Mounted Monofásicos”, el cual debe incluir la descripción de las piezas, número de catálogo y precio unitario.
- Planos descriptivos de los transformadores.
- Lista de excepciones a la presente especificación.
- Fotocopia de certificado de aseguramiento a la calidad ISO 9001.
- Fotocopia de certificado de la Superintendencia de Industria y Comercio para la Acreditación del laboratorio para realizar ensayos, conforme a la norma NTC - ISO/IEC 17025:2005.
- Fotocopia del certificado de conformidad de producto con el RETIE.

11. ALCANCE DEL SUMINISTRO

11.1 MATERIAL

El material consta de los transformadores tipo pad-mounted monofásico con los accesorios necesarios que permitan la instalación segura de los cables de media y baja tensión, según la presente especificación, incluido su transporte con cargue y descargue hasta los almacenes de **CELSIA**

11.2 DOCUMENTACIÓN

Dentro del alcance del suministro queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar.

El oferente, dentro de su propuesta, deberá entregar la siguiente información específica:

- Cronograma estimado para la fabricación, inspección y entrega de transformadores tipo pad-mounted monofásico.
- Manual de garantía de Calidad.
- Originales de los protocolos de pruebas
- Registro de trazabilidad incluyendo:
 - Referencia del pedido de **CELSIA**.
 - Descripción básica del producto suministrado.
 - Número del lote de producción.
 - Número de unidades del lote que incluye el pedido.
 - Punto (s) de entrega de los transformadores tipo pad-mounted monofásico.
- Copia e informe de los ensayos realizados a los transformadores tipo pad-mounted monofásico.

11.3 ENSAYOS

Dentro del alcance del suministro quedan incluidos los ensayos prototipo, rutina y calidad establecidos en el apartado 5 de este documento.

El fabricante deberá suministrar Certificado de ensayos y pruebas de laboratorio rutinarias y de muestreo de los transformadores tipo pad-mounted monofásicos, además serán provistos de un reporte certificado de las pérdidas.

11.4 TRANSPORTE

Con el objeto de evitar ser rechazados los transformadores tipo pad-mounted monofásico por daños en el transporte se recomienda transportar los mismos de forma adecuada, de modo que no sufran ningún daño durante el manejo.

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico deberán ser embarcados completos, con todos los accesorios para su inmediata instalación, garantizándose su entrega inmediata.

El embalaje deberá ser reforzado convenientemente para su transporte terrestre y/o marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes, en el país de destino, 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 o escape del aceite aislante. En caso contrario, el proveedor será responsable de cualquier operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipo utilizado, y costeará los gastos en que se incurra.

11.5 ASISTENCIA TÉCNICA

La asistencia técnica y la formación serán por cuenta del proveedor.

11.6 CONDICIONES DEL SUMINISTRO

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico deberán empacarse individualmente en guacales de madera tratada o plástico que tengan la resistencia mecánica adecuada, de tal forma que protejan al transformador durante el cargue, el transporte y descargue. Los guacales permitirán y facilitarán el bodegaje.

Cada transformador tipo pad-mounted monofásico debe ser fijado a la base del guacal por medio de tornillos o zuncho.

En la parte exterior del embalaje deberá figurar la referencia del material contenido, cantidad de piezas así como el número de pedido y nombre del proveedor.

La madera deberá ser tratada para el control de plagas, según requerimientos internacionales, evitando los compuestos dañinos para el hombre o el medio ambiente, como el "Pentaclorofenol" y "Creosota". El tratamiento deberá contemplar, a lo menos: alta toxicidad a organismos xilófagos, alta penetrabilidad y poder de fijación, estabilidad química, sustancias no corrosivas a los metales ni que afecte características físicas de la madera.

Con el objetivo de evitar el rechazo de los transformadores tipo pad-mounted monofásico, ocasionado por daños en el transporte, éste debe realizarse de acuerdo con altos estándares en el manejo confiable de mercancías que les aseguren el buen estado.

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico deberán ser embarcados completos, con todos los accesorios para su inmediata instalación, garantizándose su entrega inmediata.

El envío estará adecuadamente reforzado para su transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los transformadores tipo pad-mounted monofásico deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en Colombia, en materia de movimiento de cargas y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptada y establecida, para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro o escape del aceite aislante. En caso contrario, el proveedor será responsable de cualquier operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipo utilizado y costeará los gastos en que se incurra.

El proveedor asume los gastos del transporte, incluido el cargue y descargue de los transformadores tipo pad-mounted monofásico, hasta el almacén de **CELSIA**

12. PENALIZACIÓN POR PÉRDIDAS

12.1 PENALIZACIÓN POR LOTE

- **En el núcleo**

$$Cf. = 2A * (Por - Pod) N$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)

Por: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW

Pod: Pérdidas declaradas en el hierro o vacío, en kW

N: Número de transformadores del lote

A: Coeficiente de las pérdidas en vacío en \$Col./kW

- **En los devanados**

$$Cd = 2B * (Pcr - Pcd) N$$

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)

Pcr: Pérdidas reales en los devanados, en kW

Pcd: Pérdidas declaradas en los devanados, en kW

N: Número de transformadores del lote

B: Coeficiente de las pérdidas en los devanados en \$Col./kW

Las anteriores fórmulas se aplicarán por lote, independientemente para las pérdidas en vacío y pérdidas en los devanados.

El tamaño de la muestra para obtener el promedio de las pérdidas reales en vacío ó en los devanados, se determinará estadísticamente, de acuerdo con lo establecido en la NTC 2859-1 con un nivel de inspección III y un nivel aceptable (NCA) 1.0. Si al realizar las pruebas, el número de transformadores que sobrepasen el valor de las pérdidas declaradas más las tolerancias, es mayor al máximo número de defectuosos permitidos para este nivel de inspección, el lote será rechazado.

La penalización sólo se aplicará cuando el promedio de las pérdidas reales en el hierro o en los devanados supere los valores declarados, es decir que el fabricante no tendrá derecho a indemnización alguna, si las pérdidas reales son menores que las declaradas.

12.2 PENALIZACIÓN INDIVIDUAL

(Se utilizará para lotes menores a 30 unidades)

- En el núcleo

$$Cf. = 2A * (Por - Pod)$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)

Por: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW

Pod: Pérdidas declaradas en el hierro o vacío, en kW

A: Coeficiente de las pérdidas en vacío en \$Col./kW

- En los devanados

$$Cd = 2B * (Pcr - Pcd)$$

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)

Pcr: Pérdidas reales en los devanados, en kW

Pcd: Pérdidas declaradas en los devanados, en kW

B: Coeficiente de las pérdidas en los devanados en \$Col./kW

Las anteriores fórmulas se aplicarán independientemente para cada uno de los transformadores y la penalización solo se aplicará a los transformadores cuyos valores de pérdidas reales en el hierro ó en los devanados supere los valores declarados, es decir que el fabricante no tendrá derecho a indemnización alguna si las pérdidas reales son menores que las declaradas.

ANEXO 1: NORMAS DE REFERENCIA

Tabla 11

Norma de Referencia		
NORMA	FECHA	TÍTULO
ANSI C57.12.00	1987	IEEE Standard General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers.
ANSI C57.12.25	1990	Pad-Mounted Compartmental-Type, Self-Cooled, Single-Phase Distribution Transformers, With Separable insulated High Voltage Connectors; High Voltage, 240/120 Volts; 167 kVA and Smaller
ANSI C57.12.28	1988	Switchgear and Transformers - PadMounted Equipment - Enclosure Integrity
ANSI C57.12.90	1999	IEEE Standard Test Code for Liquid Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers and IEEE Guide for Short-Circuit Testing of Distribution and Power Transformers
ANSI C37.71	1984	Standard for Three-Phase, Manually Operated Subsurface Load Interrupting Switches for Alternating-Current Systems
IEEE 386	1995	Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V
ASTM D3487	2000	Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus
ASTM D4541	2009	Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers
ASTM D117	1996	Standard Guide for Sampling, Test Methods, Specifications, and Guide for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin
NTC 1156 (ASTM B117)	1988	Procedimiento para el ensayo de la cámara salina
RETIE	2008	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
ISO 9001	2008	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos
NTC-ISO 14001	2004	Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
NTC ISO 2859-1	2002	Procedimiento de muestreo para inspección para atributos. Parte 1.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.

En todo lo que no esté expresamente indicado en estas especificaciones, rige lo establecido en las normas ANSI y ASTM correspondientes.

ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS

ANEXO 3: FÓRMULA DE COMPARACIÓN DE OFERTAS

La comparación de ofertas se hará calculando el coste de cada ofertante según la expresión:

$$P_{comp} = P_{of} + A \times P_c + B \times P_v$$

P_{comp} precio de comparación en \$

P_{of} precio ofertado en \$

P_c pérdidas en carga en kW

P_v pérdidas en vacío en kW

Los valores de A y B se calcularán como sigue:

$$A = \sum_{k=1}^n \frac{[I_1(1+c)^k]^2}{(1+t)^n} \times 12 \times F_p(730 \times CE + CP)$$

$$B = 12 \times \frac{(1+t)^n - 1}{tx(1+t)^n} \times (730 \times CE + CP)$$

Siendo los respectivos parámetros:

t tasa de actualización

c tasa de crecimiento de la carga

n número de años (vida útil)

F_p factor de pérdidas

CE precio medio de compra de energía \$/ kWh

CP precio medio de compra de potencia \$/ kW mes 12 meses al año

730 número de horas promedio al mes

Los valores de estos parámetros, establecidos por Normalización son los siguientes:

Tabla 12

n (años)	20
F _p	0,3
c	4,5 %
I ₁	0,6 ^(*)

(*) La carga prevista para el primer año de funcionamiento del transformador será el 60 % de la nominal, e irá aumentando cada año un 4,5 % para alcanzar en el año 20 el 130 % de la misma, momento en el que se procederá a su cambio por ampliación.

Los parámetros CE, CP y t serán fijados en cada país ya que estos valores pueden ser distintos.

Simplificando las fórmulas A y B queda:

$$A = A_1 \times (730 \times CE + CP)$$

$$B = B_1 \times (730 \times CE + CP)$$

La tabla adjunta indica los distintos valores de A₁ y B₁, en función de la tasa de actualización:

	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
A ₁	63,48	59,58	55,97	52,64	49,56
B ₁	227,85	216,55	206,02	196,22	187,07
	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
A ₁	46,71	44,07	41,62	39,34	37,23
B ₁	178,53	170,55	163,08	156,10	149,55
	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
A ₁	33,44	30,15	27,29	24,80	22,61
B ₁	137,64	127,13	117,82	109,54	102,16
	12,0%	14,0%	16,0%	18,0%	20,0%
A ₁	19,01	16,19	13,96	12,17	10,73
B ₁	89,63	79,48	71,15	64,23	58,43

Ejemplo:

Suponiendo CE = 0,044 \$/ kWh, CP = 6,2 \$/ kW y t = 10 %, el resultado de la fórmula sería el siguiente:

$$A = 22,61 \times (730 \times 0,044 + 6,2) = 866,4 \text{ \$ / kW}$$

$$B = 102,16 \times (730 \times 0,044 + 6,2) = 1914,77 \text{ \$ / kW}$$

Sustituyendo todos los valores conocidos y fijados por Normalización, la fórmula de comparación de ofertas queda como sigue:

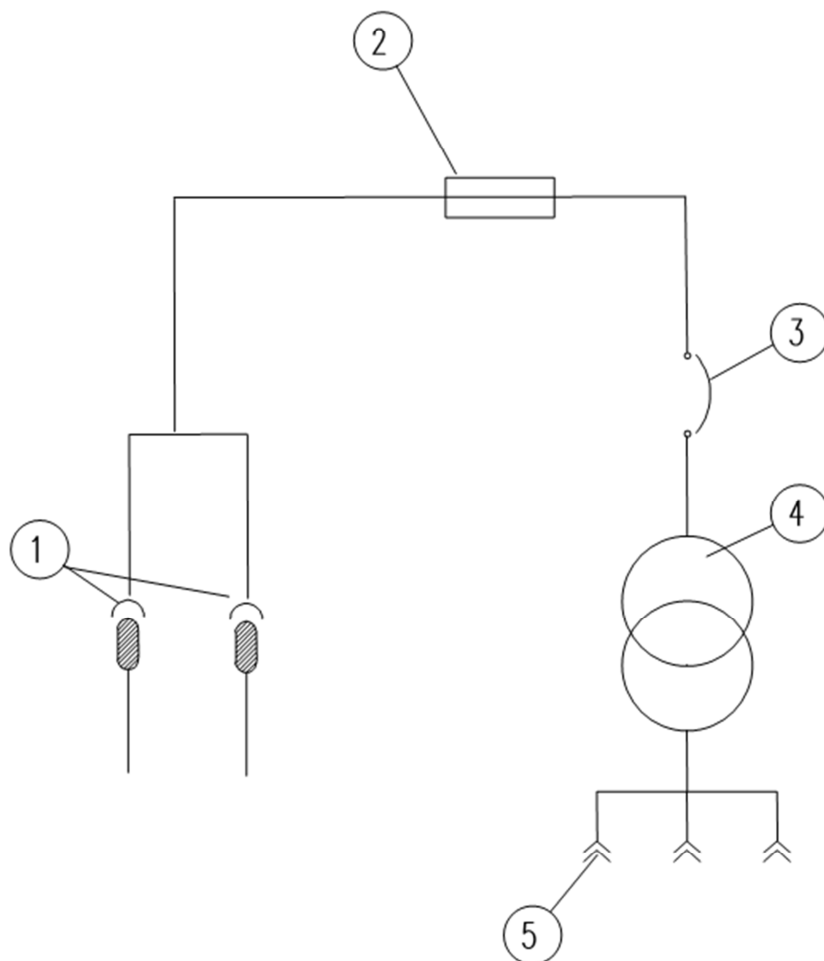
$$P_{\text{comp}} = P_{\text{of}} + 866,4 \times P_c + 1914,77 \times P_v$$

Sustituyendo el precio de oferta, las pérdidas de carga y las de vacío se obtiene el precio comparativo final del transformador.

ANEXO 4: CROQUIS

CROQUIS

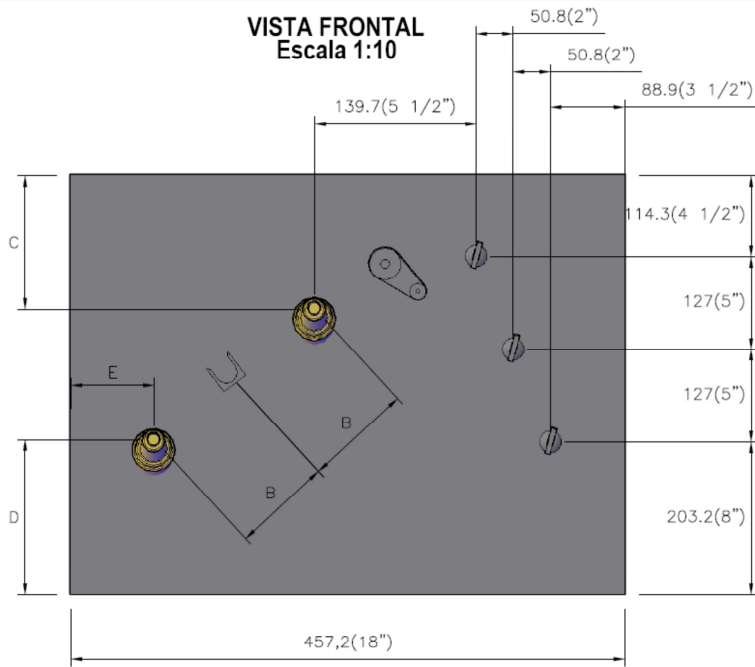
Esquema unifilar



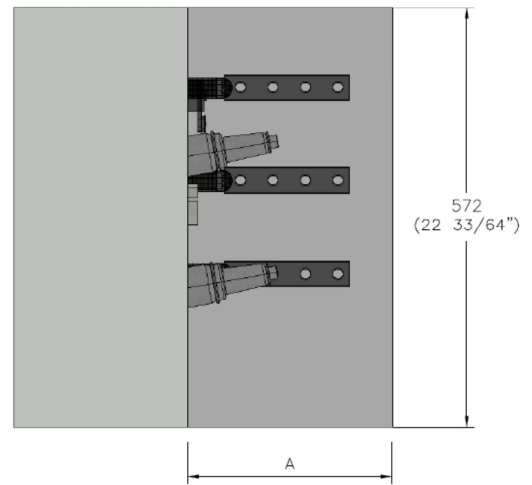
POSICION	DESCRIPCION
1	Pasatapas de MT (enchufable en carga apantallado) 200 A
2	Fusible de alto poder de ruptura
3	Protección sensible a la temperatura y sobreintensidad
4	Transformador
5	Pasatapas de BT

ANEXO 5: PLANOS

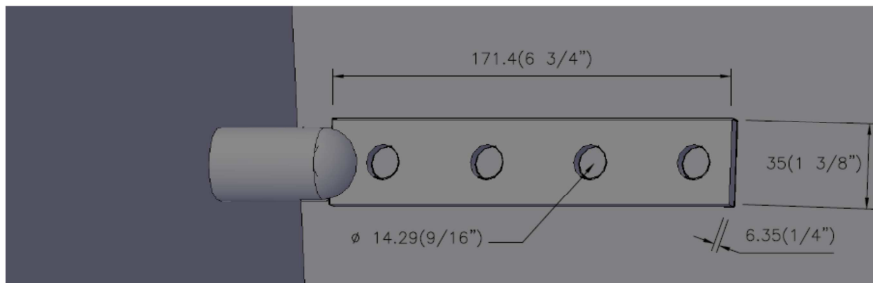
VISTA FRONTAL
Escala 1:10



VISTA LATERAL
Escala 1:10



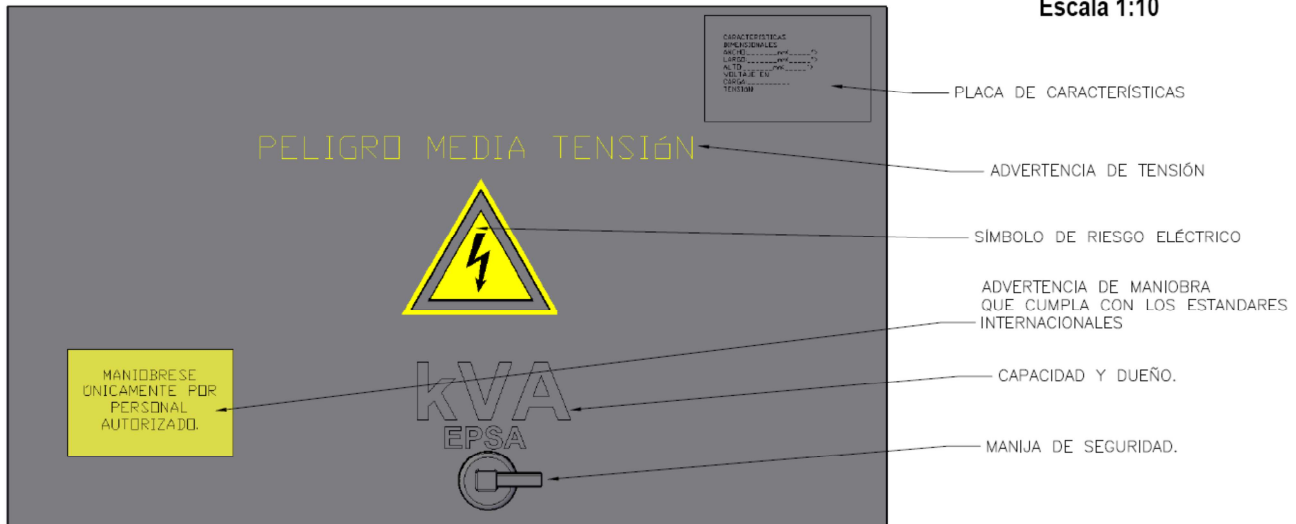
DETALLE SALIDA TIPO PALA
Escala 1:5



TRANSFORMADORES
PADMOUNTED MONOFÁSICOS

TERMINAL PRIMARIO(kV)	DIMENSIONES MINIMAS				
	A	B	C	D	E
13,2	330.2 (13")	127(5")	101.6(4")	0	82.55 (3 1/4")
34,5	406.4 (16")	152.4(6")	146.05(5 3/4")	0	101.6 (4")

VISTA FRONTAL(TAPA).
Escala 1:10



TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNTED MONOFÁSICO
50, 100, 167 KVA - 13,2 kV - 34,5 kV

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01040101	
REV. 1	HOJA 1/2	

ISOMÉTRICO
Escala 1:10

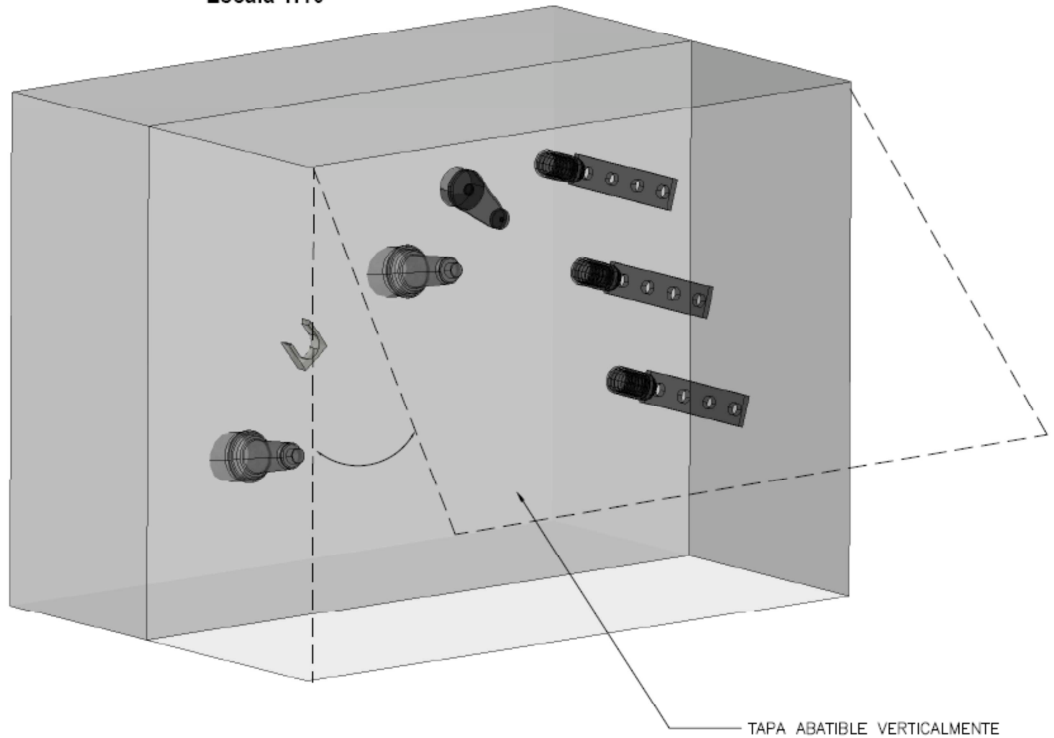
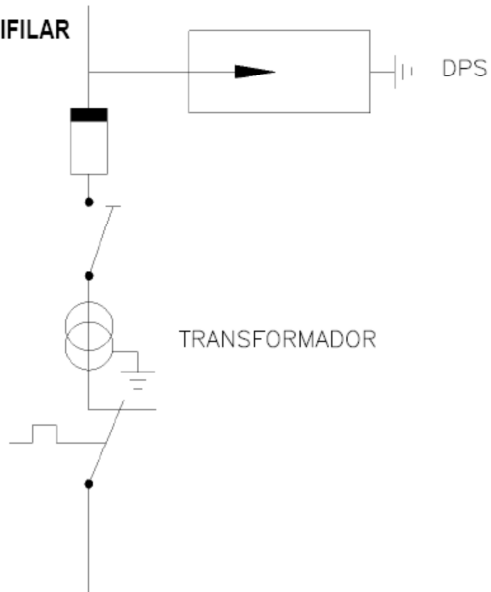


DIAGRAMA UNIFILAR



TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNTED MONOFÁSICO
50, 100, 167 KVA - 13,2 kV - 34,5 kV

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01040101	
REV. 1	HOJA 2/2	