

# Especificación

## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

Código: **ES.06720**

Edición: **2**



## Índice

	Página
1. Objeto	3
2. Alcance	4
3. Documentos de referencia.	8
4. Definiciones.	9
5. Requisitos	10
5.1. Requisitos técnicos	11
5.1.1. Generalidades	11
5.1.2. Diseño y construcción	13
5.1.3. Identificación y marcado.	44
5.2. Requisitos de adquisición.	49
5.2.1. Alcance de la oferta.	49
5.2.2. Alcance del suministro.	50
5.2.3. Requisitos de homologación.	57
5.2.4. Garantía y seguridad de uso.	58
5.2.5. Medioambiente.	59
6. Registros y datos. Formatos aplicables.	60
7. Relación de Anexos.	60
Anexo 00: Histórico de revisiones	61
Anexo 01: Planos esquemáticos	62



## 1. Objeto

El presente documento tiene por objeto definir los requisitos de diseño y fabricación, las características constructivas, elementos constitutivos, ensayos, así como los requisitos y condiciones de oferta y suministro para la adquisición de transformadores tipo pad-mounted monofásicos y trifásicos, para su instalación en las redes de distribución eléctrica de EDEMET-EDECHI.

En adelante a este tipo de Transformador se les designará como TPM, “Transformador tipo Pad-Mounted”. Las posibles configuraciones se muestran en la Tabla 1:

**Tabla 1. Configuraciones de TPM**

Tipo Transformador	Configuración	Tensión Entrada (kV)	Tensión Salida (V)
Monofásicos 1 Borna	Fin de Línea	2.4	120/240
		6.6	
		7.6	
		12	
		19.9	
Monofásicos 2 Bornas	Fin de Línea	4.16	120/240
		13.2	
		34.5	
		2.4	120/208
		4.16	
	Fin de Línea	12.0	
		13.2	
		34.5	
		12.0	277/480
		13.2	
Trifásicos	Entrada/Salida	34.5	
		13.2	120/240
		34.5	
		2.4	120/208
		4.16	
		12.0	
		13.2	
		34.5	
		2.4	277/480
		4.16	
		12.0	
		13.2	
		34.5	



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

### 2. Alcance

La presente especificación tiene por alcance los siguientes materiales:

**Tabla 2. TPM hasta 1000 kVA**

Código	Denominación	Descripción
<b>TPM Monofásicos 1 Borna Fin De Línea 120/240 V</b>		
333282	TPMFL-50-2.4-0,24	TPM monofásico 50 kVA 2.4/0,24 kV
415390	TPMFL-100-2.4-0,24	TPM monofásico 100 kVA 2.4/0,24 kV
928786	TPMFL-167-2.4-0,24	TPM monofásico 167 kVA 2.4/0,24 kV
<b>TPM Monofásicos 2 Bornas Delta 120/240 V</b>		
817413	TPMFL-50-6,6-0,24	TPM monofásico 50 kVA 6,6/0,24 kV (Delta, 2 líneas activas)
817414	TPMFL-100-6,6-0,24	TPM monofásico 100 kVA 6,6/0,24 kV (Delta 2 líneas activas)
817415	TPMFL-167-6,6-0,24	TPM monofásico 167 kVA 6,6/0,24 kV (Delta 2 líneas activas)
913711	TPMFL-50-12,0-0,24	TPM monofásico 50 kVA 12,0/0,24 kV (Delta, 2 líneas activas)
330418	TPMFL-100-12,0-0,24	TPM monofásico 100 kVA 12,0/0,24 kV (Delta 2 líneas activas)
916561	TPMFL-167-12,0-0,24	TPM monofásico 167 kVA 12,0/0,24 kV (Delta 2 líneas activas)
<u>Nota: la fuente primaria de estos transformadores utiliza dos fases de un sistema Delta H1A y H2B</u>		
<b>TPM Monofásicos 2 Bornas 120/240 V</b>		
529932	TPMES-50-7.6-0,24	TPM monofásico 50 kVA 7.6/0,24 kV
529938	TPMES-50-19.9-0,24	TPM monofásico 50 kVA 19.9/0,24 kV
334156	TPMES-75-7.6-0,24	TPM monofásico 75 kVA 7.6/0,24 kV
936615	TPMES-75-19.9-0,24	TPM monofásico 75 kVA 19.9/0,24 kV
529933	TPMES-100-7.6-0,24	TPM monofásico 100 kVA 7.6/0,24 kV
529939	TPMES-100-19.9-0,24	TPM monofásico 100 kVA 19.9/0,24 kV
529934	TPMES-167-7.6-0,24	TPM monofásico 167 kVA 7.6/0,24 kV
529940	TPMES-167-19.9-0,24	TPM monofásico 167 kVA 19.9/0,24 kV
937185	TPMES-300-7.6-0,24	TPM monofásico 300 kVA 7.6/0,24 kV
<u>Nota: los transformadores Monofásicos tipo pad mounted utilizan dos bornas de 200 A unidas internamente, que corresponden a una fase de un sistema estrella H1A y H2A</u>		



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

<b>TPM Trifásicos Fin De Línea 120/240 V</b>		
637189	TPTFL-150-4.16-0,24	TPM trifásico fin de línea 150 kVA 4.16/0,24 kV
330413	TPTFL-300-13.2-0,24	TPM trifásico fin de línea 300 kVA 13.2/0,24 kV
822093	TPTFL-300-34.5-0,24	TPM Trifásico Fin de Línea 300 kVA 34.5/0,240 kV
822096	TPTFL-500-34.5-0,24	TPM Trifásico Fin de Línea 500 kVA 34.5/0,240 kV
<b>TPM Trifásicos Fin De Línea 120/208 V</b>		
415245	TPTFL-112.5-2.4-0,21	TPM trifásico fin de línea 112,5 kVA 2.4/0,208 kV
333262	TPTFL-112.5-4.16-0,21	TPM trifásico fin de línea 112,5 kVA 4.16/0,208 kV
333286	TPTFL-150-2.4-0,21	TPM trifásico fin de línea 150 kVA 2.4/0,208 kV
333288	TPTFL-150-4.16-0,21	TPM trifásico fin de línea 150 kVA 4.16/0,208 kV
913712	TPTFL-150-12.0-0,21	TPM trifásico fin de línea 150 kVA 12,0/0,208 kV
552288	TPTFL-150-13.2-0,21	TPM trifásico fin de línea 150 kVA 13.2/0,208 kV
552290	TPTFL-150-34.5-0,21	TPM trifásico fin de línea 150 kVA 34.5/0,208 kV
918003	TPTFL-225-4.16-0,21	TPM trifásico fin de línea 225 kVA 4.16/0,208 kV
334171	TPTFL-225-13.2-0,21	TPM trifásico fin de línea 225 kVA 13.2/0,208 kV
330428	TPTFL-300-2.4-0,21	TPM trifásico fin de línea 300 kVA 2.4/0,208 kV
930726	TPTFL-300-4.16-0,21	TPM trifásico fin de línea 300 kVA 4.16/0,208 kV
330426	TPTFL-300-12.0-0,21	TPM trifásico fin de línea 300 kVA 12,0/0,208 kV
531116	TPTFL-300-13.2-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 300 kVA 13.2/0,208 kV
531122	TPTFL-300-34.5-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 300 kVA 34.5/0,208 kV
330425	TPTFL-500-4.16-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 500 kVA 4.16/0,208 kV
531117	TPTFL-500-13.2-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 500 kVA 13.2/0,208 kV
531123	TPTFL-500-34.5-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 500 kVA 34.5/0,208 kV
531118	TPTFL-750-13.2-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 750 kVA 13.2/0,208 kV
531124	TPTFL-750-34.5-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 750 kVA 34.5/0,208 kV
333305	TPTFL-1000-34.5-0,21 (P)	TPM trifásico fin de línea 1000 kVA 34.5/0,208 kV
<b>TPM Trifásicos Entrada-Salida 120/240 V</b>		
937183	TPTES-150-13.2-0,24	TPM trifásico entrada-salida 150 kVA 13.2/0,24 kV
937182	TPTES-300-13.2-0,24	TPM trifásico entrada-salida 300 kVA 13.2/0,24 kV
330414	TPTES-500-13.2-0,24	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 13.2/0,24 kV
822095	TPTES-300-34.5-0,24	TPM trifásico entrada-salida 300 kVA 34.5/0,24 kV
822097	TPTES-500-34.5-0,24	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 34.5/0,24 kV



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

822098	TPTES-750-34.5-0,24	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 34.5/0,24 kV
<b>TPM Trifásicos Entrada-Salida 120/208 V</b>		
553686	TPTES-150-13.2-0,21	TPM trifásico entrada-salida 150 kVA 13.2/0,208 kV
553694	TPTES-150-34.5-0,21	TPM trifásico entrada-salida 150 kVA 34.5/0,208 kV
330424	TPTES-300-4.16-0,21	TPM trifásico entrada-salida 300 kVA 4.16/0,208 kV
553687	TPTES-300-13.2-0,21	TPM trifásico entrada-salida 300 kVA 13.2/0,208 kV
553695	TPTES-300-34.5-0,21	TPM trifásico entrada-salida 300 kVA 34.5/0,208 kV
330429	TPTES-500-2.4-0,21	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 2.4/0,208 kV
937190	TPTES-500-4.16-0,21	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 4.16/0,208 kV
330427	TPTES-500-12,0-0,21	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 12,0/0,208 kV
553688	TPTES-500-13.2-0,21	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 13.2/0,208 kV
553696	TPTES-500-34.5-0,21	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 34.5/0,208 kV
814464	TPTES-750-4.16-0,21	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 4.16/0,208 kV
414527	TPTES-750-12,0-0,21	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 12,0/0,208 kV
553689	TPTES-750-13.2-0,21	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 13.2/0,208 kV
553697	TPTES-750-34.5-0,21	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 34.5/0,208 kV
814650	TPTES-1000-4.16-0,21	TPM trifásico entrada-salida 1000 kVA 4.16/0,208 kV
333292	TPTES-1000-13.2-0,21	TPM trifásico entrada-salida 1000 kVA 13.2/0,208 kV
<b>TPM Trifásicos Fin De Línea 277/480 V</b>		
709946	TPTFL-500-13.2-0,48	TPM trifásico fin de línea 500 kVA 13.2/0,480 kV
709948	TPTFL-500-34.5-0,48	TPM trifásico fin de línea 500 kVA 34.5/0,480 kV
709957	TPTFL-750-13.2-0,48	TPM trifásico fin de línea 750 kVA 13.2/0,480 kV
709949	TPTFL-750-34.5-0,48	TPM trifásico fin de línea 750 kVA 34.5/0,480 kV
709947	TPTFL-1000-13.2-0,48	TPM trifásico fin de línea 1000 kVA 13.2/0,480 kV
709950	TPTFL-1000-34.5-0,48	TPM trifásico fin de línea 1000 kVA 34.5/0,480 kV
<b>TPM Trifásicos Entrada-Salida 277/480 V</b>		
913358	TPTES-500-4.16-0,48	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 4.16/0,480 kV
709951	TPTES-500-13.2-0,48	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 13.2/0,480 kV
709954	TPTES-500-34.5-0,48	TPM trifásico entrada-salida 500 kVA 34.5/0,480 kV
930727	TPTES-750-4.16-0,48	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 4.16/0,480 kV
416940	TPTES-750-12,0-0,48	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 12,0/0,480 kV
709952	TPTES-750-13.2-0,48	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 13.2/0,480 kV
709955	TPTES-750-34.5-0,48	TPM trifásico entrada-salida 750 kVA 34.5/0,480 kV
937766	TPTES-1000-2.4-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1000 kVA 2.4/0,480 kV



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

415852	TPTES-1000-12,0-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1000 kVA 12,0/0,480 kV
709953	TPTES-1000-13.2-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1000 kVA 13.2/0,480 kV
709956	TPTES-1000-34.5-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1000 kVA 34.5/0,480 kV

**Tabla 2.TPM de 1500 a 2500 kVA**

Código	Denominación	Descripción
<b>TPM Trifásicos Entrada – Salida 120/208 V</b>		
937606	TPTES-1500-13.2-0,21	TPM trifásico entrada-salida 1500 kVA 13.2/0,208 kV
<b>TPM Trifásicos Fin De Línea 277/480 V</b>		
929352	TPTFL-1500-12,0-0,48	TPM trifásico fin de línea 1500 kVA 12,0/0,480 kV
<b>TPM Trifásicos Entrada – Salida 277/480 V</b>		
928768	TPTES-1500-12,0-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1500 kVA 12,0/0,480 kV
330445	TPTES-1500-13.2-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1500 kVA 13.2/0,480 kV
933722	TPTES-1500-34.5-0,48	TPM trifásico entrada-salida 1500 kVA 34.5/0,480 kV
937721	TPTES-2000-13.2-0,48	TPM trifásico entrada-salida 2000 kVA 13.2/0,480 kV
938118	TPTES-2000-34.5-0,48	TPM trifásico entrada-salida 2000 kVA 34.5/0,480 kV
416385	TPTES-2500-13.2-0,48	TPM trifásico entrada-salida 2500 kVA 13.2/0,480 kV
938119	TPTES-2500-34.5-0,48	TPM trifásico entrada-salida 2500 kVA 34.5/0,480 kV

Estos materiales serán instalados en zonas cuyas temperaturas varían entre 10 °C y 40 °C, bajo condiciones extremas, y serán expuestos a radiación solar. La altura de instalación es de hasta 3,500 msnm, de acuerdo con la tabla 4:

**Tabla 4. Condiciones Ambientales.**

Condiciones Ambientales	
Ambiente tropical salino	Altamente contaminado
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	100 / 85
Temperaturas: Mínima / Promedio / Máxima (°C) entre 0 - 3,500 msnm	10 / 30 / 40 (Panamá)



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

A su vez el sistema eléctrico para el cual estarán dispuestos estos dispositivos será en tensiones nominales que se indican en la tabla siguiente, con una frecuencia de 60 Hertz.

**Tabla 5 Voltajes Nominales**

Voltajes del sistema (KV)	Voltaje monofásico (KV)	Sistema
34.5	19.9	Estrella
13.2	7.6	Estrella
12	12	Delta
6.6	6.6	Delta
4.16	2.4	Estrella
2.4	2.4	Delta

Estarán sujetos a condiciones climatológicas que pueden ser clasificadas en dos estaciones:

**Estación lluviosa:** se caracteriza por la existencia de lluvias frecuentes alternada con épocas soleadas (por días u horas) que se extiende por un período de 8 a 9 meses al año, aproximadamente.

**Estación seca:** época predominantemente soleada con escasas lluvias. La duración de este período es de 3 a 4 meses.

### 3. Documentos de referencia.

Los materiales objeto de esta especificación, se ajustarán a las siguientes normas y estándares:

- |                |   |
|----------------|---|
| IEEE C57.12.00 | General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers.   |
| IEEE C57.12.38 | Standard for Pad-Mounted-Type, Self-Cooled, Single-Phase Distribution Transformers; 250 kVA and Smaller: High Voltage, 34 500 GrdY/19 920 V and Below, Low Voltage, 480/240 V and Below                                   |
| IEEE C57.12.29 | Pad-Mounted Equipment – Enclosure Integrity for Coastal Environments  |
| IEEE C57.12.26 | IEEE Standard for Pad-Mounted, Compartmental-Type, Self-Cooled, Three-Phase Distribution Transformers for Use with Separable Insulated High-Voltage Connectors (34 500 GrdY/19 920 Volts and Below, 2500 kVA and Smaller) |
| IEEE C57.12.70 | Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers   |



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

IEEE C57.12.80	Standard Terminology for Power and Distribution Transformers
IEEE C57.12.90	Test Code for Liquid Immersed, Distribution, Power, and Regulating Transformers
IEEE C57.106	Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment
IEEE C57.121	IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Less-Flammable Hydrocarbon Fluid in Transformers
IEEE std 386	Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V
ASTM D3487	Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus
ASTM D117	Standard Guide for Sampling, Test Methods, and Specifications Guide for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin
ASTM B117	Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus
ASTM D6871-17	Standard Specification for Natural (Vegetable Oil) Ester Fluids Used in Electrical Apparatus
NEMA TR-1	Audible Sound level for liquid filled transformer

El suministrador deberá indicar en su oferta los estándares que cumple y la fecha de vigencia de éstos.

En todo lo que no esté expresamente indicado en estas especificaciones, rige lo establecido en las normas y estándares indicados arriba.

### 4. Definiciones.

**Accesorios:** dispositivos que realizan una tarea menor o secundaria como complemento a la tarea primaria o principal de un equipo.

**Aislamiento (eléctrico):** resistencia eléctrica tan elevada que no permite la circulación de corriente entre dos cuerpos, impidiendo que escape energía eléctrica de ellos.

**Aprobado:** aceptado por la autoridad competente.

**BT:** siglas de Baja Tensión. Tensión igual o inferior a 600 voltios.

**BIL:** “*Basic impulse insulation level*”, por sus siglas en inglés. Es el nivel básico de aislamiento o la tensión básica soportada para impulso tipo rayo del aislamiento. Se expresa en términos del valor de la cresta de tensión soportada de una onda completa estándar de tensión de impulso.

**Bobina (transformador):** componente eléctrico formado por un alambre aislado que se arrolla en forma de hélice con un paso igual al diámetro del alambre. El conjunto rodea una columna ferromagnética del núcleo con el fin de producir flujo magnético.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

**Empresa:** unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos que producen bienes o servicios y genera utilidad. Para efectos de esta norma, se refiere a la EMPRESA como la entidad prestadora del servicio de energía eléctrica.

**Equipo:** término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herramientas y similares utilizados como parte de o en relación con una instalación eléctrica.

**Especificaciones:** documento técnico de la empresa que especifica lo referente a la topología del sistema de distribución.

**Ficha técnica:** ficha técnica, hoja técnica u hoja de datos (datasheet en inglés), también ficha de características u hoja de características, es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente o subsistema con el suficiente detalle para ser utilizado para diseño, procesos de compra y otras que sea necesario.

**Homologación:** de proveedores o suministradores. Consiste en el análisis y valoración documentada de la capacidad del proveedor o suministrador para asegurar el adecuado cumplimiento de los requisitos específicos establecidos para el suministro de un material, equipo o servicio (especificaciones técnicas, normativa técnica, ISO, ANSI, IEEE, NEMA, ASTM etc.).

**MT:** siglas de Media Tensión. Tensión mayor a 600 voltios y menor que 115 kilovoltios.

**Nominal:** término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

**Núcleo del Transformador:** elemento constituido por chapas de acero al silicio aisladas entre ellas. El núcleo de los transformadores está compuesto por las columnas, que es la parte donde se montan los devanados, y las culatas, que es la parte donde se realiza la unión entre las columnas. El núcleo se utiliza para conducir el flujo magnético.

**Terminal:** extremo de equipos eléctricos, destinados a la conexión de los conductores.

**TPM:** Transformador tipo Pad-Mounted.

**TPMES:** Transformador Monofásico tipo Pad-Mounted Entrada y Salida.

**TPMFL:** Transformador Monofásico tipo Pad-Mounted Fin de Línea.

**TPTES:** Transformador Trifásico tipo Pad-Mounted Entrada y Salida.

**TPTFL:** Transformador Trifásico tipo Pad-Mounted Fin de Línea.

### 5. Requisitos

En este apartado se desarrollarán los requisitos particulares de adquisición, diseño, inspección y ensayos que deben cumplir los artículos listados en el alcance de este documento. Por lo tanto, es conveniente dividir los requisitos en:

- **Requisitos técnicos.**



- **Requisitos de adquisición.**

## 5.1. Requisitos técnicos

### 5.1.1. Generalidades

Los transformadores deben cumplir lo dispuesto en las normas indicadas en el apartado “3. Documentos de referencia”. Además, estarán diseñados de acuerdo con las condiciones ambientales de Panamá, específicamente altura sobre el nivel del mar, temperatura (mínima, promedio y máxima), humedad relativa, bajo un ambiente tropical salino.

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

- Los límites de temperatura no deberán ser excedidos, cuando el transformador sea operado continuamente suministrando sus kVA nominales y a su voltaje secundario nominal.
- El aumento de temperatura del líquido aislante no deberá exceder de 65° C. cuando sea medido cerca de la parte superior del tanque.
- El aumento máximo (en el punto más caliente) de la temperatura del devanado por encima de la temperatura ambiente no deberá exceder los 80 °C a los kVA nominales.
- Las capacidades en KVA estarán basadas en las condiciones de servicio usuales de temperatura y altitud indicadas en esta especificación.

Las capacidades nominales en KVA, de los transformadores monofásicos, son presentadas en la tabla siguiente:

**Tabla 6. Capacidades de Transformadores Monofásicos**

Voltaje Primario (kV)	BIL (kV)	Voltaje Secundario (V)	Capacidad (kVA)
2.4 / 4.16 Y	60	120/240	50 a 167
12	95	120/240	50 a 167
7.62 / 13.2 Y	95	120/240	50 a 300
19.92 / 34.5 Y	150	120/240	50 a 167

Las capacidades nominales en KVA, de los transformadores trifásicos, son presentadas en la tabla siguiente



Tabla 7. Capacidades de Transformadores Trifásicos

Voltaje Primario (kV)	BIL (kV)	Voltaje Secundario (V)	Capacidad (kVA)
2.4	45	208Y/120-4H	112.5 a 500
		480Y/277-4H	1000
4.16	60	240/120	150
		208Y/120-4H	112.5 a 1000
		480Y/277-4H	500 a 750
12	95	208Y/120-4H	150 a 750
		480Y/277-4H	750 a 1500
		480-3H	1500
13.2	95	208Y/120-4H	112.5 a 1000
		480Y/277-4H	300 a 2500
		480-3H	300 a 2500
		240/120	300 a 500
34.5	150	208Y/120-4H	112.5 a 1000
		480Y/277-4H	300 a 2500
		480-3H	300 a 2500

Los TPM serán de pedestal, tipo compartimental para distribución monofásica o trifásica y auto enfriados del tipo denominado como frente muerto. Los TPM monofásicos serán tipo cajón con una sola puerta, mientras que los TPM trifásicos tendrán dos puertas abatibles.

Con respecto a la clase de enfriamiento serán KNAN con líquido aislante con punto de flama >300 °C, convección natural y enfriamiento externo por aire.

Los transformadores deberán ser nuevos y limpios, sin defectos internos o externos, y de reciente fabricación. No se aceptará el suministro de transformadores reconstruidos ni rehabilitados, ni de reciente fabricación con poco uso.



## 5.1.2. Diseño y construcción

### 5.1.2.1. Características constructivas

Los transformadores deberán ser diseñados de acuerdo con la última revisión de las normas aplicables mencionadas en el apartado “3. Documentos de referencia”.

El tanque debe ser diseñado de forma que no acumule agua y se minimice las áreas en donde se puedan acumular los elementos corrosivos.

El material del gabinete puede ser preferiblemente de acero inoxidable o acero al carbón siempre y cuando se garantice el cumplimiento de los requerimientos de integridad y acabado correspondientes al estándar IEEE C57.12.29 y se demuestre mediante los ensayos requeridos. Todo transformador que en la recepción técnica presente el menor indicio de fisura o indicios de oxidación en cualquiera de sus partes, internas o externas será rechazado y deberá ser reemplazado por una unidad nueva a satisfacción de la EDEMET-EDECHI.

#### 5.1.2.1.1. Núcleo y bobinados del transformador

El núcleo constituye el circuito magnético del Transformador por lo que se requiere que este tenga las propiedades de un material de alta permeabilidad que confine la mayor cantidad de líneas de flujo magnético minimizando las líneas de flujo disperso en dicho circuito, garantizando los niveles de pérdidas especificadas en el transformador. El núcleo del transformador Pad-Mounted trifásicos será construido con chapas magnéticas empiladas de cualquiera de los siguientes materiales:

- Material amorfo (debe cumplir con los niveles de pérdidas máximas asignadas en esta especificación).
- Acero al Silicio de alta eficiencia laminado en frío (cold rolled steel) (debe cumplir con los niveles de pérdidas máximas asignadas en esta especificación).

Para la reducción de pérdidas en vacío en el transformador puede realizarse mejorando la permeabilidad del material y con la utilización de láminas más delgadas proceso que se logra con la utilización del laminado en frío.

Los bobinados de MT y BT podrán ser de cobre o de aluminio de alta conductividad, siempre y cuando no sobrepasen las pérdidas y dimensiones máximas de esta especificación.

El aumento promedio de la temperatura del devanado por encima de la temperatura ambiente no debe exceder los 65 °C a kVA nominal cuando se prueba de acuerdo con el estándar IEEE STD C57.12.90 usando la combinación de conexiones y derivaciones que dan el aumento de temperatura promedio más alto del devanado.



El aumento máximo de la temperatura del devanado (punto más caliente) por encima de la temperatura ambiente no debe exceder los 80 °C a los kVA nominales para la combinación particular de conexiones y derivaciones que dan el máximo aumento de la temperatura del devanado (punto más caliente).

### 5.1.2.1.2. Bornas y terminales

La disposición de las bornas de Media Tensión (MT) y Bornas de Baja tensión (BT) se ajustarán a lo indicado en los planos adjuntos en el anexo ES.06720-AX.01.

#### Bornas MT

Para los TPM monofásicos y los TPM trifásicos Fin de Línea (FL), las bornas de MT serán del tipo “Enchufables o insertables en Carga” (“Load break Bushing Insert” compatibles con la Figura 5 interfaz 5 para 15kV y la figura 9 interfaz 7B o interfaz corta para 35kV), con una intensidad admisible de 200 A según la norma IEEE 386-2016.

Para los TPM Trifásicos Entrada / Salida (ES) hasta 2500 kVA las bornas de MT serán del tipo integral para utilizar las terminaciones atornillables sin carga, (“Dead-Break interface”, según la figura 13 interfaz 11 para 15 kV y figura 15 interfaz 13 para 35 kV) con una intensidad admisible de 600 A según la norma IEEE 386-2016.

En los TPM Trifásicos Entrada / Salida (ES) los terminales en T y las bornas integrales de MT tendrán una capacidad de 25 kA momentáneos a 10 ciclos (0.17 seg).

En los TPM Fin de Línea (FL) los terminales enchufables con carga y las bornas de MT tendrán una capacidad de 10 kA momentáneos a 10 ciclos (0.17 seg).

Todos los elementos de conexión del TPM deben permitir realizar las conexiones de MT y BT de forma correcta. Los elementos de conexión deben ser ubicados de forma que los conectores aislados separables para cables MT puedan ser operados con herramientas de línea viva.

En todos los casos los pasa tapas de 200 A serán tipo pozo o universal (“Universal Bushing Well” Figura 3 – Interfaz 3 según IEEE STD 386-2016) y siempre estarán incluidos en el suministro del TPM. Se dispondrán en la carcasa del transformador y el fabricante garantizará la intercambiabilidad de la borna (insertable o atornillable), con otros fabricantes tanto en las medidas dimensionales como el tipo de rosca utilizado para la conexión de ambos elementos. Esta rosca deberá ser compatible con todos los accesorios normalizados utilizados en la red subterránea.

El suministro del TPM incluirá siempre los pasa tapas y las bornas correspondientes sean tipo integral o tipo bushing pozo incluyendo el



suministro del inserto. También, se debe proporcionar posiciones para estacionamiento de los accesorios y terminaciones de los cables subterráneos (“accessory parking stand”).

Las bornas deberán cumplir con las características eléctricas indicadas en la sección 8.7 del estándar IEEE C57.12.34 para los TPM trifásicos. En los TPM monofásicos las bornas deben cumplir con las características eléctricas indicadas en la sección 8.1 del estándar ANSI C57.12.25, resumidas en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Características de las bornas**

Bornas	2.4 – 4.16 – 12.0 - 13.2 kV <sup>(1)</sup>	34.5 kV	B.T.
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV)	95	150	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	34	50	10

(1) De 2.4 a 13.2kV se utilizan bornas con valor nominal de 15kV 200 Amp 95 kV BIL.

Las distancias libres de las bornas deberán ajustarse a lo establecido en la norma IEEE C57.12.34 y de acuerdo con los planos de referencia del Anexo 01.

### Terminales BT

Las características dimensionales de los terminales de BT se ajustarán a lo establecido en los planos del anexo ES.06720-AX.01 del presente documento.

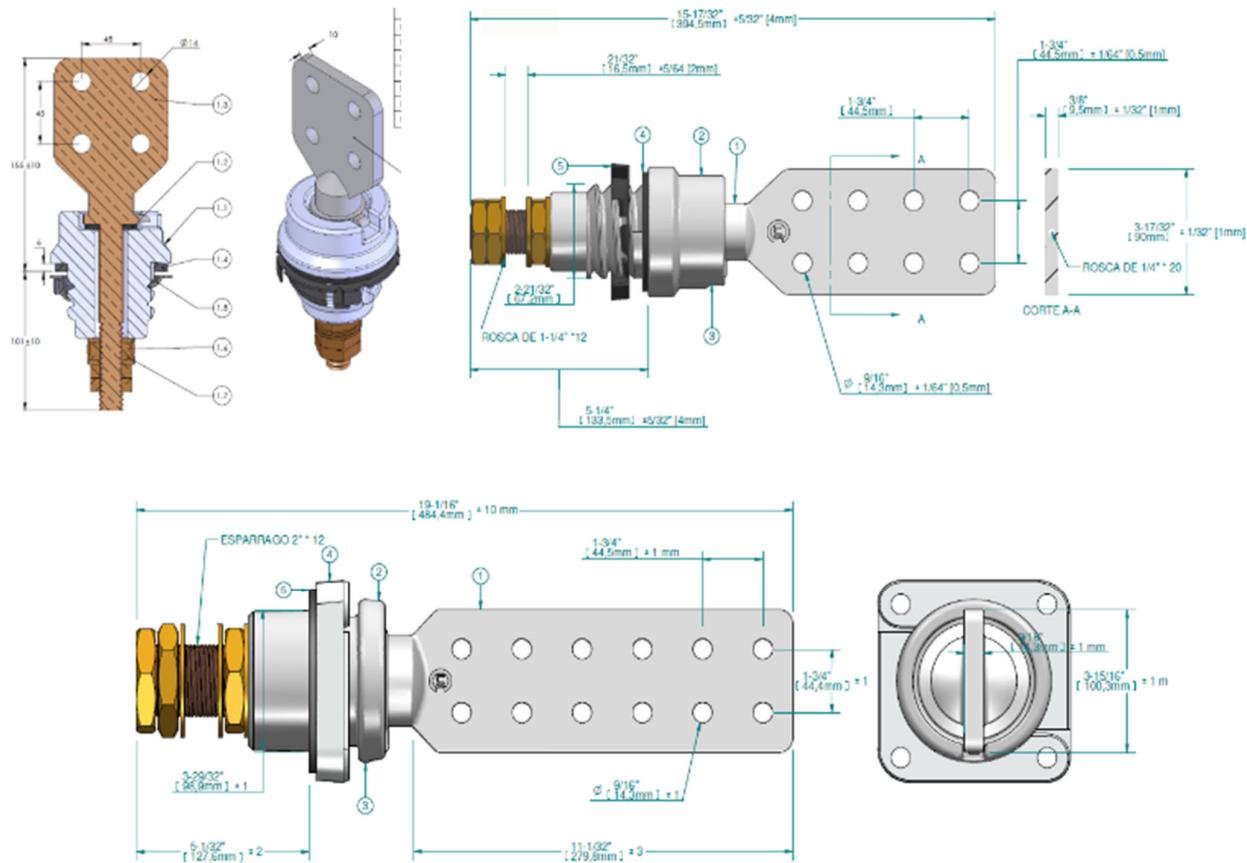
Las bornas o pasa tapas de Baja Tensión deben poder ser reparadas externamente. Pueden ser tipo porcelana o de epoxi y las terminales tipo pala o espada y estarán dimensionadas según la Norma IEEE C57.12.34 y C57.12.38. Los TPM deberán tener cuatro (4) bornas de bajo voltaje para los sistemas estrella y tres (3) bornas de bajo voltaje para los sistemas Delta.

Los huecos serán tipo NEMA. En función de la potencia del transformador y el voltaje de salida se aplica la siguiente tabla:



Tabla 9. Características de las terminales BT.

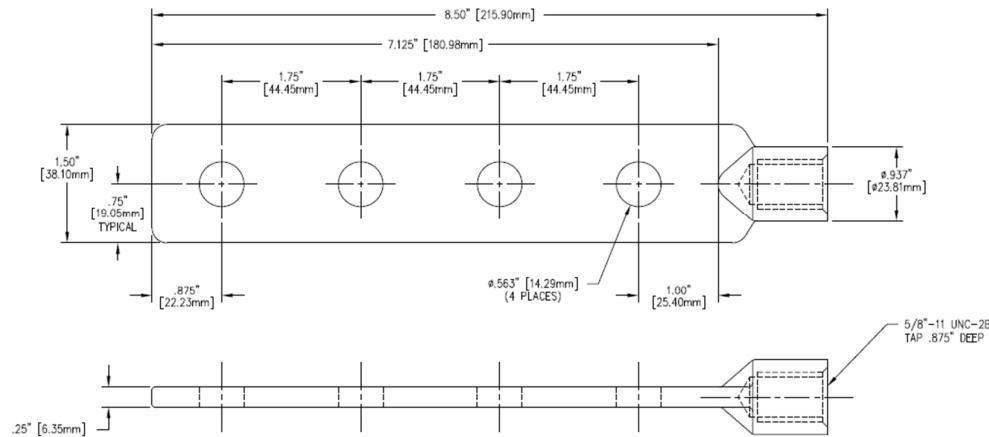
Capacidad (kVA)	Voltaje Secundario (V)	Cantidad de huecos Tipo NEMA	Terminal Tipo
50 a 167	240Y/120	4	Espada Pala
75 a 300	208Y/120	4	
150 a 500	480Y/277; 480	4	
300 a 500	120/240; 480	8	
500	208Y/120	8	
750 a 1,500	480Y/277; 480	8	
1,000 a 1,500	480Y/277; 480	12	
750 a 1,500	208Y/120	12	
2,000 a 2,500	480Y/277; 480	16	



### EJEMPLO DE BORNAS BT TIPO PALA



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA



### EJEMPLO DE BORNAS BT TIPO ESPADA

#### Polaridad

Los transformadores monofásicos de (50 a 200 kVA) deberán tener:

- Polaridad aditiva en 2.400/4.160Y, y 7.620/13.200Y Volts
- Polaridad sustractiva en 12,000, y 19.920/34.500GrdY Volts.

Los transformadores monofásicos mayores de 200 kVA y todos los trifásicos tendrán polaridad sustractiva.

Los terminales de M.T. y de B.T. deben estar designados mediante una marca fácilmente visible desde el exterior, tal y como se indica en la norma IEEE C57.12.70

#### 5.1.2.1.3. Tanque

Los TPM consistirán en un tanque sellado con compartimentos para alojar los cables de Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT).

El tanque debe tener la resistencia suficiente para soportar una presión manométrica de 50 kPa (7 psig) sin daños permanentes, así como una presión manométrica de 103 kPa (15 psig) sin romper o afectar la integridad del tanque.

Los compartimentos de Media Tensión y Baja Tensión deben estar localizados uno al lado del otro, en un lado del tanque del Transformador Pad-Mounted. Visto desde el frente, el compartimento de Baja Tensión siempre debe estar en el lado derecho. Para los TPM trifásicos, estos compartimentos deben estar separados por una barrera de metal u otro material rígido, como se muestra en la norma IEEE C57.12.34 e IEEE C57.12.38.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

El equipamiento y los componentes de transformador únicamente serán accesibles desde el interior del compartimento, mediante la apertura de su puerta correspondiente.

Para los TPM monofásicos el acceso al compartimiento de los cables tanto MT como BT será mediante una sola puerta tipo capota (abre hacia arriba) la cual debe contar con cerradura de tres puntos con palanca con provisión para instalar un dispositivo de bloqueo (candado). La puerta se abrirá realizando un movimiento vertical desde la parte inferior hasta la parte superior del tanque, donde se fijará la sección del baúl que conforma la puerta mediante dos bisagras lo suficientemente robustas que permitan una adecuada apertura y cierre, evitando el desprendimiento de la puerta debido a su peso o a su uso. Debe contar como dispositivo de enclavamiento adicional con un perno de acero inoxidable de cabeza pentagonal y una tuerca fijada a la base.

Para los TPM trifásicos cada compartimiento debe tener una puerta construida de manera que proporcione acceso al compartimiento de alto voltaje sólo después de que se haya abierto la puerta del compartimiento de bajo voltaje. Habrá uno o más dispositivos de fijación adicionales que deben desconectarse antes que se pueda abrir la puerta de MT. Este sistema de cierre o fijación adicional para el compartimiento de MT consistirá en dos pernos de acero inoxidable de cabeza pentagonal, uno colocado en la parte superior y el otro en la parte inferior. Ambos tornillos estarán fijados a la puerta y se enroscarán a las tuercas colocadas en el divisor del compartimento para tal fin, de forma que se deba cerrar primero la puerta del lado de Media Tensión y luego la puerta del lado de Baja Tensión. La puerta del compartimiento BT debe tener una cerradura de tres puntos y dispondrá de una palanca y un sistema de varillas que debidamente acopladas y cuando se maniobre el mando de apertura desde la palanca, las mismas se contraigan permitiendo la apertura de la puerta. Para cerrar dicha puerta, al maniobrar el mando de cierre de la palanca, las varillas se expandirán, logrando el enclavamiento y cierre de dicha puerta. Para añadir seguridad al cierre se agrega un tornillo de acero inoxidable que se enroscará a una tuerca fijada en la parte interior de la cerradura. Para salvaguardar este tornillo, se coloca adicionalmente una aldaba que permita colocar un candado de llave maestra impidiendo acceder al tornillo pentagonal mientras esté colocado el candado.

El sistema de cierre se diseñará teniendo en consideración las dimensiones de un candado maestro con un grueso de 10mm de diámetro de arco, con una altura de 52mm cerrado y 65mm abierto.

Las puertas de los compartimientos deben ser de tamaño suficiente para proporcionar un adecuado espacio operativo y de trabajo cuando estén abiertas. Las puertas deben ser totalmente herméticas y la configuración



de las juntas de las puertas debe impedir la posibilidad de introducir un alambre que pueda tocar las partes activas del transformador.

En los casos en el que se utilicen fusibles Bay-o-Net para la protección del transformador, la cubierta superior de la cabina del tanque será abatible para permitir la extracción de dichos fusibles.

La construcción de la unidad debe ser tal que se pueda levantar o deslizar, o cualquier combinación de estos, en su lugar, en la superficie o pedestal de montaje sin perturbar los cables de alta o baja tensión. Los bordes inferiores de los compartimentos se construirán de manera que permitan el uso de dispositivos fijadores o sujetadores, a los que sólo se pueda acceder desde el interior de los compartimentos.

El TPM debe ser construido para desplazarse en dos direcciones: perpendicular y paralelo a la cara principal del mismo.

El transformador debe estar provisto de dispositivos de izados fijados permanentemente y dispuestos en el tanque para proporcionar una elevación equilibrada distribuida en una dirección vertical para el transformador completamente ensamblado sin que se dañen las partes internas ni produzca fatiga del material.

Los TPM trifásicos dispondrán de ruedas que permitan su desplazamiento en la dirección perpendicular al frente del mismo. Las ruedas serán sin pestaña, de fundición de acero, y de 40 mm de ancho de llanta y 125 mm de diámetro. La separación entre ejes de rodadura, medida en la dirección transversal al desplazamiento del TPM, será de acuerdo con la longitud de ancho de la maquina +/- 50 mm y a la capacidad del TPM.

Para la instalación de las ruedas se empleará un soporte, constituido por un perfil en L, fijado al TPM mediante cuatro espárragos de métrica 16 y 35 mm de longitud, tal y como se indica en los planos adjuntos en el anexo 6.7.

En el montaje del TPM con ruedas, ha de garantizarse una distancia desde la parte inferior del TPM a la parte inferior de las ruedas de 100 +/- 10 mm. Los TPM monofásicos se suministrarán sin ruedas.

Con el objeto de prever la posible fijación de un cuadro de Baja Tensión (BT) en el compartimento correspondiente, se dispondrán cuatro tornillos de métrica 5/8 y longitud 3", con sus correspondientes tuercas y arandelas, los cuales estarán dispuestos según las distancias indicadas en los planos adjuntos en el Anexo 01

La pintura de todo el transformador deberá ser durable, resistente a los rayos ultravioleta y garantizar una adecuada protección frente a la corrosión de acuerdo con los requerimientos del estándar IEEE C57.12.29. El espesor mínimo de la pintura será de 120 micras y su acabado deberá ser adecuado para resistir la prueba de rociado según la norma ASTM B117-54. El color externo del TPM será verde oliva RAL 6003 o Munsell



Green (7GY 3.29/1.5) o equivalente. La preparación de la superficie se hará por medio de tratamientos mecánicos (granalla metálica) o químicos (fosfatado).

### 5.1.2.1.4. Accesorios (compartimento MT)

#### Cambiador de tomas sin carga

El transformador estará equipado con un cambiador de tomas externo para operación des energizado, de cinco (5) posiciones simétricas ubicado en el compartimento MT y según los estándares IEEE C57.12.34 e IEEE C57.12.38., podrá regular la tensión en cuatro escalones de 0, ±2,5% y ±5%. Todas las posiciones del cambiador de tomas deben ser posiciones operativas. Cada posición de voltaje y su porcentaje asociado, debe ser claramente identificable y referenciado en la información de placa del equipo.

El mando del cambiador de tomas debe ubicarse en el tanque del lado MT para ser operado externamente y debe ser diseñado para prevenir la operación accidental al requerir un paso preliminar antes que el cambio de la toma sea efectivo. Los números o letras que identifican cada posición deben ser fácilmente identificables cerca del mando y deben corresponder con los indicados en la placa del equipo. Cerca del mando, debe colocarse una señal de precaución con la instrucción que se debe des energizar el transformador antes de operarlo.

El accionamiento de este cambiador de tomas sin carga será ser manual y mediante pétiga aislada del tipo escopeta (Hot Stick), y presentará las siguientes características:

**Tabla 10. Características de conmutador de tensión**

Descripción	Kilovoltios
Voltaje Máximo	35
Ac 60 Hz 1 minuto de resistencia	50
Cresta de onda completa BIL	150



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA



### EJEMPLO DE CAMBIADOR DE DERIVACIONES SIN CARGA

#### Válvula de alivio de presión

La presión del transformador puede ir creciendo lentamente debido a sobrecargas, alta temperatura ambiental o fallas externas entre otras causas.

El transformador debe disponer de una válvula de alivio de presión en la cuba la cual debe abrir y cerrarse a las presiones requeridas por la norma IEEE C57.12.38 y C57.12.34.

Del exceso de presión puede resultar una emisión de una cantidad insignificante de líquido aislante. Este medio de alivio de presión no está diseñado para aliviar los aumentos de presión dinámicos repentinos asociados con una falla interna de baja impedancia.

La válvula debe ser reemplazable y debe ser ubicada según por encima del nivel de líquido aislante a 140 °C y según el diseño del fabricante no debe interferir con los soportes de montaje, orejas de elevación, terminales, manivelas de interruptores ni otros accesorios.

El puerto de entrada debe ser mínimo de 6.35 mm (1/4") y adecuada el flujo mínimo definido por el fabricante. Las partes expuestas al ambiente deben ser de materiales resistentes a la corrosión y los empaques y sellos deben soportar el líquido aislante a altas temperaturas.

La válvula debe contar con un anillo o argolla para la reducción manual de la presión al nivel atmosférico utilizando una pétiga estándar. Este anillo debe ser de 21.8-22.4 mm (0.86-0.88") de diámetro y debe ser capaz de soportar una fuerza estática de halado de 112 N (25 lbf) por un minuto si una deformación permanente. La válvula debe soportar por un minuto la fuerza estática de 445 N (100 lbf) aplicada a su eje longitudinal en el punto extremo de la válvula.

El puerto de ventilación de la válvula debe estar protegido para prevenir la entrada de polvo, humedad e insectos antes y después de la operación de éstas.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

Las características principales de la válvula deben ser las siguientes:

- Presión de ventilación: 69 +/- 13 kPA (medido) (10 +/- 2 psig).
- Presión de sellado: mínimo 42 kPA (medido) (6 psig).
- Sin fugas a la presión de resellado hasta menos 56 kPA (medido) (8 psig).
- Flujo a 103 kPA (medido) (15 psig): mínimo 16.5 L/s (35 SCFM), corregido para la presión de aire de 101 kPA (14.7 psi) (absoluta) y temperatura del aire a 21 ° C.



### EJEMPLO DE VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN

#### Indicador de temperatura del aceite

Termómetro bimetálico tipo reloj, con máxímetro. Rango de 0-120° C precisión de +/-2%. Vástago, caja y bisel de acero inoxidable. Lente de policarbonato min 4.25" (107.95mm) de diámetro. Dial de aluminio pintado en negro con numerales blancos. Dos punteros ajustables de aluminio: uno pintado de blanco y otro pintado de rojo como máxímetro.



### EJEMPLO DE TERMÓMETRO

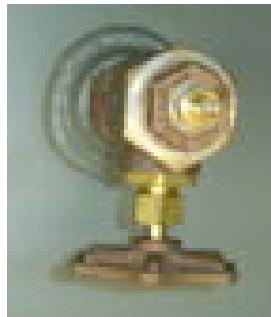
#### Válvulas de llenado y vaciado

Válvula de entrada, para el relleno del aceite, ubicada en la parte superior del tanque y válvula de salida o drenaje, para el vaciado y toma de muestras de aceite, ubicada en la parte inferior del tanque.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

Todas las válvulas con sus correspondientes tapones deberán disponer de un sistema de precintado.



### EJEMPLO DE VÁLVULAS DE LLENADO Y DE VACIADO CON MUESTREO

#### Medidor de presión - vacío

Mín. 10 PSIG. Carcasa de acero inoxidable con ventilación atmosférica. Dial de aluminio pintado en negro con numerales blancos y lente removible de acrílico, mín. 3.83" (97.15 mm) de diámetro. Conexión trasera de 1/0-18 NPT sellada al ambiente.



141

### EJEMPLO DE VACUÓMETRO DE PRESIÓN

#### Indicador del nivel de aceite

Tipo magnético adecuado para trabajo con aceite a temperatura entre -25°C/+120°C y temperatura ambiental entre -25°C/+60°C. Dial externo con marcación de máximo y mínimo nivel y flotador termoplástico interno separados mediante un sello hermético. El funcionamiento será mediante campo magnético lo cual elimina la posibilidad de fugas. Dial preferiblemente pintado de negro con indicadores o caracteres blancos.



### EJEMPLO DE INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE

#### Orejas de elevación

El tanque debe contar con orejas de elevación permanentemente instaladas y ubicadas de forma que el transformador completamente ensamblado se pueda elevar de forma segura y balanceada.

#### Provisión para puesta a tierra

El tanque del transformador monofásico deberá tener dos taladros roscados para la instalación del terminal de tierra o “Ground Tank” (incluido en el suministro).

Para recibir las conexiones de las pantallas de hilos de las Bornas MT y los neutros concéntricos de los cables de MT que alimentan el transformador, en la parte inferior del compartimiento de Media Tensión (MT) de los transformadores trifásicos, se dispondrá longitudinalmente una pletina o barra de cobre para puesta a tierra con unas medidas de 40 mm de alto y 10 mm de grosor que dispondrá, con espaciamiento de 75 mm, de una serie de taladros de diámetro Ø 14 mm, donde se alojarán los pernos cortos de acero inoxidable de 12 mm de diámetro, para el conexionado de los neutros concéntricos de los cables MT mediante terminal pletina.

#### Contratuercas

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

#### 5.1.2.2. Características Dimensionales

Las características dimensionales se ajustarán a lo establecido en el presente documento, estableciéndose los máximos que se indican en la siguiente tabla:



Tabla 11. Dimensiones máximas de los transformadores

Potencia kVA	Altura A (mm)	Profundidad C (mm)	Anchura B (mm)	Peso (kg)
<b>TPM Monofásicos</b>				
50-100	975	1050	1225	< 706
167-300	1080	1200	1450	<1170
<b>TPM Trifásicos</b>				
112.5-750	1910	2000	1549-2050	4793
1000	2477	2000	1549-2050	4981
1500		2100	1778-2050	5261
2000		2263	1860-2330	7092
2500		2340	1860-2330	7602

### 5.1.2.3. Características eléctricas

#### 5.1.2.3.1. Valores Nominales

Las características eléctricas cumplirán con lo establecido en la norma IEEE C57.12.34 y C57.12.38, y serán como mínimo las establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores nominales

Valores Nominales (kV)	2.4	4.16 /2.4	6.6	12,0	13.2/ 7.6	34.5/ 19.9
Tensión primaria asignada (kV) (fase-fase)	2.4	4.16	6.6	12	13.2	34.5
Tensión secundaria asignada (V)			120/240	120/208	277/480	
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV))	45	60		95		150
Tensión soportada a frecuencia Industrial. Industrial 1 min. en seco primaria (kV)				34		50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria (kV)					30	
Frecuencia (Hz)					60	
Potencias asignadas (kVA)	Según el alcance de este documento					
Refrigeración	KNAN					



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

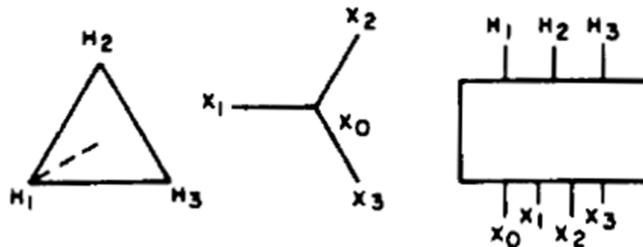
En los TPM Trifásicos, en función del voltaje primario, el Tipo de Conexión se realizará según se muestra en la tabla 13.

Los transformadores especificados serán utilizados en sistemas de distribución eléctrica estrella 4-alambres o Delta 3-alambres, tal y como se detalla a continuación:

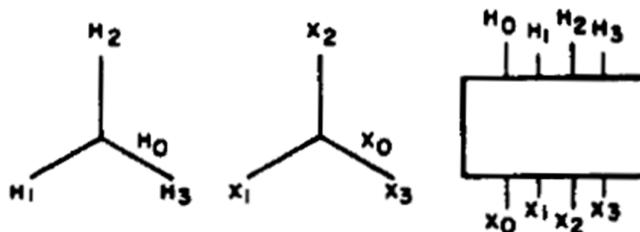
**Tabla 13. Tipo de conexión TPM**

Tensión Nominal	Tipo de Conexión
2.4-4.16 -6.6 -12.0 kV	Dyn (Delta - Estrella aterrizada)
13.2 kV	Dyn (Delta - Estrella aterrizada)
34.5 kV	Yyn (Estrella aterrizada – Estrella aterrizada)

### Delta-Estrella aterrizada (Dyn1)

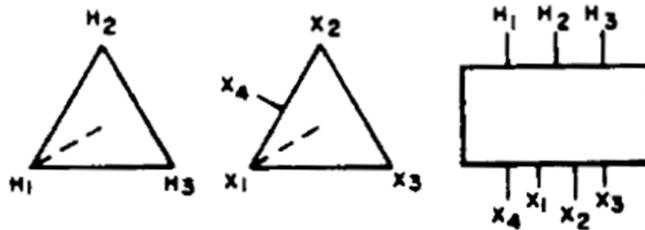


### Estrella-estrella aterrizada (Yyn)



### Delta-Delta (Dd0)

Como excepción, especialmente para los proyectos de soterramiento de cables aéreos, se utilizarán transformadores trifásicos padmounted con secundario 120/240V con tipo de conexión Dd0 como se indica en la imagen siguiente:



## Impedancia de Cortocircuito

Le impedancia de cortocircuito es la tensión necesaria para que circule la corriente nominal a través de uno de los dos devanados especificados cuando el otro está en cortocircuito, con los devanados conectados para operar a tensión nominal. Suele expresarse por unidad o como porcentaje de la tensión nominal del devanado al que se aplica y mide. Las impedancias de cortocircuito se medirán de acuerdo con lo indicado en la norma IEEE C57.12.90.

Los valores máximos de  $V_{cc}$  (impedancias de cortocircuito) en función de las potencias y tensiones de salida en BT, serán las indicadas en la siguiente tabla:

**Tabla 14. Tensión cortocircuito  $V_{cc}$  (%) – TPM**

Tipo de Transformador	Potencia Nominal (kVA)		
<b>TPM Monofásicos 120/240 V</b>	<b>50-100</b>	<b>167</b>	
Impedancia de cortocircuito $V_{cc}$ (%)	3	5	
<b>TPM Trifásicos 120/208 V 120/240 V</b>	<b>150</b>	<b>300-500</b>	<b>750-2500</b>
Impedancia de cortocircuito $V_{cc}$ (%)	4	5	5.75
<b>TPM Trifásicos 277/480 V</b>	<b>500-750</b>	<b>1000-2500</b>	
Impedancias de cortocircuito $V_{cc}$ (%)	5	5	5.75

Solo se aceptarán las tolerancias de la impedancia medida en los ensayos sobre la impedancia garantizada en la oferta técnica, según se establece en el apartado 9.2 de la Norma ANSI C57.12.00 (tolerancia para impedancia), siempre que los valores resultantes en los ensayos no sobrepasen los máximos indicados en la tabla.

Los transformadores con impedancia de cortocircuito superior al 2.5 % se permitirá una tolerancia de  $\pm 7.5$  % del valor ofertado y aquellos con una tensión de impedancia del 2.5 % o inferior se permitirá una tolerancia de  $\pm 10$  % del valor ofertado.



No se aceptarán tolerancias que superen los valores de impedancia establecidos en la tabla anterior.

El proveedor debe considerar los factores de diseño incluyendo el calibre y material conductor, dimensiones, arreglo y diseño del bobinado y estructura, temperatura, etc. así como los factores propios del proceso de fabricación que puedan afectar las pérdidas y la impedancia del transformador para garantizar los valores requeridos.

### 5.1.2.3.2. Pérdidas

Las pérdidas de los TPM se regirán de acuerdo con lo establecido en la norma IEEE C57.12.00 y IEEE C57.12.90.

Las pérdidas en carga a potencia nominal, en kW, serán corregidas a una temperatura de referencia de 85°C, mientras que las pérdidas en vacío se corregirán a una temperatura de referencia de 20°C.

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

**Tabla 15. Pérdidas Máximas en los Transformadores**

Potencia nominal Pad Mounted (kVA)	Pérdidas en Carga (W)	Pérdidas en Vacío (W)
<b>Monofásicos</b>		
50	510	160
75	750	210
100	900	260
167	1365	375
300	3000	500
<b>Trifásicos Hasta 1000 kVA</b>		
112,5	1200	240
150	1600	320
225	2250	480
300	3000	500
500	5000	700
750	6500	1000
1000	8500	1300
<b>Trifásicos de 1500 hasta 2500 kVA</b>		
1500	12750	1950
2000	17000	2600
2500	21250	3250



Ningún TPM puede tener pérdidas que superen en un 6% en el total de las pérdidas declaradas en la oferta técnica o en 10% en las pérdidas en vacío con respecto a las pérdidas declaradas originalmente con la oferta técnica. Esta tolerancia será permitida siempre los valores de pérdidas resultantes en los ensayos de cada transformador individual no sobrepasen los máximos indicados en la tabla.

No se aceptarán tolerancias que superen las pérdidas máximas establecidas en la tabla anterior.

### Niveles de ruido

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

**Tabla 16. Niveles de ruido en dBA**

TPM Monofásicos	
Potencia (kVA)	Nivel de ruido (dBA)
50	48
75	51
100	51
167	55
300	55

TPM Trifásicos	
Potencia (kVA)	Nivel de ruido (dBA)
112,5	55
150	55
225	55
300	55
500	57
750	57
1000	58
1500	60
2000	61
2500	62

#### 5.1.2.4. Aceite aislante

El transformador estará diseñado y será suministrado con aceite aislante o dieléctrico nuevo, elaborado a base de ésteres naturales válidos para



transformadores eléctricos que cumpla con las especificaciones establecidas en la norma ASTM D6871-03 (2008).

El aceite no deberá contener Bifenilos Policlorados (BPC) o policlorobifenilos (PCB) ni ninguno de sus derivados (como el Pyranol, Inerteen, Chlorestol, 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. Deberá tener una resistencia a la flamabilidad (punto de ignición) superior a los 300°C, según la Norma ASTM-D92 e IEEE C57.147.

El fabricante indicará en su oferta el tipo y características del fluido aislante utilizado, facilitará los ensayos y toda la información necesaria que justifique el cumplimiento de las normas.

EDEMET-EDECHI se reserva el derecho a realizar las pruebas que considere oportunas para verificar el cumplimiento de los valores requeridos por las normas de referencia del aceite dieléctrico como el límite de contenido en agua, rigidez dieléctrica, contenido de PCB, punto de inflamación, punto de ignición, etc.

### 5.1.2.5. Dispositivos de desconexión y elementos de maniobra

Los transformadores deben ser construidos con la previsión de un medio de desconexión que los aísle de la red.

Las tablas e información a continuación son una referencia, el tipo de dispositivo de desconexión a utilizar se define en la ficha técnica para cada equipo según se indica en el anexo ES.06720-FO.01. En caso de que el diseño del fabricante para un equipo en particular sea diferente a lo especificado, esta diferencia debe ser indicada en la ficha técnica y justificada en la oferta técnica del proveedor como una excepción a la especificación

El tipo de dispositivo de desconexión utilizado dependerá también del esquema de alimentación del transformador como se detalla en los siguientes puntos de este documento.

Para el caso de los transformadores monofásicos el elemento de seccionamiento estará clasificado según la siguiente tabla.



**Tabla-17. Dispositivos de seccionamiento TPM Monofásicos**

Potencia trafo Monofásico KVA	Voltaje Nominal KV	Medio de seccionamiento
<b>Sistemas monofásicos derivados de sistema estrella de 4 hilos</b>		
50	7.6	Interruptor termomagnético (tipo Magnex) monofásico
	19.2	
100	7.6	
	19.2	
167	7.6	
	19.2	
300	7.6	
	19.2	
<b>Sistemas monofásicos derivados de sistema Delta de 3 hilos</b>		
50	2.4	Interruptor termomagnético (tipo Magnex) de dos polos
	12	
	6.6	
100	2.4	
	12	
	6.6	
167	2.4	
	12	
	6.6	

El transformador trifásico deberá tener los dispositivos de desconexión trifásicos, para ser operados con una vara de línea caliente.

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

Los dispositivos de desconexión trifásicos serán del tipo de operación en grupo, rompe carga, y con capacidad para des energizar los transformadores.

Los dispositivos de desconexión trifásicos utilizados en los transformadores padmounted podrán ser del tipo interruptor on/off; Interruptor termomagnético (tipo Magnex) o interruptor de 4 posiciones tipo T-Blade.



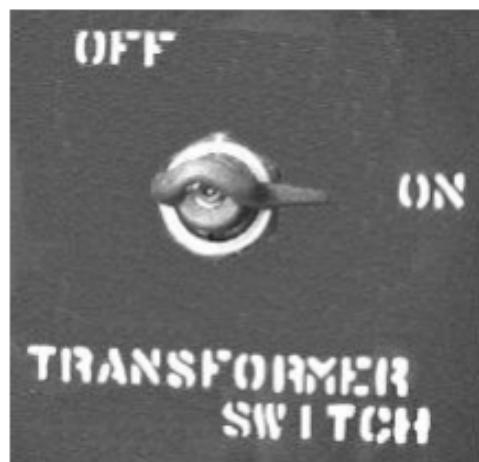
**Tabla 18 Dispositivos de Seccionamiento TPM Trifásicos**

Medio de seccionamiento	Tensión Nominal (kV)	Capacidad kVA del Transformador (kVA)
Interruptor de dos posiciones ON-OFF	2.4	>150
	4.16	>225
	12	>750
	13.2	>750
	34.5	>1000
Interruptor termomagnético (tipo Magnex)	2.4	$\leq$ 150
	4.16	$\leq$ 225
	12	$\leq$ 750
	13.2	$\leq$ 1000
	34.5	$\leq$ 1000

### **Interruptor tipo On-Off:**

Para transformadores mayores a 750 KVA 12 kV, 13.2 kV) o mayores a 1000 kVA 34.5 kV).

Para los transformadores utilizados en los sistemas 12 kV, 2.4 kV 6,6 kV Delta utilizaran un medio de seccionamiento con interruptor de 2-posiciones (Abierto/Cerrado) "tipo radial-feed switch".





## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

### Interruptor termomagnético (Magnex)

Para los transformadores tipo Fin de Línea utilizados en los sistemas 13.2 kV y 34.5 kV estrella utilizarán un medio de seccionamiento con interruptor Magnex de 3 polos (Abierto/Cerrado).



### Interruptor de 4 posiciones (Tipo T-Blade).

Los transformadores trifásicos tipo Entrada-Salida utilizados en los sistemas 13.2 kV y 34.5 kV estrella y 12 kV Delta utilizarán un medio de seccionamiento con un interruptor del 4-posiciones Tipo T-Blade MBB (Make-Before-Break) para eliminar las interrupciones momentáneas durante las operaciones.



#### 5.1.2.6. Esquemas de conexión

Los transformadores padmounted tendrán los siguientes esquemas de conexión:

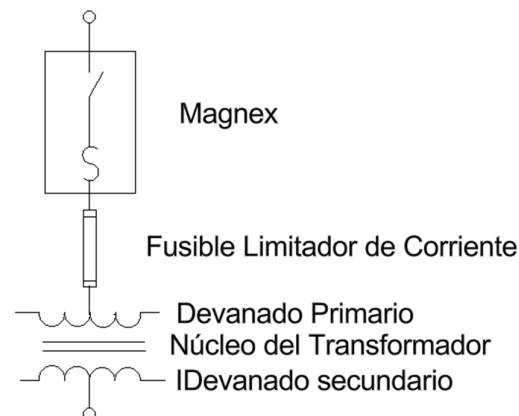


### 5.1.2.6.1. Esquema radial (TPM Fin de Línea)

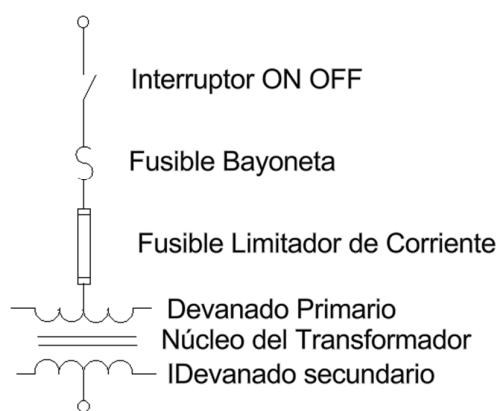
Para este esquema transformador radial se utilizarán el dispositivo de desconexión tipo Magnex o seccionador on-off y fusibles tipo Bay-o-net. Las características de este esquema se definen a continuación:

- 3 pozos para pasamuros.
- 3 bornas insertables
- 1 dispositivo para desconexión o protección termomagnético Magnex
- 3 porta fusibles. Sólo para los casos de requerirse protección alternativa para TPM que sobrepasen la capacidad de corriente nominal del interruptor termomagnético Magnex.

Esquema de conexión con seccionador Magnex



Esquema de conexión con seccionador ON OFF



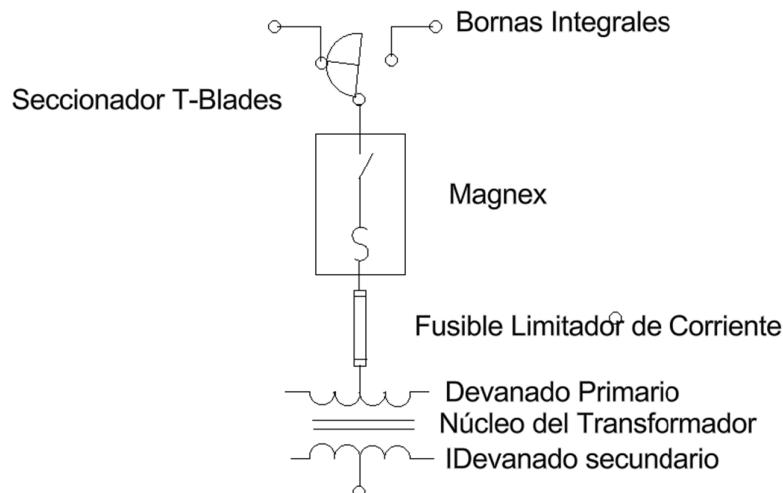


### 5.1.2.6.2. Esquema de lazo (TPM Entrada-Salida)

Para este esquema transformador radial se utilizarán el dispositivo de desconexión termomagnético (tipo Magnex) y seccionamiento mediante interruptor de 4 posiciones (Tipo T-Blade). Las características de este esquema se definen a continuación:

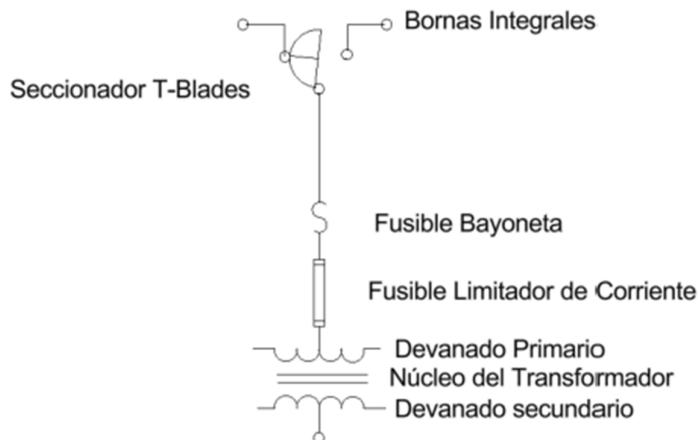
- 6 bornas integrales,
- 1 dispositivo para desconexión 4 posiciones tipo T-Blade ( Make before break),
- 3 porta fusibles. Sólo para los casos de requerirse protección alternativa para TPM que sobreponen la capacidad de corriente nominal del interruptor termomagnético Magnex.

Esquema de conexión Entrada Salida con seccionador T-Blades y protección con Magnex y fusible Limitador de Corriente





Esquema de conexión Entrada Salida con seccionador T-Blades y protección con fusible bayoneta y fusible Limitador de Corriente

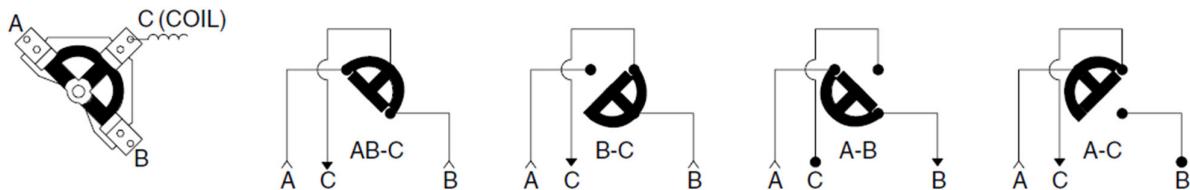


Las características de este interruptor de 4 posiciones T-Blade se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 19. Características del interruptor**

Componente	Tensión max. (kV)	Corriente continua (A)	$I_{rms}$ simétrica de falla (kA) (*)	BIL (kV)
Interruptor tipo T-Blade	15.5	630	12.5	95
	38	200	12.5	150

(\*)El tiempo de despeje es de 1 ms.



## 4 Posiciones del seccionador mecánico tipo T-Blade

Este interruptor permitirá alimentar el TPM con la línea cerrada (AB-C), alimentar el TPM por cada uno de los dos lados cuando la línea esté abierta (A-C y B-C), y tener la línea cerrada y desconectado el TPM (A-B).

El conexionado interno (puentes) del interruptor T-Blade en estos transformadores debe ser hecho con conductores y conectores que



tengan una capacidad igual o mayor a la capacidad del T-Blade para el nivel de tensión especificado para garantizar la conexión adecuada de las líneas conectadas al transformador en la entrada y la salida.

La marcación del T-Blade en el transformador se realizará mediante letras pintadas de color amarillo de  $1 \frac{1}{2}$  pulgada de alto. Se indicará en la parte superior el amarre de las líneas de MT A y B con el transformador cerrado como (A y B TR CERRADO), a la Derecha frente al observador la llegada de la línea B y se marcará como (B TR CERRADO), a la izquierda del observador la llegada de la línea A y se marcará como (A TR CERRADO) y en la parte inferior se colocará el amarre de las líneas A y B con el transformador abierto, y se marcará como (A y B TR ABIERTO). Esta referencia de marcación no puede ser cambiada, girada o modificada para garantizar la seguridad en la operación de la red.



### 5.1.2.7. Protecciones de los transformadores.

Los esquemas de protección indicados a continuación son una referencia para los fabricantes. En caso de que el diseño del fabricante para un equipo en particular sea diferente a lo especificado, esta diferencia debe ser indicada en la ficha técnica y justificada en la oferta técnica del proveedor como una excepción a la especificación.

#### 5.1.2.7.1. Interruptor magnetotérmico en MT (TPM hasta 1000 kVA)

Todos los TPM hasta 1000 kVA deberán tener instalado un Interruptor magnetotérmico en el primario (Magnex). En aquellos casos que por la potencia del TPM, o los voltajes de entrada (2.4 – 4.16 kV) o de salida (120-240V), la intensidad nominal de MT sea superior al límite del Magnex (42 A), el fabricante proporcionará una protección alternativa.

Los TPM de tensiones 6.6 y 12.0 kV, con dos fases activas, dispondrán de un interruptor termomagnético tipo Magnex para 2 fases.



## Protección contra sobrecargas

La protección del transformador contra sobrecargas se realizará mediante un interruptor con protección magneto-térmica (tipo Magnex), instalado en el interior de la cuba en el lado primario del transformador. Dicho interruptor se situará en el compartimento de MT y deberá disponer de la posibilidad de desconectar el transformador de la red mediante el empleo de una pértega aislada.

La curva térmica de operación de este interruptor en sobrecarga deberá confeccionarse siguiendo la metodología definida por IEEE, para las siguientes condiciones establecidas en la Tabla

**Tabla 20. Condiciones de operación:**

Descripción	Condición
Temperatura Ambiente	40°C
Carga Precedente	75%
Duración de la Sobrecarga (pico)	8 h

Nota: condiciones extraídas de la GTC 50 (elevación CU/ACE = 65/60°C y pérdida de vida normal asumida = 0,0137% por día)

## Protección contra cortocircuitos

La protección magnética debe garantizar la protección de los conductores de salida de BT ante posibles cortocircuitos producidos en la red de BT, actuando antes de que los niveles de intensidad de cortocircuito superen los límites admisibles de dichos cables, que para los TPM hasta 1000 kVA de potencia son ternas de cables aislados de aluminio XLPE calibre 500 MCM.

Las siguientes tablas muestran los valores de Intensidad de Cortocircuito en BT (kA) calculados para las diferentes potencias nominales y tensiones de salida BT de los transformadores:

**Tabla 21. Intensidades de cortocircuito en BT**

Potencia Nominal (kVA)	Tensión Fase-Neutro BT (V)	Tensión Fase-Fase BT (V)	Intensidad Nominal BT (A)	Tensión Cortocircuito Ucc (%)	Intensidad Cortocircuito BT (kA)
<b>TPM Monofásicos</b>					
50	120	240	208	3	7
75	120	240	313	3	10
100	120	240	417	3	14
167	120	240	696	5	14
300	120	240	1.250	5	25



TPM Trifásicos					
150	120	240	361	4	9
300	120	240	722	5	14
500	120	240	1.203	5	24
112,5	120	208	313	4	8
150	120	208	417	4	10
300	120	208	833	5	17
225	120	208	625	4	16
500	120	208	1.389	5	28
750	120	208	2.083	5,75	36
1000	120	208	2.778	5,75	48
500	277	480	602	5	12
750	277	480	903	5	18
1000	277	480	1.203	5,75	21

La siguiente tabla muestra los valores de Intensidad de Cortocircuito en BT (kA) que pueden soportar los conductores de BT en función del tiempo de respuesta de las protecciones (s). A mayor rapidez en la respuesta, mayor intensidad de cortocircuito soporta el conductor y, por tanto, mejor protección ante cortocircuitos presentará la instalación:

**Tabla 22. Máxima intensidad de corto Icc para cables BT**

Tipo Conductor BT		Máxima Intensidad Cortocircuito Admisible Icc_BT (kA)							
		Tiempo Respuesta Protección (s)							
Conductor	S (mm <sup>2</sup> )	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
500 MCM	253,3	53	43	37	33	30	28	26	

El tiempo de respuesta de interruptor magnetotérmico debe ser lo suficientemente rápido para permitir al cable de BT soportar las Intensidades de cortocircuito anteriormente indicadas.

#### 5.1.2.7.2. Fusible limitador de corriente

Adicional al interruptor magnetotérmico, el transformador dispondrá de fusibles limitadores de corriente, no rompe carga. Estos fusibles de alto poder de ruptura se encargarán de la protección contra cortocircuitos internos del transformador, y se instalará en el interior de la cuba en el lado de Media Tensión, debidamente coordinado con el interruptor magnetotérmico.

El dimensionamiento del fusible debe estar ajustado y coordinado a la potencia y a la tensión nominal del transformador y al tiempo máximo de operación del fusible.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

El tiempo máximo de operación del fusible para una corriente de cortocircuito igual a 25 veces la corriente nominal del transformador debe ser de 2 segundos, tal según defina en la Curva de Daño del Transformador definida por ANSI C57.109 o similar. Esta coordinación asegurará una actuación más rápida del interruptor en caso de sobrecargas del TPM y/o cortocircuito en la red de BT, quedando la actuación del fusible limitador restringida al caso de una avería interna del transformador.

Se suministrarán los equipos con los elementos fusibles instalados en fábrica con la capacidad recomendada por el fabricante, y no menor de 25000 A.

**Tabla 23. Tipo y cantidad de fusibles limitadores**

Voltaje (kV)	Fusible (kV)	Transformador (kVA)	Cantidad de porta fusibles
2.4	2.8	75 a 300	3
		500	6
4.16	5.5	75 a 500	3
		750	6
12-13.2	15.5	100 a 750	3
		1000 a 2000	6
34.5	23	100 a 1000	3
		1500 a 2500	6

Los fabricantes deben entregar las Curvas conjuntas de Coordinación de las Protecciones incluidas en el TPM (Fusible Limitador + Protección Térmica + Protección Magnética) y los protocolos de ensayo de dichas protecciones.

### 5.1.2.7.3. Protección con fusibles (TPM 1500 a 2500kVA)

Para transformadores cuya capacidad sobrepasa la corriente nominal de los interruptores magnetotérmicos tipo Magnex. Por la elevada potencia de estos TPM, no es posible utilizar interruptores con protección termomagnética, por lo que las protecciones deberán colocarse en el lado de MT.



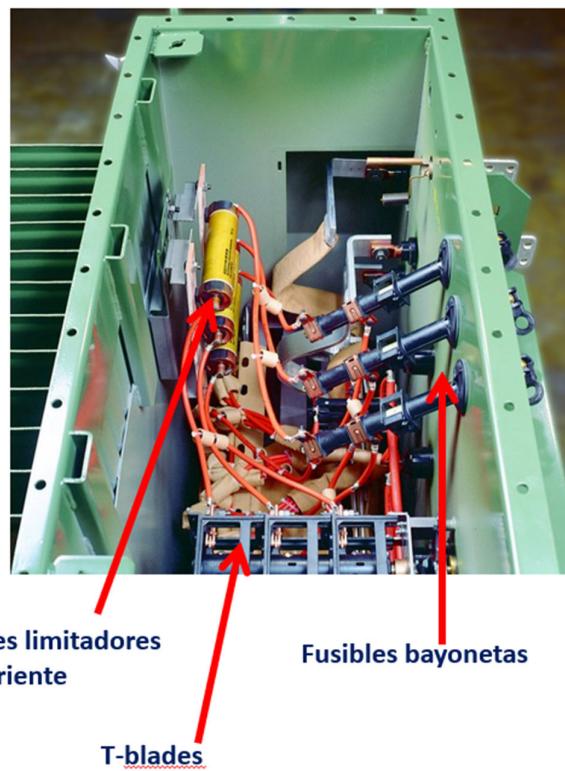
## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

### Protección contra sobrecargas

La protección contra sobrecargas se realizará mediante fusibles en serie tipo bayoneta. El dimensionamiento de estos fusibles estará ajustado y coordinado a la potencia y a la tensión nominal del transformador.

### Protección contra cortocircuitos

La protección contra posibles cortocircuitos se realiza mediante Fusibles Limitadores de Corriente, no rompe carga. Los fusibles limitadores de corriente estarán coordinados con fusibles tipo bayoneta de acuerdo con el fabricante.



Estos fusibles de alto poder de ruptura se encargarán de la protección contra cortocircuitos internos del transformador, y se instalarán en el interior de la cuba en el lado de Media Tensión. También tendrán como cometido la protección de los cables de salida de BT ante posibles cortocircuitos generados en el lado de BT de la instalación, actuando antes de que se dañen los conductores.

El dimensionamiento de los fusibles estará ajustado y coordinado a la potencia y a la tensión nominal del transformador y al tiempo máximo de operación del fusible, que para una corriente de cortocircuito igual a 25 veces la corriente nominal del transformador debe ser de 2 segundos, tal como se define en la Curva de Daño del Transformador según ANSI C57.109 o similar.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

Los fabricantes deben entregar las Curvas Conjuntas de Coordinación de las Protecciones incluidas en el TPM (Fusible Tipo Bayoneta + Fusible Limitador) y los protocolos de ensayo de dichas protecciones.

Las siguientes tablas muestran los valores de Intensidad de Cortocircuito en BT (kA) y en MT (A), calculados para las diferentes potencias nominales y tensiones de salida BT de los transformadores incluidos en esta especificación, y que servirán de partida para el dimensionamiento y la coordinación adecuada de las protecciones:

**Tabla 234. Valores Nominales (Parámetros BT)**

TPM 12,0 – 13.2 – 34.5 KV					
Potencia Nominal (kVA)	Tensión Fase-Neutro BT (V)	Tensión Fase-Fase BT (V)	Intensidad Nominal BT (A)	Impedancia Cortocircuito Ucc (%)	Intensidad Cortocircuito BT (kA)
1.500	120	208	4167	5,75	72
1.500	277	480	1805	5,75	31
2.000	277	480	2407	5,75	42
2.500	277	480	3008	5,75	52

**Tabla 25. Valores Nominales (Intensidad Nominal In MT)**

	12,0 KV		13.2 KV		34.5 KV	
Potencia Nominal (KVA)	Intensidad Nominal MT 12,0 KV (A)	130% Intensidad Nominal MT 12,0 KV (A)	Intensidad Nominal MT 13.2 KV (A)	130% Intensidad Nominal MT 13.2 KV (A)	Intensidad Nominal MT 34.5 KV (A)	130% Intensidad Nominal MT 34.52 KV (A)
1.500	72	94	66	85	25	33
2.000	96	125	87	114	33	44
2.500	120	156	109	142	42	54

**Tabla 26. Valores Nominales (Intensidad Cortocircuito Icc MT)**

	12.0 KV		13.2 KV		34.5 KV	
Potencia Nominal (KVA)	Intensidad Cortocircuito MT 12.0 KV (A)	Intensidad Cortocircuito MT 13.2 KV (A)	Intensidad Cortocircuito MT 13.2 KV (A)	Intensidad Cortocircuito MT 34.5 KV (A)	Intensidad Cortocircuito MT 34.5 KV (A)	
1.500	1.255	1.141	1.141	437	437	437
2.000	1.673	1.521	1.521	582	582	582
2.500	2.092	1.902	1.902	728	728	728



### 5.1.2.7.4. Protección alternativa.

En caso de que el fabricante justifique que las características del transformador solicitado no permitan el uso de las protecciones indicadas en esta sección o, el fabricante deberá indicarlo en la ficha técnica como una excepción, proponer y justificar una alternativa para la protección del transformador.

### 5.1.2.7.5. Selección de fusibles.

Para el caso de la protección con fusibles, se seleccionarán dependiendo de la capacidad y voltaje del transformador según la tabla siguiente:

**Tabla 27. Tipo y cantidad de fusibles**

Capacidad del transformador (kV)	Voltaje nominal (kV)	Fusible de expulsión (COOPER Bay-O-Net Dual sensing o equivalente)	Cantidad de portafusibles (Bay-O-Net)	Fusible limitador de corriente (COOPER ELSP) o equivalente	Cantidad de portafusibles (Fusible Limitador)
112.5	2.4	4038108C11M	3	CBUC08100C100	3
150	2.4	4038108C12M	3	CBUC08150D100	3
300	2.4	4000353C17M	3	CBUC08150D100	6
500	2.4	A definir por el fabricante			
112.5	4.16	4038108C09M	3	CBUC08080C100	3
150	4.16	4038108C09M	3	CBUC08100C100	3
225	4.16	4000358C12M	3	CBUC08165D100	3
300	4.16	4000358C14M	3	CBUC08150D100	6
500	4.16	4000358C14M	3	CBUC08165D100	6
750	4.16	4000358C16M	3	A definir por el fabricante	
1000	4.16	A definir por el fabricante			
112.5	12	4000358C05M	3	CBUC15030C100	3
150	12	4000358C08M	3	CBUC15080C100	3
300	12	4000358C10M	3	CBUC15100C100	3
500	12	4000358C10M	3	CBUC15125C100	3
750	12	4000358C12M	3	CBUC15165D100	3
1000	12	4000358C14M	3	CBUC15150D100	6
1500	12	4000353C17M	3	CBUC15150D100	6
150	13.2	4000358C08M	3	CBUC15080C100	3
2255	13.2	4000358C08M	3	CBUC15080C100	3
300	13.2	4000358C08M	3	CBUC15080C100	3
500	13.2	4000358C10M	3	CBUC15125C100	3
750	13.2	4000358C12M	3	CBUC15165D100	3
1000	13.2	4000358C14M	3	CBUC15150D100	6
1500	13.2	4000353C17M	3	CBUC15150D100	6



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

2000	13.2	4000353C17M	3	CBUC15150D100	6
2500	13.2	A definir por el fabricante			
150	34.5	4000358C03M	3	CBUC23030C100	3
300	34.5	4000358C05M	3	CBUC23030C100	3
500	34.5	4000358C08M	3	CBUC23080C100	3
750	34.5	4000358C08M	3	CBUC23080C100	3
1000	34.5	4000358C10M	3	CBUC23080C100	3
2000	34.5	4000358C12M	3	CBUC23150D100	3
2500	34.5	4000358C14M	3	CBUC23125D100	6

Nota importante: Esta tabla contiene recomendaciones de dispositivos para la protección de los equipos, por lo que servirá de referencia al fabricante.

El tipo de dispositivos de protección a utilizar se define en la ficha técnica de cada equipo según el anexo ES.06720-FO.01. En caso de que el diseño del fabricante para un equipo en particular sea diferente a lo especificado, esta diferencia debe ser indicada en la ficha técnica y justificada en la oferta técnica del proveedor como una excepción a la especificación

### 5.1.3. Identificación y marcado.

#### Designación

Los TPM se designarán por medio de cuatro grupos de siglas (TP (M, B o T) (FL o ES) –XX-YY-ZZ). Estos grupos de siglas o cifras, dispuestos en el orden indicado a continuación, tendrán el significado siguiente:

- M: Monofásico 1 Borna
- B: Monofásico Doble Borna
- T: Trifásico
- FL: Fin de Línea
- ES: Entrada-Salida
- XX: Potencia Nominal
- YY: Tensión Nominal de Servicio Primario
- ZZ: Tensión Nominal de Servicio Secundario

Ejemplo: TPMFL-100-19.9-0,24

Se trata de un transformador Pad Mounted Monofásico de una (1) borna Fin de Línea 100 KVA de potencia nominal, 19.9 KV de tensión nominal en el primario y 0,24 KV de tensión nominal en el secundario.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

### Placa de características.

La placa de características deberá ser de acero inoxidable, y tener las letras grabadas con una técnica que impida su deterioro durante la vida útil del transformador. Estará localizada en el compartimento de BT, y será perfectamente legible con los cables instalados en su lugar.

Adicional a esta placa, en la tapa del tanque se grabará, de forma indeleble, la marca o el logo del fabricante y el número de serie del transformador, con el fin de poder identificar dicho transformador en caso de pérdida o deterioro de la placa principal.

La información que debe incluir esta placa será la establecida por la norma IEEE C57.12.00. Deberá incluir, aunque no limitarse, la siguiente información:

- Tipo A: debe ser utilizada en transformadores de 500 kVA nominal o menores con BIL de alta menor de 150 kV.
- Tipo B: debe ser utilizado en transformadores de 500 kVA nominal o menores no incluidos en el tipo A.
- Tipo C: debe ser utilizado en transformadores superiores a 500 kVA.

**Tabla 28. Tipo de placa características**

Nº	Tipo A	Tipo B	Tipo C
1	Número de serie*	Número de serie*	Número de serie*
2	Mes/año de fabricación	Mes/año de fabricación	Mes/año de fabricación
3	Clase (KNAN)	Clase (KNAN)	Clase (KNAN)
4	Número de Fases	Número de Fases	Número de Fases
5	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
6	kVA nominales*	kVA nominales*	kVA nominales*
7	Voltaje nominal*	Voltaje nominal*	Voltaje nominal*
8	Voltajes de derivaciones*	Voltajes de derivaciones*	Voltajes de derivaciones*
9	Elevación de temperatura (°C)	Elevación de temperatura (°C)	Elevación de temperatura (°C)
10	Polaridad (transf. Monofásicos)	Polaridad (transf. Monofásicos)	Polaridad (transf. Monofásicos)



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

11	Diagrama fasorial (tansf. Polifásicos)	Diagrama fasorial (tansf. Polifásicos)	Diagrama fasorial (tansf. Polifásicos)
12	Impedancia	Impedancia	Impedancia
13	-	BIL	BIL
14	Masa total aproximada en kg o peso en lb	Masa total aproximada en kg o peso en lb	Masa total aproximada en kg o peso en lb
15	Diagrama de conexión	Diagrama de conexión	Diagrama de conexión
16	Nombre y país del fabricante	Nombre y país del fabricante	Nombre y país del fabricante
17	Referencia de instrucciones de operación y operación	Referencia de instrucciones de operación y operación	Referencia de instrucciones de operación y operación
18	La palabra "TRANSFORMADOR"	La palabra "TRANSFORMADOR"	La palabra "TRANSFORMADOR"
19	Tipo de líquido aislante (preferiblemente el nombre genérico)	Tipo de líquido aislante (preferiblemente el nombre genérico)	Tipo de líquido aislante (preferiblemente el nombre genérico)
20	Material de los conductores de cada bobinado	Material de los conductores de cada bobinado	Material de los conductores de cada bobinado
21	Volumen de líquido	-	Indicación si es adecuado para operación elevadora ("step-up")
22	-	-	Valor máximo de voltaje primario
23	-	-	Datos del tanque, presión y líquido

(\*) 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 (3/16"). La altura de otras letras y números será a opción del fabricante.



### Identificación de potencia y empresa.

En todos los TPM se mostrará 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, la siguiente información:

- Logotipo de la marca de la empresa registrada en el país (EDEMET-EDECHI)
- kVA Nominal
- NO-PCB
- Además, dispondrán de la marcación de seguridad con el símbolo internacional de “PELIGRO ALTO VOLTAJE”



En la zona de MT se colocará, de forma visible una etiqueta indicando los pares de apriete de las bornas, o en su defecto colocar “pares de apriete indicados por el fabricante de la borna”

### Marcado de las bornas TPM Monofásicos:

Las bornas primarias (MT) se marcarán con la letra H.

TPM Monofásicos Fin de Línea ( Borna Simple ) se marcarán con la letra H1

TPM Monofásicos Entrada/Salida ( Borna Doble ) se marcarán con la letra H1A y H1B, indicando que entre las dos bornas existe continuidad eléctrica la cual pertenece a la fase H1

En los TPM que requieren dos fases activas para excitar la bobina primaria Monofásica en los voltajes de 6.6 y 12 KV las bornas se marcarán H1A y H2B respectivamente.

Las Bornas secundarias (BT) se marcarán con la letra X siendo entonces las marcas de las líneas X1, X3 y X2 el Neutro conectado a tierra de transformador.

### Marcado de las bornas TPM Trifásicos:

Las bornas primarias (MT) se marcarán con la letra H.

TPM Fin de Línea se marcarán como H1, H2 y H3 respectivamente



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

TPM Entrada/Salida las bornas de entrada, situadas a la izquierda en el compartimento de MT, se marcarán como H1A, H2A y H3A. Las bornas de salida se situarán a la derecha de estas y se marcarán con H1B, H2B y H3B.

Las bornas secundarias (BT) para las líneas se marcarán como X1, X2, X3 y para el neutro con la letra X0 , el cual debe estar sólidamente conectado a tierra.

### Matriculado y número de activo.

Adicional al marcado se colocará un número de activo, secuencial de 7 caracteres, preferiblemente hecho en pintura resistente de color Negro, con fondo amarillo.

Las características de este número de matrícula se describen a continuación:

Letrero hecho con letra de moldes a pintura con 7 caracteres numéricos solamente, colocado a 0.7 metros de la base del transformador, para transformadores Pad mounted monofásicos y a 1200mm de la base del transformador colocada frente al observador, en la puerta de compartimento de media tensión a 200 mm del marco izquierdo de dicha puerta.

Bajo autorización de EDEMET-EDECHI se aceptará la colocación de una calcomanía o etiqueta con los mismos parámetros de, la opción antes planteada

Las características de la etiqueta y la matrícula hecha a pintura son las siguientes:

- Debe ser resistente al ambiente salino tropical.
- Resistente a los rayos ultravioletas.
- Cumplir con el estándar ASTM D4956 Tipo I
- Auto adheribles a superficies de metal.
- Características dimensionales de la calcomanía:
- 299 mm de ancho X 65 mm de largo

Características dimensionales de las letras:

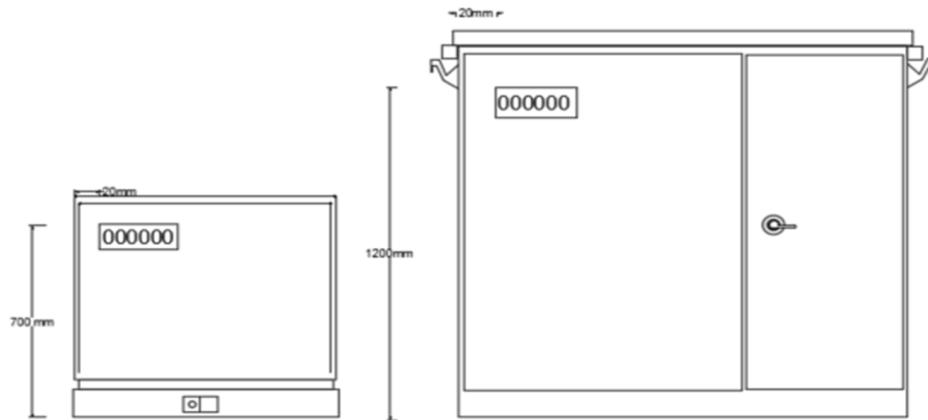
- 35 mm de ancho X 45mm de alto.
- Espacio entre letras de 5 mm, espaciado externo de 12 mm y espaciado superior e inferior de 10 mm.
- Tipo de Letras Arial Black
- Color del fondo amarillo
- Color de las letras Negro
- Resistentes a temperaturas de 75°C

El adjudicatario de la compra enviará en su propuesta técnicas al concurso el diseño de la calcomanía o etiqueta, la cual será aprobada por EDEMET-



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

EDECHI, quien comunicará el número secuencial con cada pedido al adjudicatario.



### Ubicación de la matrícula o número de activo

#### 5.2. Requisitos de adquisición.

Para definir los requisitos de adquisición del material, éstos estarán detallados en los siguientes puntos:

- Alcance de la oferta.
- Alcance del suministro.
- Requisitos de homologación.
- Garantía y seguridad de uso.
- Medioambiente.

##### 5.2.1. Alcance de la oferta.

###### 5.2.1.1. Documentación que presentar con la oferta.

El ofertante adjuntará junto con la oferta económica, todos los documentos, en español, que considere oportunos para una definición lo más exacta posible del material a suministrar según la presente especificación, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de la oferta según formato ES.06720-FO.01, completada con las características particulares del fabricante.
- Catálogo comercial de los materiales ofertados, que muestren en detalle las características de todos y cada uno de los elementos.



- Catálogo, planos y ficha técnica de los accesorios ofertados como, conmutador de tensión, válvulas de alivio de presión, llenado, vaciado, indicadores de temperatura, presión, nivel de aceite, terminales y pasatapas, insertos etc.
- Plano dimensional acotado donde indiquen las dimensiones generales, taladros, ubicación de los accesorios y marcación.
- Ficha técnica y ensayos del aceite aislante ofertado.
- Instrucciones de transporte, manipulación, armado e instalación preferiblemente en español (en caso de ser requerido).
- Lista de excepciones, si las hubiese, a la especificación, debidamente justificadas. En caso de no entregarse esta lista, el suministrador acepta implícitamente que cumple íntegramente la presente especificación.
- Certificación o nota de homologación de EDEMET-EDECHI en caso de estar vigente.

El cumplimiento de las fichas técnicas, así como el envío de la lista de excepciones a la especificación, si las hubiera, es considerado fundamental por EDEMET-EDECHI, por lo que la falta de estas o de su cumplimiento será motivo de exclusión de la oferta.

### 5.2.1.2. Mantenimiento y repuestos.

De cara a dar servicio durante la vida útil del equipo, el suministrador incluirá en su oferta un desglose de precios estimados de todos los elementos fungibles, así como repuestos de material y componentes más habituales del equipo, y de la mano de obra asociada, si aplicase. También se incluirán las herramientas o equipos específicos necesarios para efectuar la gama de mantenimiento recomendada por los procedimientos del fabricante.

De requerirse mano de obra en las instalaciones de EDEMET-EDECHI para labores de mantenimiento, así como cualquier otro trabajo de asistencia postventa, se deberá cumplir la normativa referente a accesos a instalaciones, consideraciones relativas a la prevención de riesgos laborales y protección medioambiental, así como el reglamento de servicio de EDEMET-EDECHI aplicables en caso de requerir intervenir las redes de distribución.

### 5.2.2. Alcance del suministro.

Se detallan los requisitos que forman parte del suministro del material objeto del presente documento.

#### 5.2.2.1. Material y transporte.

El alcance del suministro comprende transformador tipo padmounted monofásico o trifásico completo con todos los accesorios requeridos en la



presente especificación (bornas, terminales, cambiador de tomas, válvulas, indicadores, fusibles, interruptores, etc.), incluido el embalaje y transporte hasta el almacén central de EDEMET-EDECHI.

El material será rechazado si sufre deterioro en su manipulación y transporte.

El fabricante preparará todas las piezas y materiales objeto de esta especificación para embarque, de modo tal de protegerlos contra daños durante los trabajos de carga, descarga, embarque, transporte y almacenamiento en un ambiente tropical con alta temperatura y humedad.

El material se empacará de manera tal que sea aceptado por los transportistas comerciales y asegure la tarifa más baja hasta el punto de entrega, a menos que se especifique lo contrario en la orden de compra o pedido.

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 deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en el país de destino, en cuanto a movimiento de cargas 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 de daños durante el transporte, el suministrador 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.

### 5.2.2.2. Documentación del suministro.

Dentro del alcance del suministro a presentar con cada pedido, queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar. Dentro de los cuales se encuentran:

- Planos de montaje o documentación técnica preferiblemente en español, correspondiente al equipo o material a suministrar.
- Lista de componentes del material a suministrar (en caso de ser elementos separados).
- Protocolo de los ensayos individuales o de rutina realizados al material.
- Protocolos de ensayos de recepción (en caso de ser requeridos).
- Instrucciones de instalación, operación y de mantenimiento preferiblemente en español, impreso y en el interior de la puerta de cada equipo.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

El suministrador deberá suministrar a la EDEMET-EDECHI, los planos de taller de cada tipo de transformador que indique esta especificación previos al inicio de producción.

Los planos de taller deberán mostrar con mayor detalle que los planos dimensionales generales o comerciales, todos y cada uno de los elementos integrantes de los transformadores, elementos de izaje y de montaje, accesos para cables, puertas y cerraduras y demás accesorios de medición, operación, placa de identificación y las marcaciones requeridas en esta especificación así como las requeridas por los estándares de fabricación pertinentes. Las dimensiones pertinentes, los datos característicos, peso y las especificaciones del líquido aislante deberán ser también indicados. Cualquier variación en las dimensiones debido a las tolerancias de fabricación se debe indicar.

### 5.2.2.3. Asistencia técnica y formación.

La asistencia técnica y la formación serán por cuenta del suministrador, quien impartirá al personal de EDEMET-EDECHI la formación técnica adecuada, tanto para instalación y puesta en servicio de los componentes, como para su mantenimiento y operación. Para ello, el suministrador aportará todo el material didáctico, manuales, programas y demás instrumentos que se consideren necesarios.

El fabricante deberá disponer de los medios técnicos que posibiliten la formación y asistencia remota, de ser necesario

### 5.2.2.4. Aseguramiento de la calidad.

El material para suministrar o el centro de producción donde se fabrique, han de estar previamente homologados. EDEMET-EDECHI establecerá, una vez adjudicado el pedido correspondiente un proceso de aseguramiento de la calidad formado por los siguientes aspectos:

- Ensayos individuales o de rutina
- Ensayos de recepción.

Dentro del alcance del suministro, quedan incluidos los ensayos de individuales o de rutina y los de recepción, en caso de ser requeridos, de acuerdo con las normas y estándares identificados en el apartado 3 del presente documento.

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, se comunicará a éste las desviaciones o no conformidades inmediatamente una vez detectadas. Se considerarán desviaciones:



- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de especificación del pedido que no haya sido previamente aprobado por EDEMET-EDECHI como excepción.
- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento.
- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean de laboratorio o cualquier etapa del proceso productivo.
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados.

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará a EDEMET-EDECHI un informe para su aprobación en el que describirá el problema y hará una propuesta de solución.

Los ensayos del material deben realizarse en la fábrica o en un laboratorio acreditado ISO/IEC 17025 para tal fin. El informe de resultados de estos ensayos será entregado a EDEMET-EDECHI, estará sellado y firmado por el fabricante en todas sus páginas y deberá contener para cada ensayo todos los registros y resultados obtenidos, así como los datos que permitan la repetitividad de los ensayos en las mismas condiciones en que fueron realizados.

El protocolo deberá indicar las características principales del equipo. EDEMET-EDECHI se reserva el derecho de poder presenciar alguno de los ensayos de rutina en fábrica o en un laboratorio externo contratado por el fabricante de una muestra en el/los pedidos que se seleccionen.

Todos los ensayos deberán realizarse de acuerdo con la norma IEEE C57.12.90.

A no ser que se especifique lo contrario, las pruebas deben llevarse a cabo únicamente en la fábrica, de acuerdo con el apartado 8 de la norma IEEE C57.12.00.

El fabricante deberá estar en posesión de un certificado de aseguramiento de la calidad ISO 9000.

### 5.2.2.4.1. **Ensayos de diseño.**

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos de diseño y otros ensayos para transformadores establecidos en el apartado 8.2 de la Norma IEEE C57.12.00 y de integridad requeridos por IEEE C57.12.29

Los ensayos de diseño deben ser realizados en transformadores de nuevo diseño o sus componentes o partes, para determinar la adecuación a un determinado tipo, diseño, estilo o modelo en particular. Estos ensayos de



diseño son realizados en modelos representativos o prototipos para comprobar los valores nominales designados de los transformadores con el mismo diseño básico. Los ensayos de diseño no están destinados a ser utilizados como parte de la producción normal.

Los siguientes ensayos de diseño como mínimo, deberán ser entregados por la fábrica, por cada uno de los tipos de transformadores:

- Medición de la resistencia en todos los embobinados.
- Pérdidas con carga e Impedancia a voltaje y frecuencia nominal.
- Prueba de aumento de temperatura.
- Prueba del nivel audible de ruido.
- Prueba mecánica de presión al tanque.
- Prueba de Cortocircuito
- Prueba de impulso
- Verificación de la Resistencia Anticorrosiva
- Ensayos de integridad y acabado de la envolvente metálica según IEEE C57.12.29.

### 5.2.2.4.2. Ensayos individuales o de rutina.

Los ensayos de rutina o individuales en fábrica, serán realizados a todos los productos terminados según los requerimientos de las normas y estándares establecidos en el apartado 3 de presente documento.

Los TPM deberán satisfacer los ensayos individuales establecidos en el apartado 8.2 de la norma IEEE C57.12.00.

Entre otros los ensayos de rutina a realizar serán los siguientes:

- Ensayos de desempeño
  - Ensayo de relación al voltaje nominal y todas las posiciones de derivación.
  - Polaridad
  - Pérdidas sin carga
  - Impedancia y pérdidas con carga.
  - Pruebas de operación de todos los accesorios.
- Dieléctrico:
  - Ensayo de impulso de rayo.
  - Ensayo de baja frecuencia
- Ensayos mecánicos:



- Fugas del tanque
- Pruebas dieléctricas del aceite aislante.
- •Verificación de marcado (inspección visual)
- •Ensayo de Calentamiento.
- •Ensayos Funcionales.
- •Medida de la resistencia de aislamiento entre las partes metálicas accesibles desde el exterior de la envolvente con respecto a la tierra de protección.

Si uno de los TPM seleccionados para su ensayo no satisface los requisitos estipulados en dichas pruebas, se realizará un nuevo ensayo a otros dos TPM del mismo lote. Si alguno de ellos no cumple los requerimientos, se rechazará el lote respectivo completo. El inspector anotará en el formulario correspondiente los datos completos de la identificación de los lotes rechazados, y un inventario de los TPM aceptados.

Los fabricantes de los TPM, una vez realizados los ensayos individuales en fábrica, remitirán a EDEMET-EDECHI los protocolos de los ensayos correspondientes a cada una de las unidades, correctamente codificados y firmados. Incluirán, para cada ensayo, todos los registros y resultados obtenidos, indicando el código de EDEMET-EDECHI y el número de pedido.

Tras recibir los protocolos correspondientes al pedido, EDEMET-EDECHI se reserva el derecho de seleccionar una muestra para la repetición presencial de los ensayos individuales.

#### 5.2.2.4.3. Otros ensayos.

Se debe garantizar la integridad del transformador para las condiciones especificadas en el alcance del presente documento.

El acabado exterior del tanque será pintado según verde oliva RAL 6003 o Munsell Green (7GY 3.29/1.5) o equivalente .y sometido a los ensayos requeridos por esta norma como parte de los ensayos de diseño de los equipos.

Los especímenes de prueba deben consistir en paneles del mismo material y composición que se utilizará en la producción de los transformadores en cantidad, tipo y dimensiones indicados en IEEE C57.12.29. Todos los paneles deben ser limpiados, pintados y curados utilizando el método de pintura que utilizará el fabricante en la producción.

Estos ensayos formarán parte de los ensayos de diseño de los equipos y se realizarán los siguientes como mínimo los cuales serán realizados según lo establezcan las normas ASTM aplicables:

- Salt spray test (ensayo de exposición al ambiente marino).
- Crosshatch adhesion test.



- Humidity test
- Impact test
- Insulating fluid resistance test
- Ultraviolet accelerated weathering test
- Abrasion resistance-Taber abraser
- Gravelometer
- Ensayo rigidez dieléctrica
- Ensayo descargas parciales
- Ensayo de pérdida de presión
- Ensayos Dimensionales

### 5.2.2.4.4. Ensayos de recepción.

Tras recibir los protocolos correspondientes al pedido, EDEMET-EDECHI se reserva el derecho de seleccionar una muestra para la repetición presencial de los ensayos de producto terminado del apartado anterior, así como la comprobación del cumplimiento de otros requisitos de esta especificación. Los ensayos se realizarán bajo los siguientes términos:

- En caso de un fallo, se repetirá el ensayo sobre el doble de la muestra. Un fallo más determinará el rechazo del lote o pedido.
- Las condiciones de realización de los ensayos de producto terminado, así como los procedimientos y requisitos de aceptación, serán los mismos requerimientos de las normas y estándares utilizados para los ensayos individuales o de rutina.

El fabricante deberá disponer de los medios técnicos que posibiliten la asistencia remota a los ensayos, de ser necesario.

### Muestreo de aceite dieléctrico.

Antes de que los transformadores salgan de la fábrica, se debe entregar a EDEMET-EDECHI, un análisis previo del lote. En él, se debe de indicar la existencia o no de PCB u otro tóxico y sus concentraciones.

El muestreo del lote debe ser en relación de 1 a 20, es decir, de cada 20 transformadores o menos, se analizará uno. En este análisis, se indicará: marca y número de serie del transformador analizado, las características físicas y químicas del aceite y los tóxicos presentes (si los tiene, con sus concentraciones en ppm).

### 5.2.2.5. 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 por la norma IEEE C57.12.00 siempre que se cumplan los requerimientos y valores máximos establecidos en esta especificación.

### 5.2.2.6. Inspecciones de fabricación.

Todos los documentos generados por el Sistema de Calidad del fabricante deberán ser adecuadamente archivados, de modo que quede constancia y evidencien de modo objetivo de la calidad conseguida. Lo concerniente a un pedido concreto deberá conservarse como mínimo hasta la aprobación por EDEMET-EDECHI.

EDEMET-EDECHI o sus representantes tendrán acceso a las instalaciones (previo acuerdo), tanto del suministrador como de sus proveedores o subcontratistas, para inspeccionar o auditar todo aquello que se relacione con el pedido. Así mismo podrá disponer de toda la documentación técnica (incluyendo estándares de fabricación, planos constructivos y de fabricación) y de calidad con el fin de verificarla y evaluarla.

### 5.2.2.7. Certificados.

El Contratista o Proveedor deberá a la Empresa en un término de 15 días calendario después de realizadas las pruebas, una copia original de las certificaciones de todos los datos y resultados de las pruebas y reporte que incluya todas las unidades fabricadas para la Empresa.

Los transformadores no deben ser embarcados hasta que la Empresa haya recibido todos los datos y resultados de las pruebas realizadas a los mismos, y la Empresa se reserva el derecho a rechazar las unidades cuyos datos de prueba no cumplan con lo indicado en esta especificación.

El fabricante deberá estar en posesión de un certificado de aseguramiento de la calidad ISO 9000

## 5.2.3. Requisitos de homologación.

Los suministradores de materiales deben ser evaluados y homologados por EDEMET-EDECHI. Las responsabilidades y la sistemática para la homologación y el seguimiento de estas se llevarán a cabo según las normas y procedimientos establecidos en la Gestión de la Calidad de Proveedores de EDEMET-EDECHI.

### 5.2.3.1. Homologación de producto.

La homologación será para todas las referencias indicadas en el apartado 2 Alcance de esta especificación.

Los ensayos tipo para la homologación, serán los requeridos por las normas y estándares indicados en el apartado 2 de este documento.

Estos ensayos tipo o de diseño son de tal naturaleza, que, después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos salvo que ocurra alguna de las siguientes circunstancias:



- Se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño del material o equipo susceptibles a modificar sus características.
- Se detecten incumplimientos al realizar los ensayos individuales o de rutina.
- Se modifiquen o actualicen las presentes especificaciones técnicas, las normas o estándares de fabricación de forma que afecte las características del material o equipo.
- Al vencimiento o término de la certificación u homologación de EDEMET-EDECHI para el material o equipo.

## 5.2.3.2. Homologación de centro de producción.

Se requiere disponer de una certificación de sistema de gestión de la calidad ISO 9001, emitido o acreditado por una entidad certificadora independiente, en que figure el centro de producción al que se encuentra asociado el certificado y que en el alcance incluya la producción de los materiales o equipos objeto de la presente especificación.

Se valorará positivamente que se disponga de certificación de gestión ambiental emitido o acreditado por una entidad certificadora independiente.

Se requiere la auditoría del centro de producción con base al cumplimiento de los requisitos establecidos en la Gestión de Calidad de Proveedores de EDEMET-EDECHI.

## 5.2.4. Garantía y seguridad de uso.

Los requisitos y recomendaciones de la presente especificación no eximen al fabricante/proveedor, de la responsabilidad de un diseño y una construcción adecuados al servicio y uso destinado para este producto.

El suministrador debe incluir en el suministro la información relativa al procedimiento de instalación y recomendaciones para proteger los materiales de agentes externos que puedan afectar su desempeño tales como; lluvia, animales, temperaturas elevadas, contaminación, etc.

El suministrador debe indicar las condiciones mínimas de seguridad y prevención de riesgos (advertencias y precauciones) que se deben seguir para garantizar la seguridad del personal y del producto ante una utilización incorrecta del mismo.

El suministrador garantizará la calidad técnica del material ofrecido, por un período mínimo de 2 años contados a partir de la fecha real de recepción (consignación) de cada pedido.



Durante este plazo, se comprometerá a la reposición total del material que presente fallas atribuibles al diseño y/o proceso de fabricación. El fabricante deberá hacerse cargo de todos los gastos derivados de la reposición de los materiales o partes defectuosas.

Durante el período de garantía, ante la falla de alguna de las unidades, se informará al fabricante la ocurrencia del evento, ante lo cual el fabricante tendrá un plazo máximo de 30 días naturales contados a partir de la fecha de notificación, para apersonar un representante técnico, a su costo, y proceder a la determinación de la causa de la falla juntamente con la distribuidora.

En la eventualidad de existir discrepancia, las partes de común acuerdo solicitarán la realización de un nuevo peritaje a un organismo externo. En este caso, si el peritaje confirma alguno de los diagnósticos iniciales de una de las partes, el costo de este será de cuenta de aquella que hubiese estado errada.

Se definirá como falla repetitiva aquella que afecte en 3 ocasiones a unidades que lleven instaladas menos de un año o en 4 ocasiones a unidades que lleven menos de 18 meses y cuyo origen sea de similares causas, afectando unidades de características comunes.

Cuando se produzcan fallas repetitivas en unidades de una misma partida que sean imputables a vicios ocultos, defectos de fabricación o del material, el fabricante procederá a reemplazar todas las unidades que integren la partida, a su exclusiva cuenta y cargo.

Adicionalmente, si dentro de los procesos de determinación de causas de fallas se descubriese que, independiente de las unidades que hubieren sido afectadas y los plazos transcurridos, existen motivos fundados sobre un defecto de fabricación a juicio de las partes y/o del perito designado para estos fines, tal defecto será catalogado como falla repetitiva, al objeto de evitar un mal mayor en las instalaciones de la distribuidora o una afectación a la calidad de servicio eléctrico.

Si el suministrador no se hiciera cargo de esta garantía a satisfacción de la distribuidora significará que se lo elimine del Registro de Proveedores Homologados.

Estas condiciones generales deberán ser ratificadas explícitamente por el suministrador en su oferta.

### 5.2.5. Medioambiente.

Se tomará en cuenta positivamente las acciones encaminadas a minimizar el impacto de las actividades del suministrador y las de sus proveedores.

El suministrador deberá tener establecido un sistema de gestión ambiental que asegure el cumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental, el control de los recursos consumidos y la correcta gestión de los efluentes y residuos producidos.



## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

Los materiales estarán fabricados, preferentemente, con tecnologías respetuosas con el medio ambiente y con materiales y elementos que permitan ser reutilizados o reciclados al final del ciclo de vida de estos. Se suministrarán en embalajes de material reciclado o fácilmente reciclabl e o reutilizable, que minimicen el uso de nuevos materiales de embalaje.

### 6. Registros y datos. Formatos aplicables.

Registro	Responsable emisión	Soporte/lugar de archivo	Formato	Responsable de archivo	Tiempo conservación
Fichas Técnicas	Compras	Informático o papel	ES.06720-FO.01	Compras	3 años

- **ES.06720-FO.01:** Fichas Técnicas

### 7. Relación de Anexos.

- **Anexo 00:** Histórico de revisiones
- **Anexo 01:** Planos esquemáticos



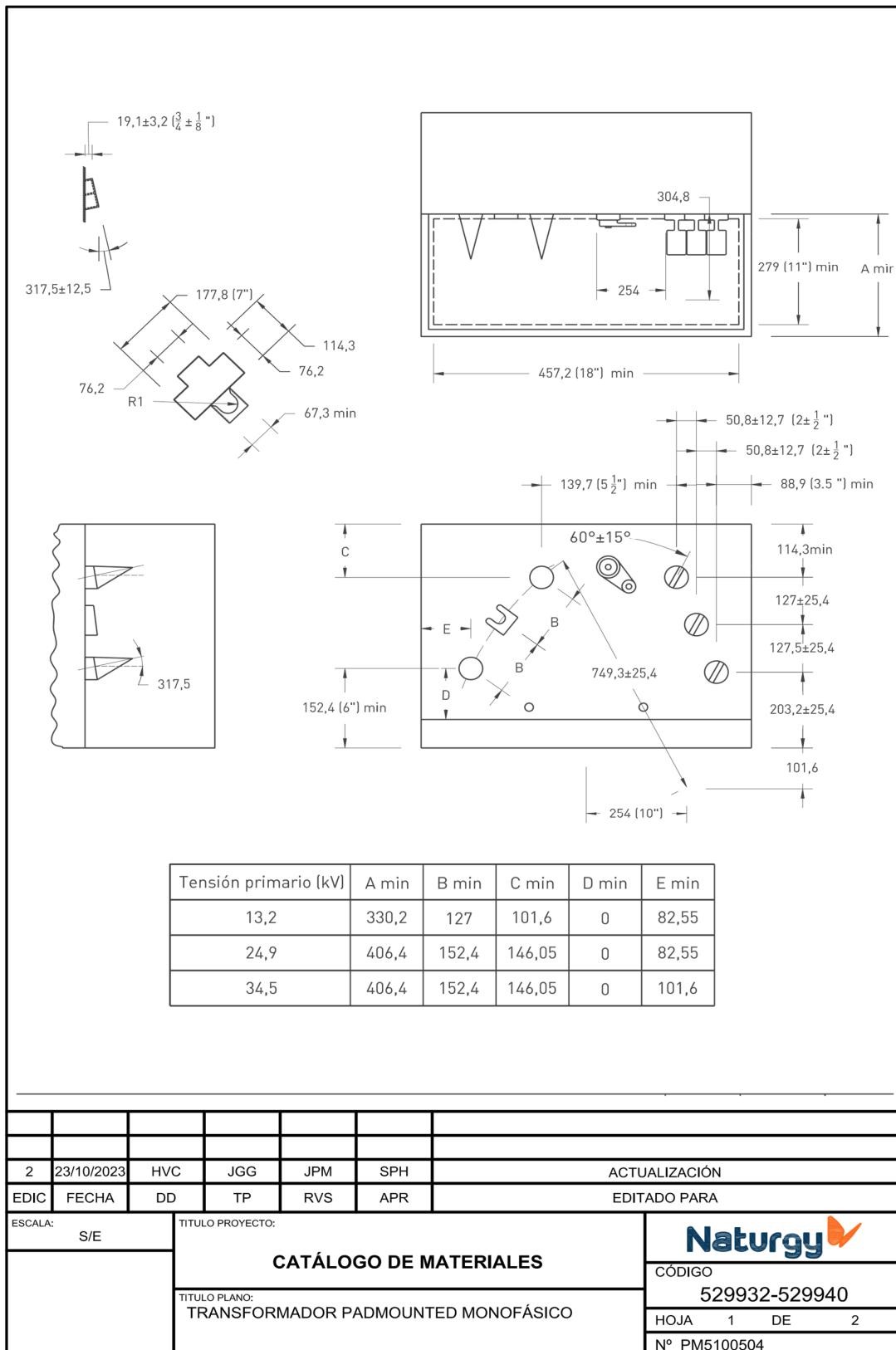
## Anexo 00: Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivos de la edición y/ o resumen de cambios
<b>1</b>	<b>04/10/2018</b>	Primera edición del documento
<b>2</b>	<b>12/12/2025</b>	Se actualiza el formato del documento. Se elabora el formato de fichas técnicas. Se amplía la descripción de los accesorios. Se incluyen códigos de materiales que no se incluyeron en la edición anterior. Se actualizan los códigos de material 937189 por 637189 y 637766 por 937766.



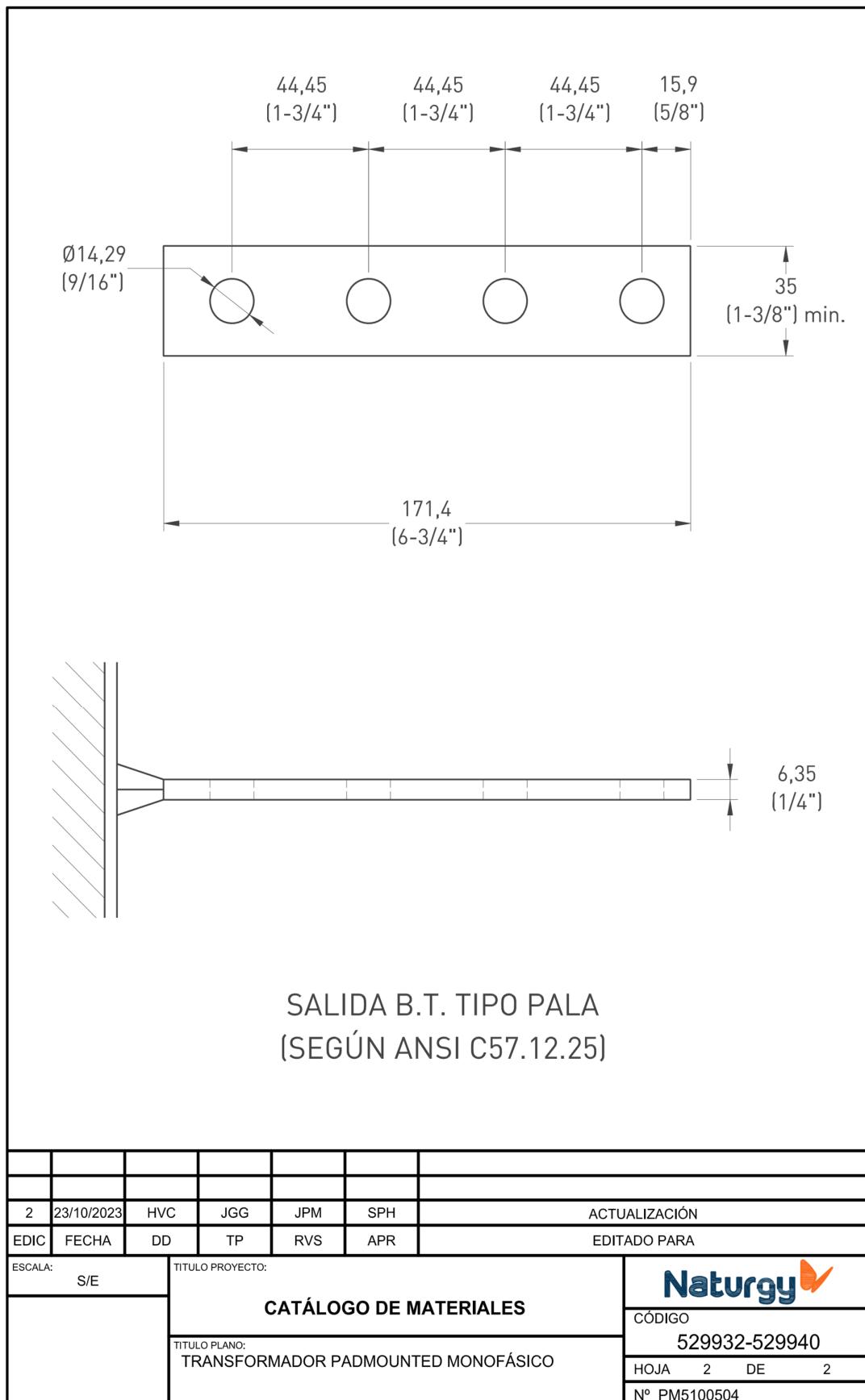
## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA

### Anexo 01: Planos esquemáticos



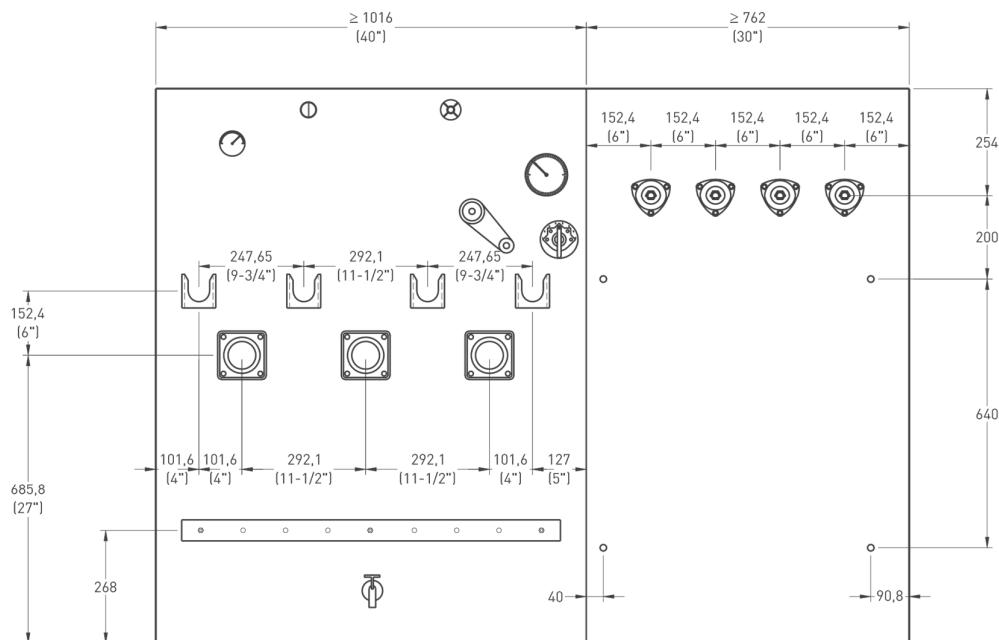


## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA



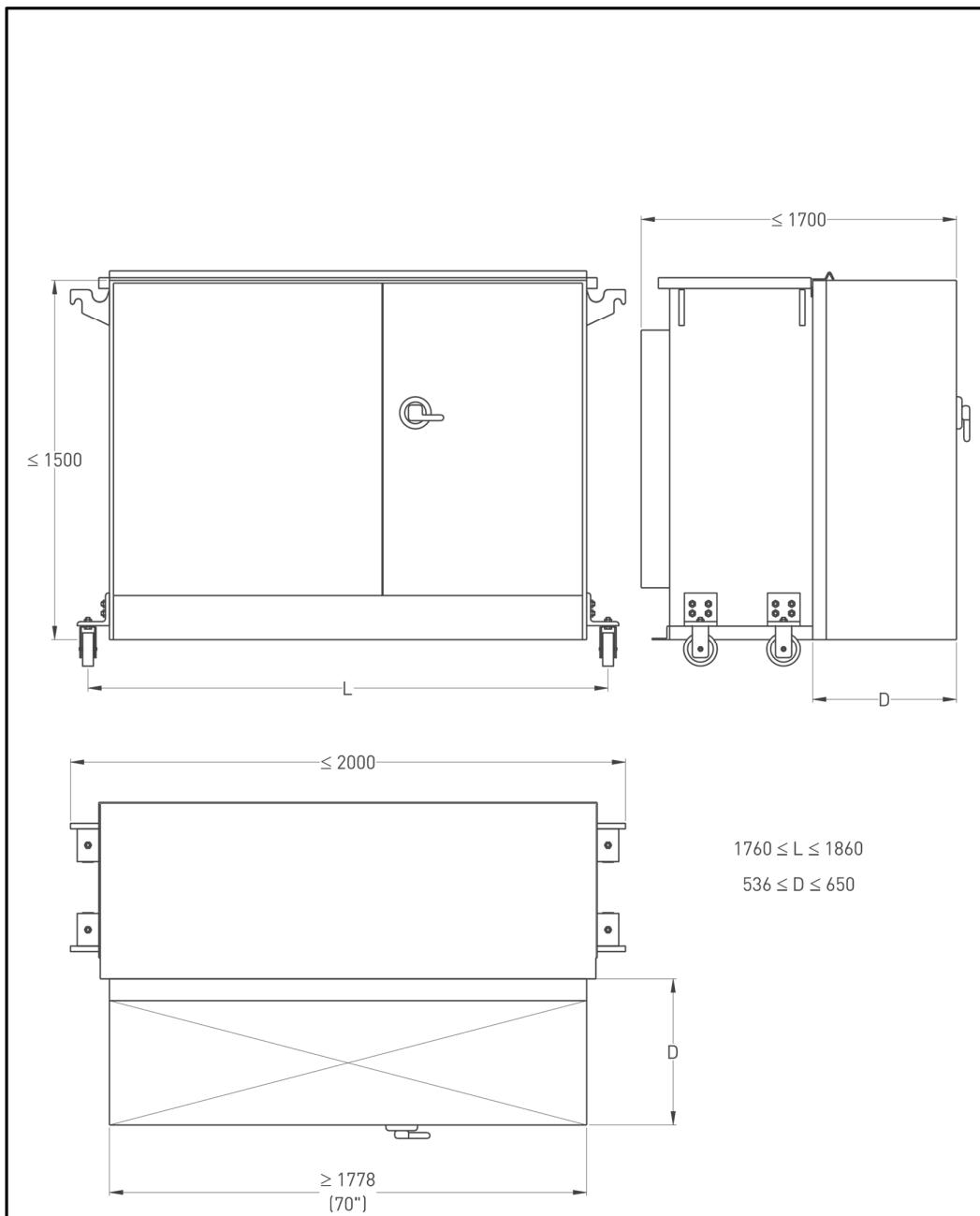


## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA



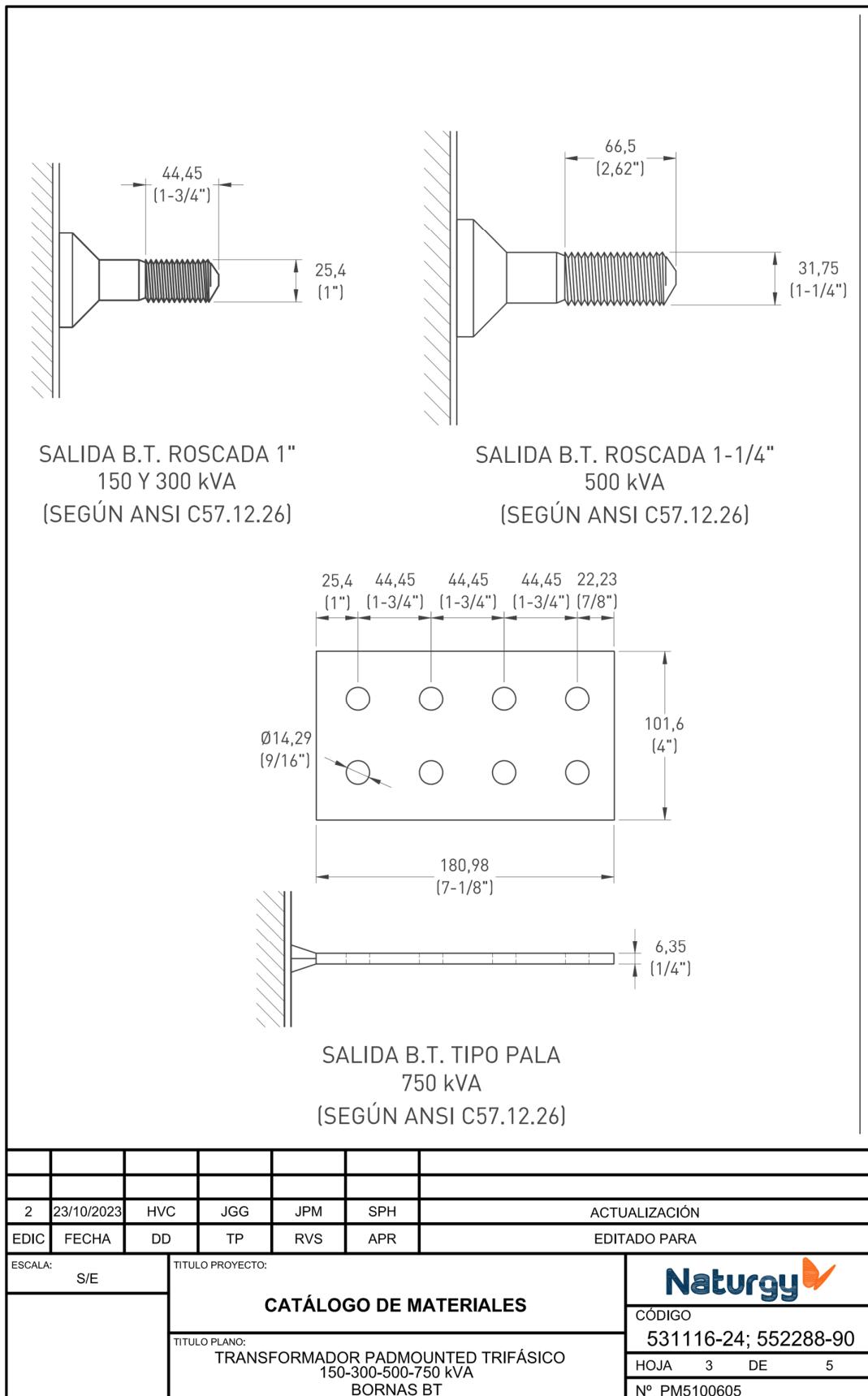
Todas las cotas en mm (pulgadas)

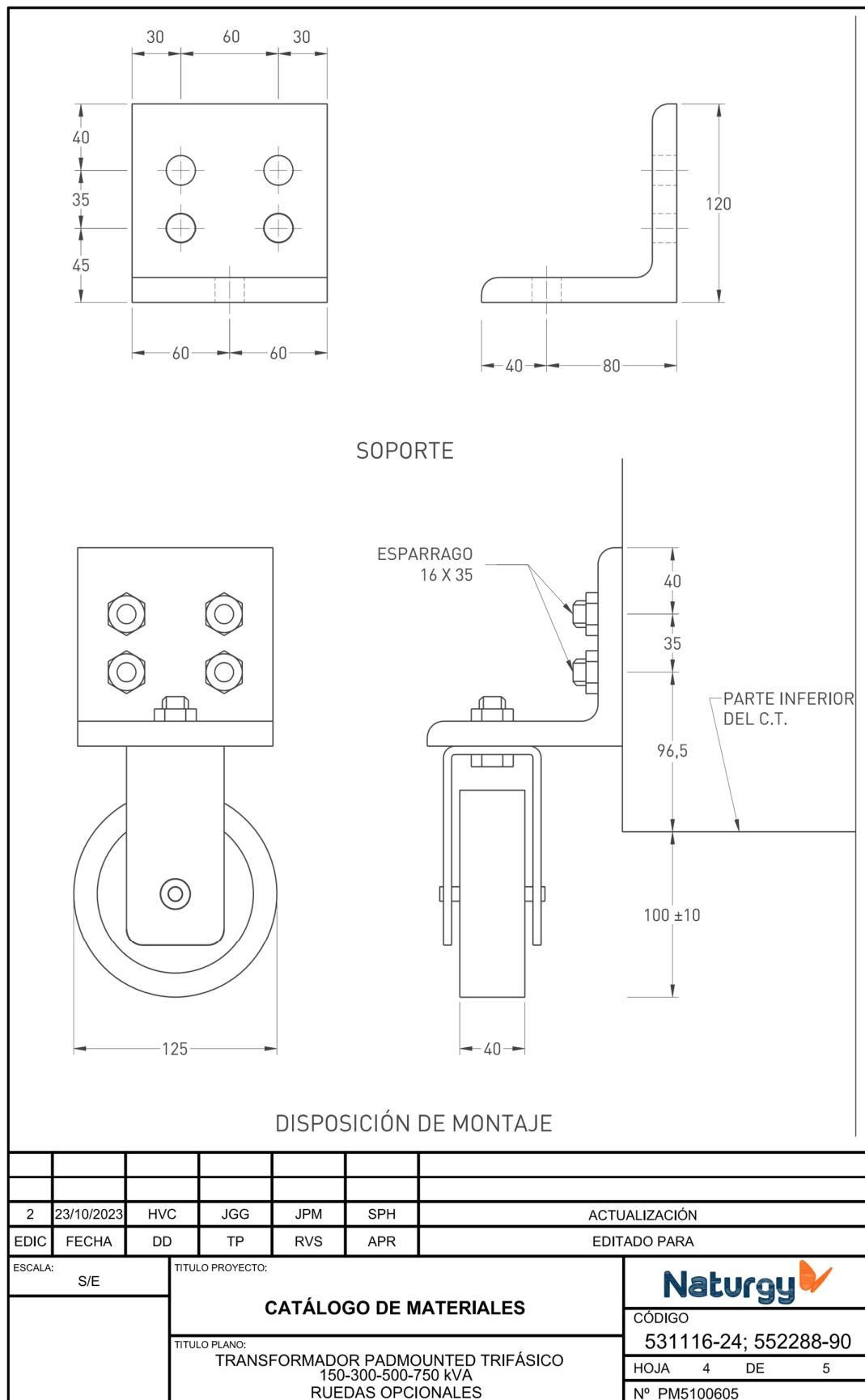
2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>					
	TÍTULO PLANO: <b>TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO 150-300-500-750 kVA DISPOSICIÓN FRONTAL</b>					
					<b>Naturgy</b> CÓDIGO 531116-24; 552288-90	
					HOJA 1 DE 5	
					Nº PM5100605	

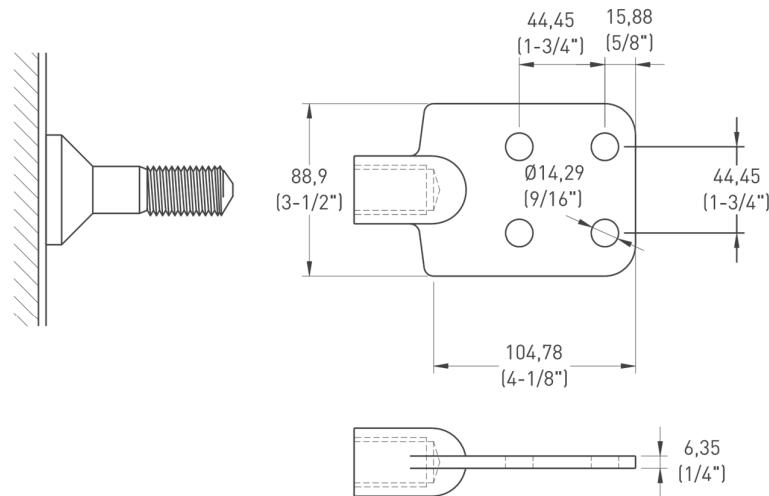


Todas las cotas en mm (pulgadas).

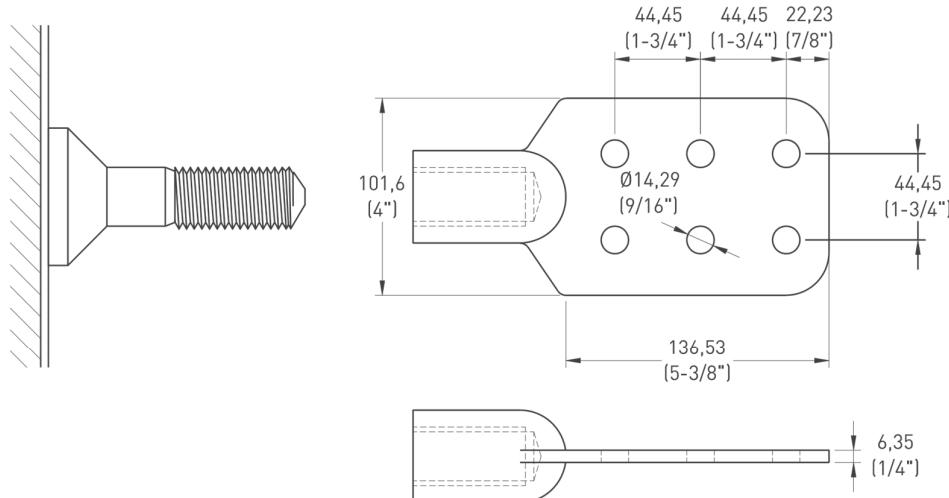
2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO:					
	CATÁLOGO DE MATERIALES					
	TÍTULO PLANO: TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO 150-300-500-750 kVA DIMENSIONES EXTERIORES					
<b>Naturgy</b>						CÓDIGO 531116-24; 552288-90
HOJA 2 DE 5						Nº PM5100605







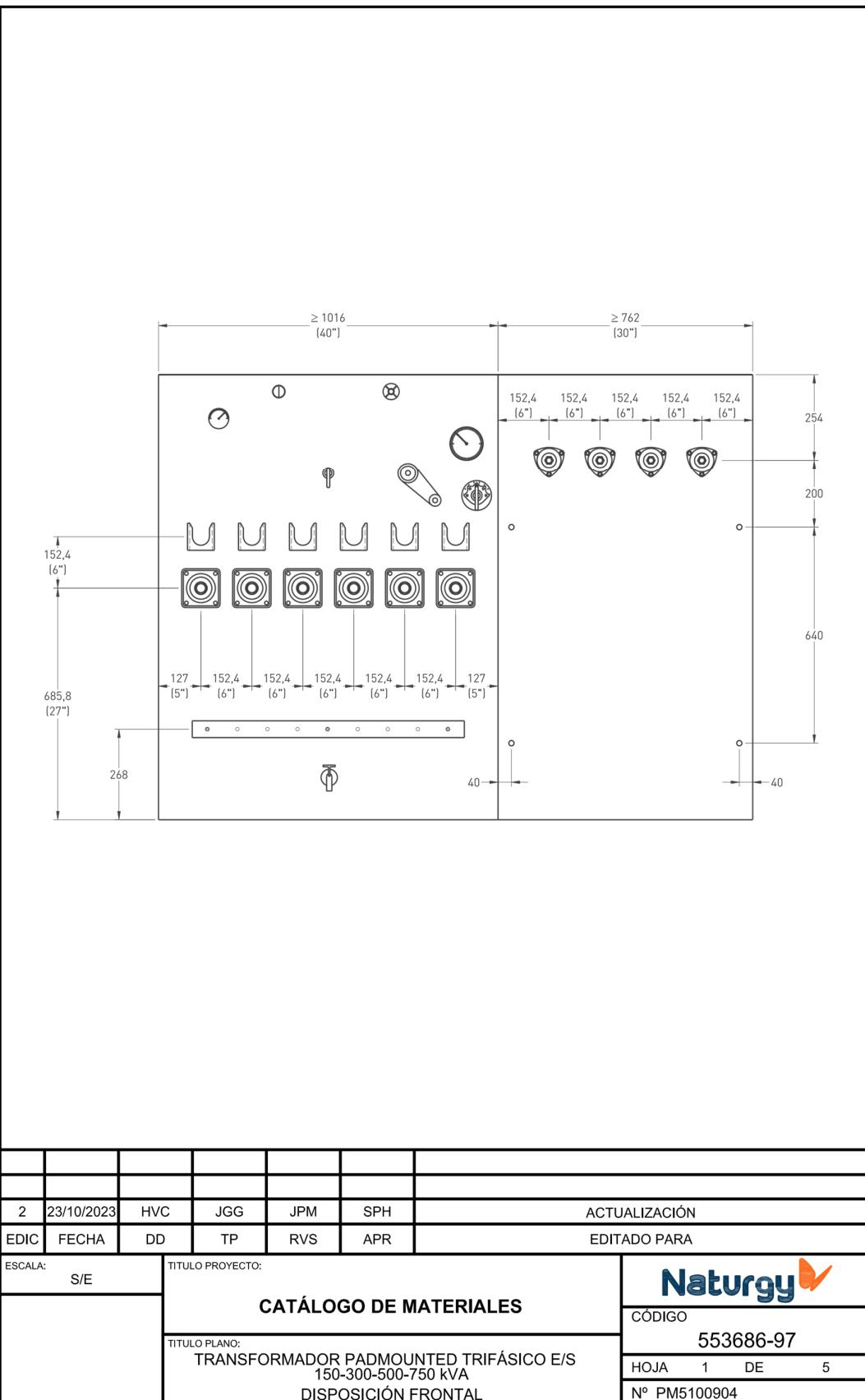
SALIDA B.T. ROSCADA 1"  
CON PALA OPCIONAL  
150 Y 300 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)



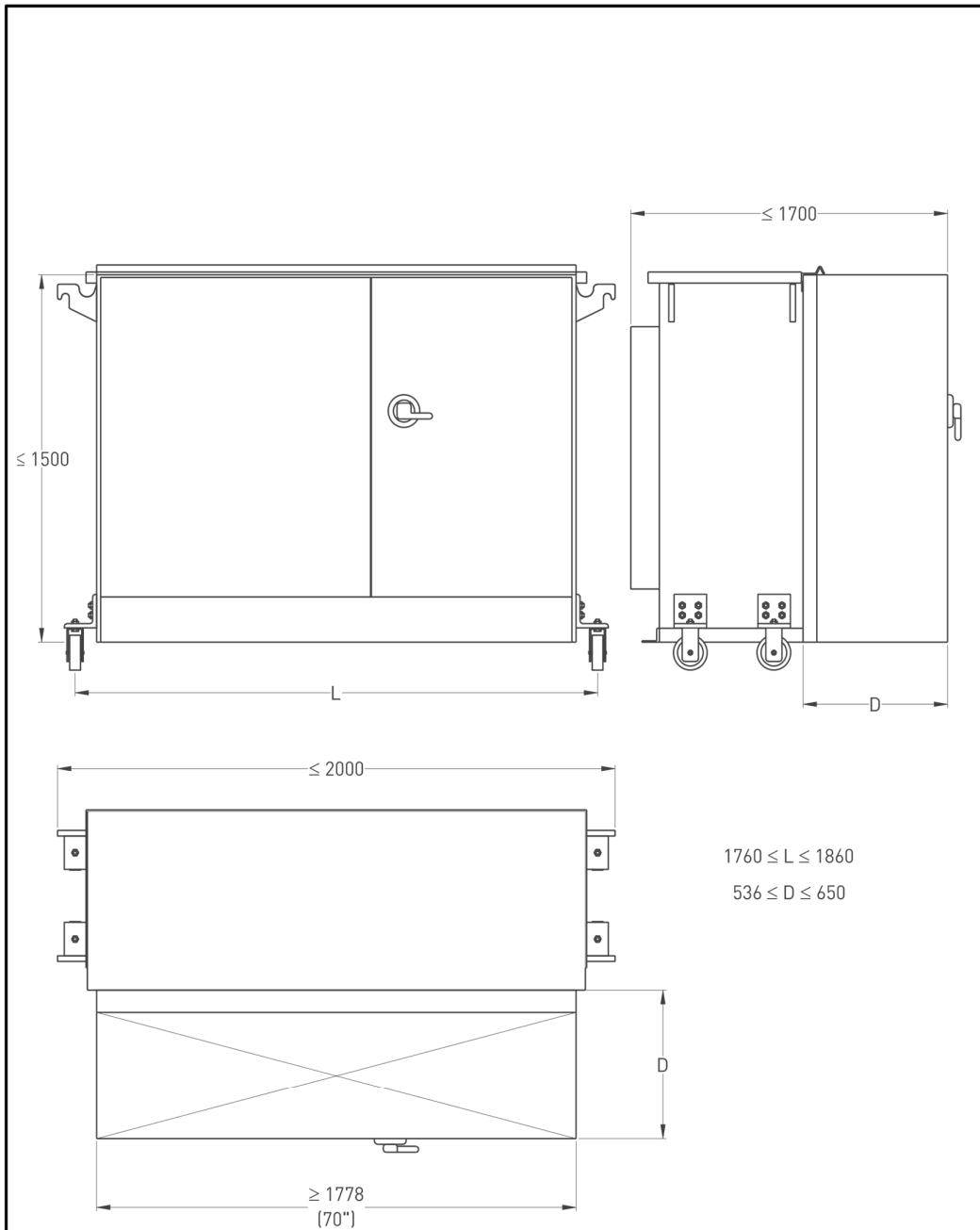
SALIDA B.T. ROSCADA 1-1/4"  
CON PALA OPCIONAL  
500 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)

Todas las cotas en mm (pulgadas).

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>					
TÍTULO PLANO: <b>TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO 150-300-500-750 kVA PALAS BT</b>						<b>Naturgy</b>
						CÓDIGO <b>531116-24; 552288-90</b>
						HOJA    5    DE    5
						Nº PM5100605

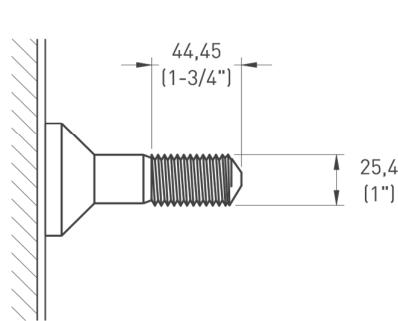


2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E		TITULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>				
TITULO PLANO: TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO E/S 150-300-500-750 kVA DISPOSICIÓN FRONTAL		<b>Naturgy</b>				
		CÓDIGO <b>553686-97</b>				
		HOJA 1 DE 5 Nº PM5100904				

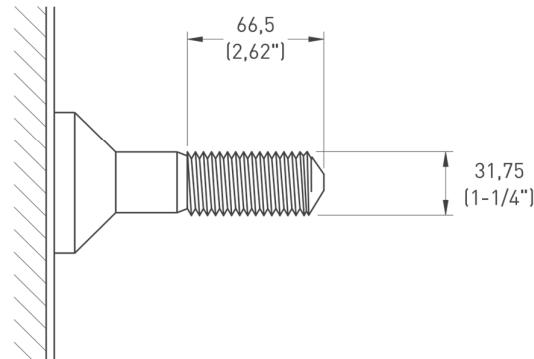


Todas las cotas en mm (pulgadas).

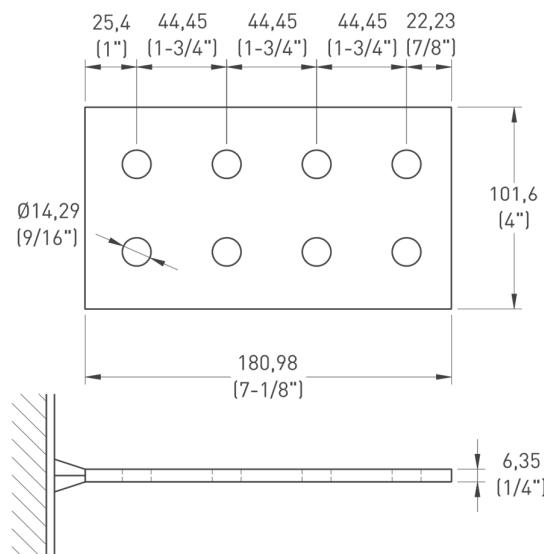
2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>					
TÍTULO PLANO: <b>TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO E/S 150-300-500-750 kVA DIMENSIONES EXTERIORES</b>						<b>Naturgy</b>
CÓDIGO <b>553686-97</b>						HOJA    2    DE    5
Nº PM5100904						



SALIDA B.T. ROSCADA 1"  
150 Y 300 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)



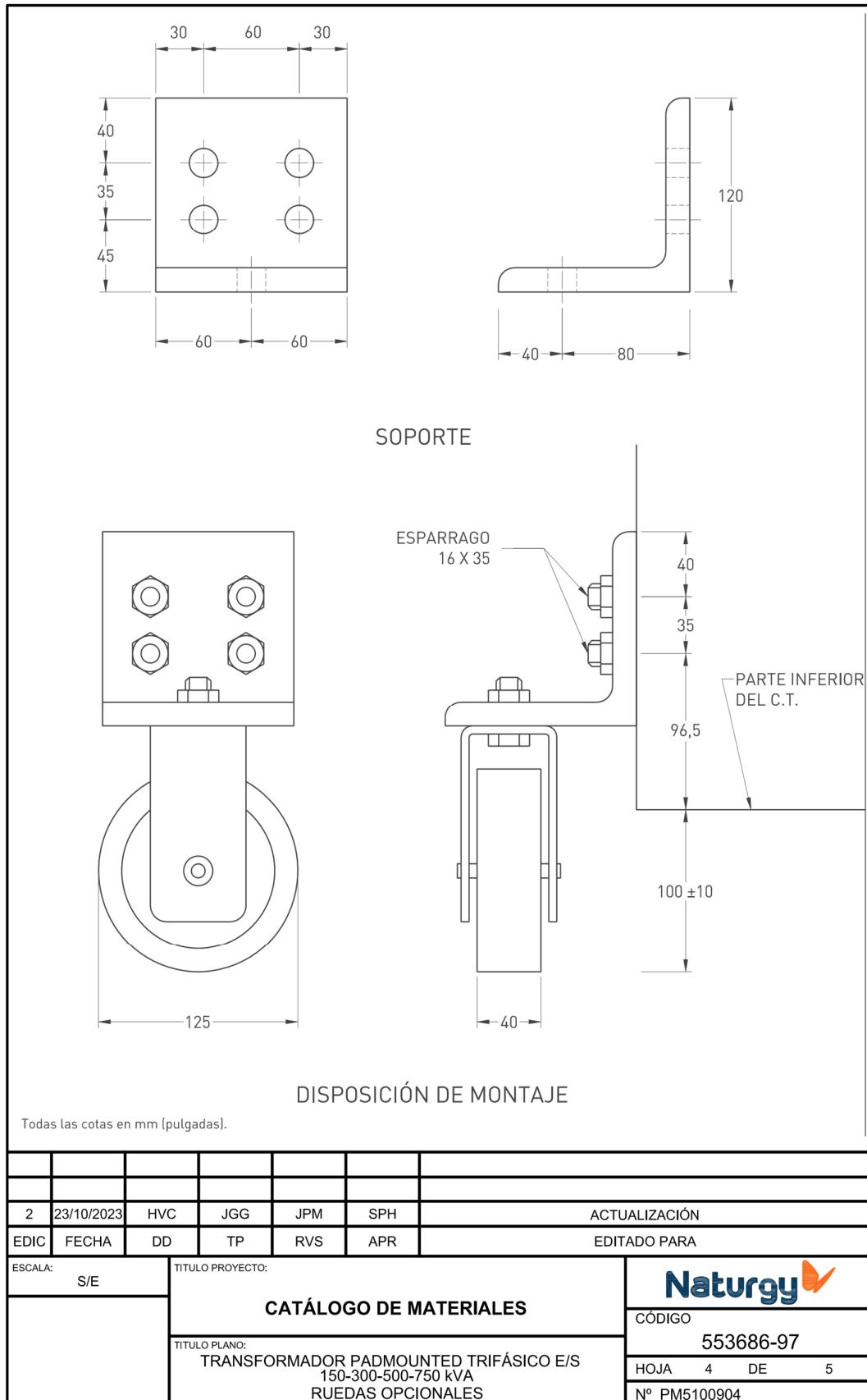
SALIDA B.T. ROSCADA 1-1/4"  
500 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)

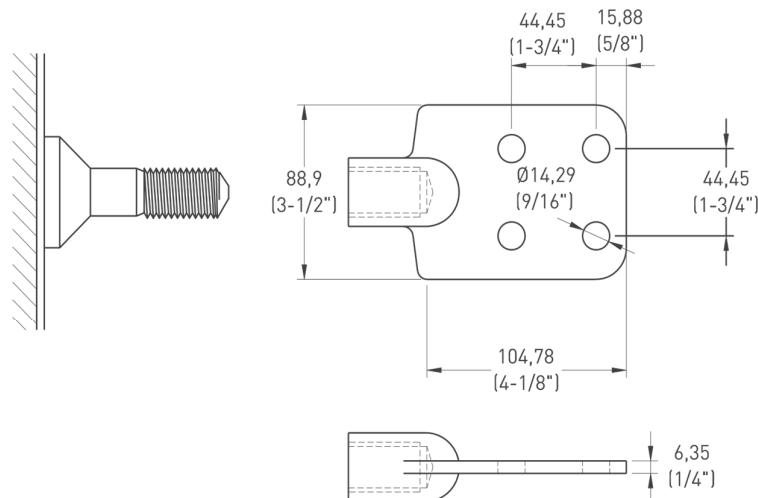


SALIDA B.T. TIPO PALA  
750 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)

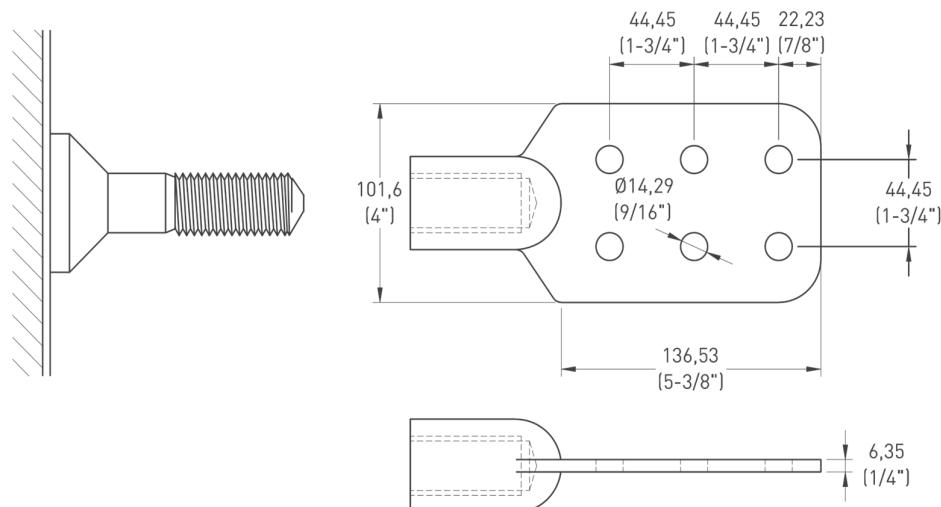
Todas las cotas en mm (pulgadas).

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>					
TÍTULO PLANO: TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO E/S 150-300-500-750 kVA BORNAS BT						<b>Naturgy</b>
						CÓDIGO 553686-97
						HOJA 3 DE 5
						Nº PM5100904





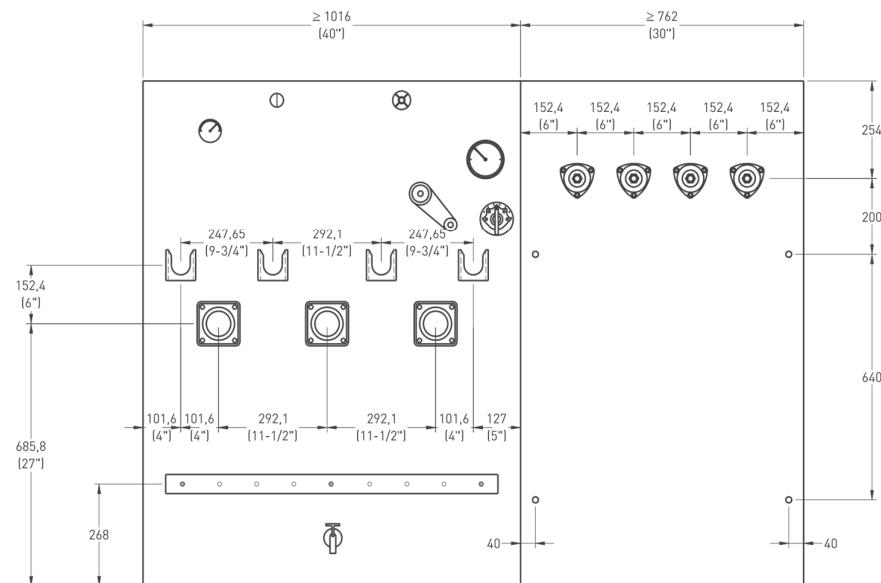
SALIDA B.T. ROSCADA 1"  
CON PALA OPCIONAL  
150 Y 300 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)



SALIDA B.T. ROSCADA 1-1/4"  
CON PALA OPCIONAL  
500 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)

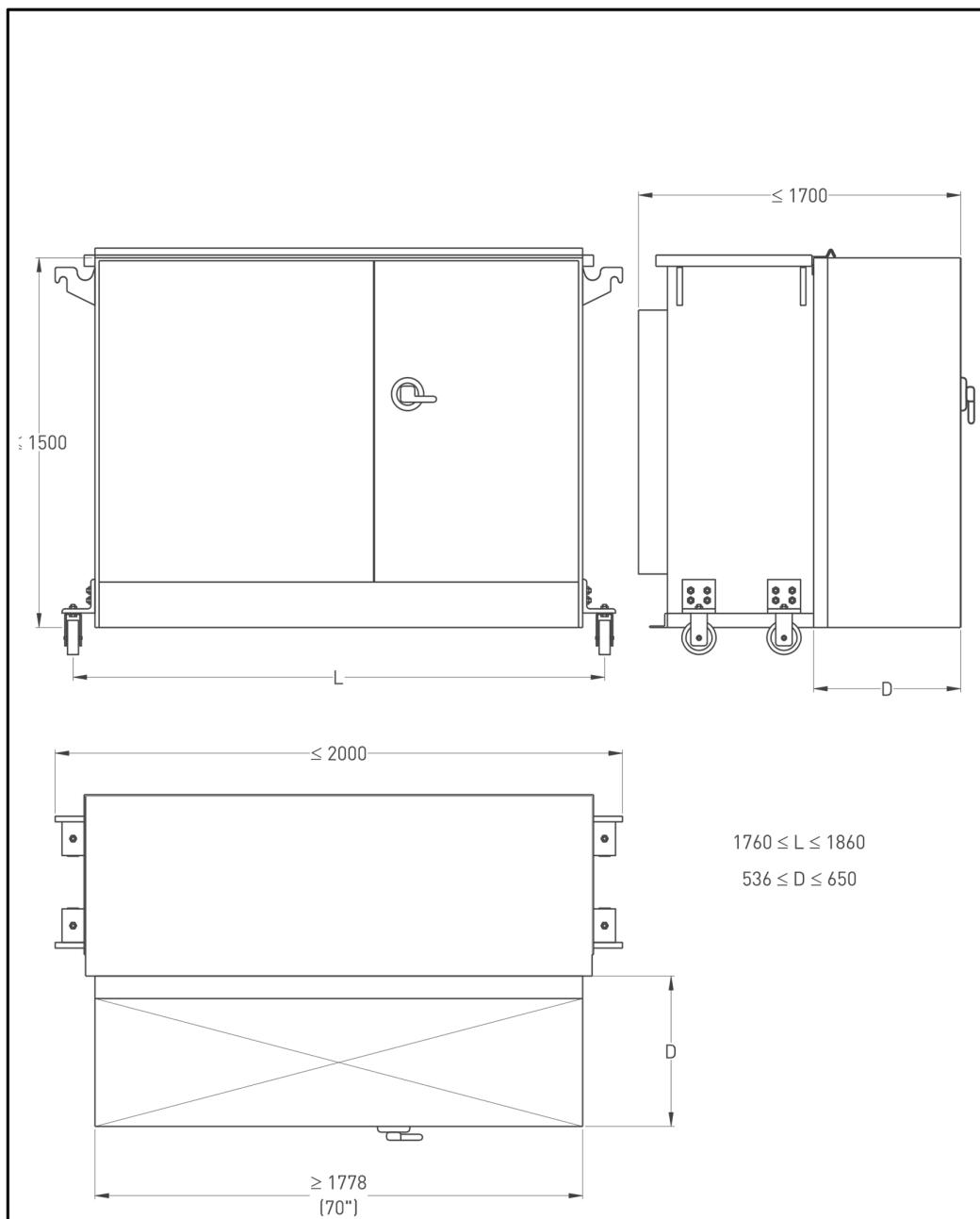
Todas las cotas en mm (pulgadas).

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E		TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>				
		TÍTULO PLANO: TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO E/S 150-300-500-750 kVA RUEDAS OPCIONALES				
						<b>Naturgy</b>
						CÓDIGO 553686-97
						HOJA 5 DE 5
						Nº PM5100904



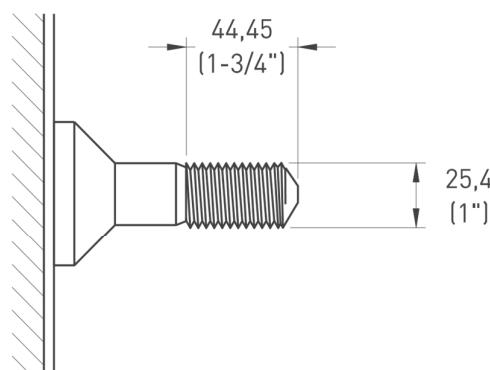
Todas las cotas en mm (pulgadas).

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TITULO PROYECTO:  <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>					 <b>CÓDIGO</b> <b>709946-50; 709957</b>
	TITULO PLANO:  TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO 500-750-1000 kVA (480/277 V)  DISPOSICIÓN FRONTAL					<b>HOJA</b> <b>1</b> <b>DE</b> <b>5</b> <b>Nº</b> <b>PM5102102</b>

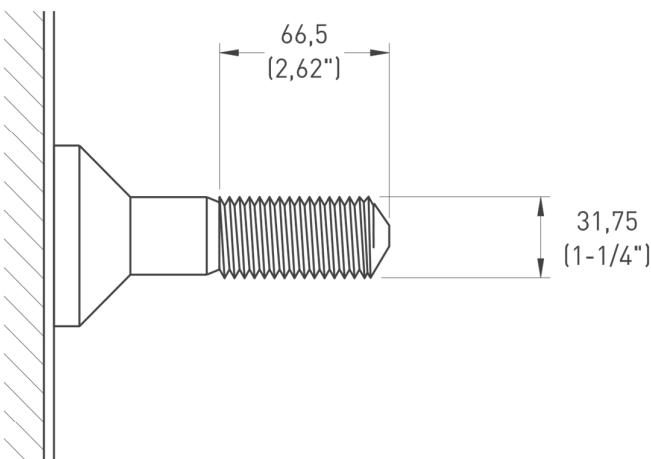


Todas las cotas en mm (pulgadas).

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>					
TÍTULO PLANO: <b>TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO 500-750-1000 kVA (480/277 V) DIMENSIONES EXTERIORES</b>						<b>Naturgy</b>
CÓDIGO <b>709946-50; 709957</b>						HOJA 2 DE 5
Nº PM5102102						

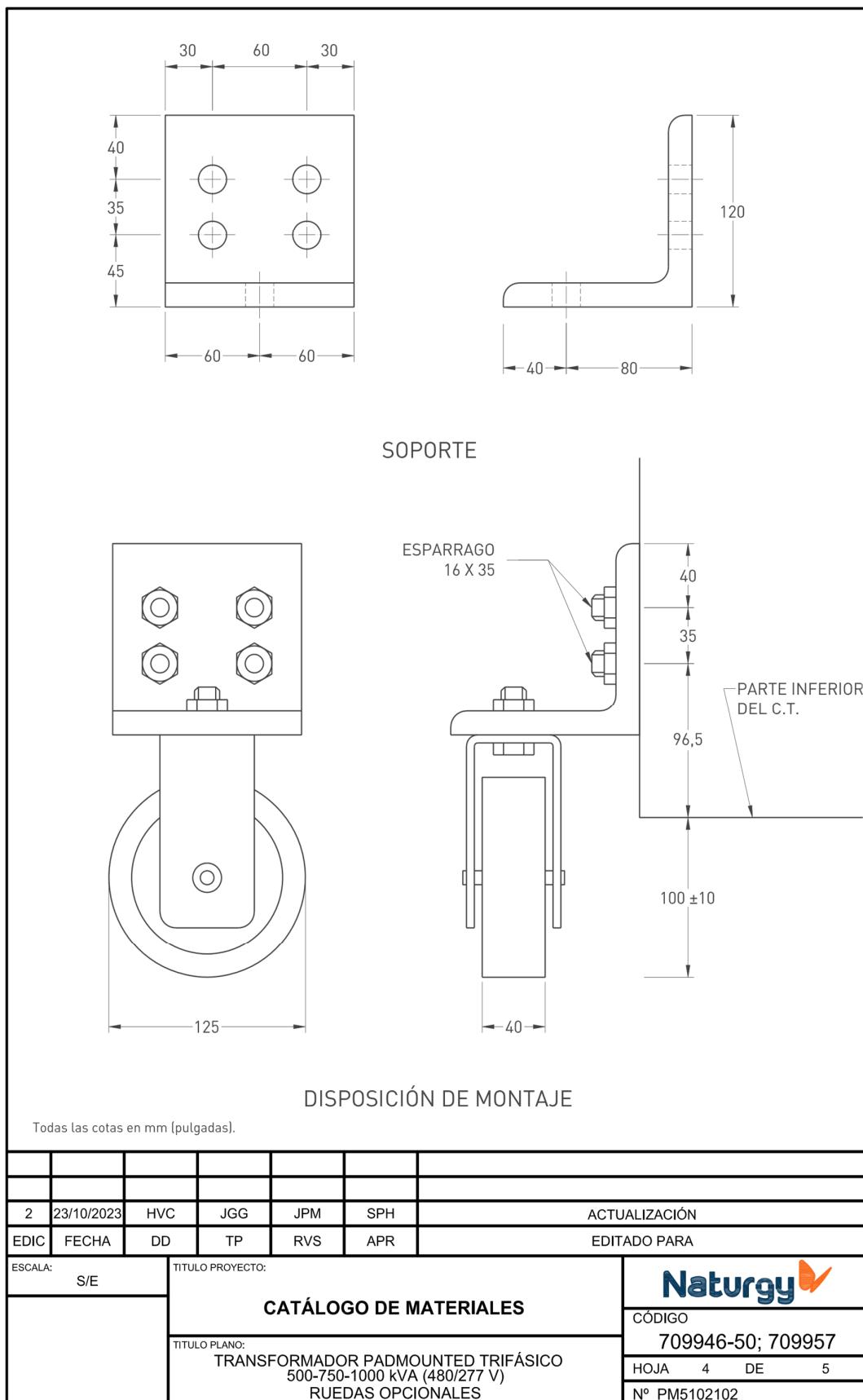


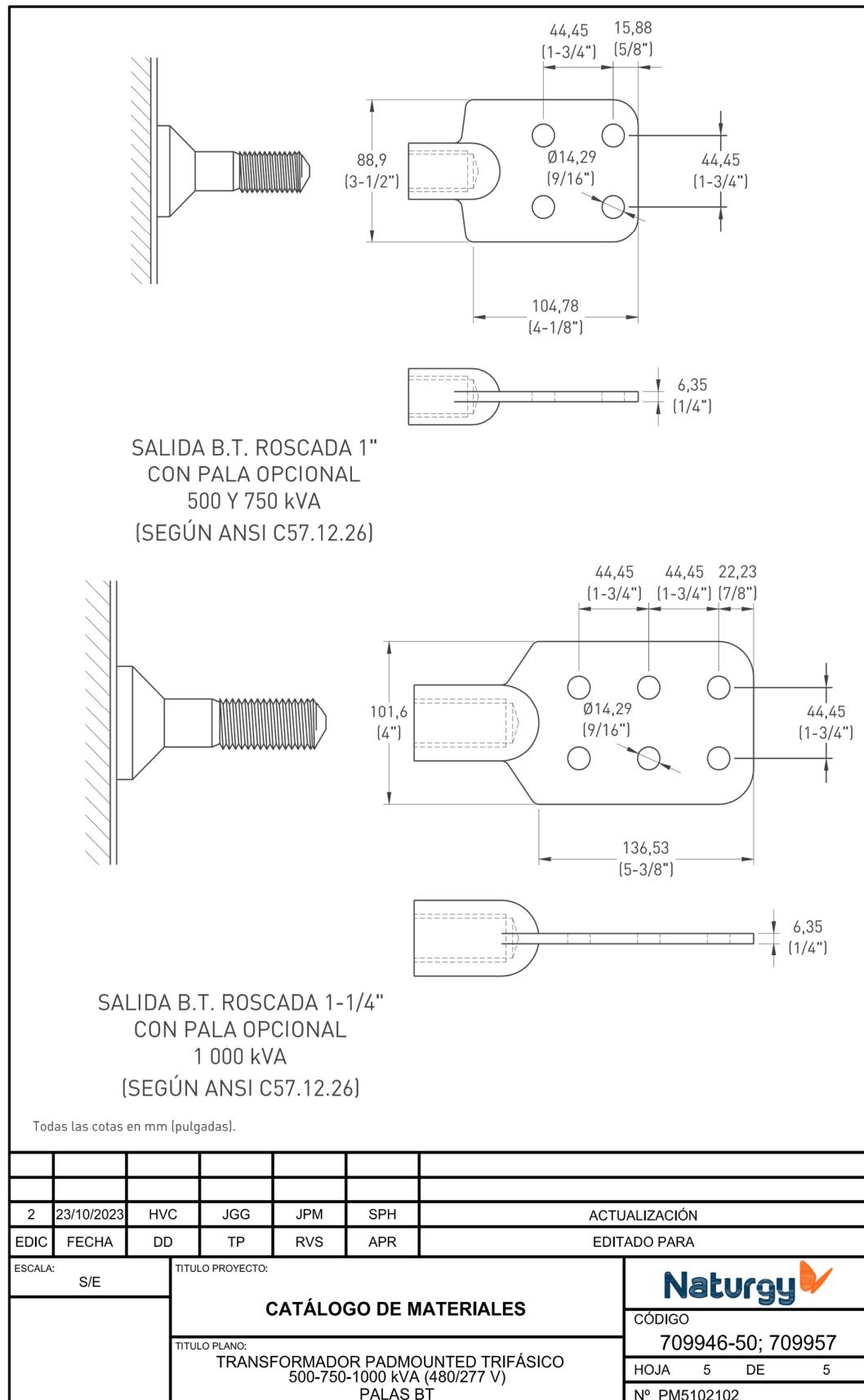
SALIDA B.T. ROSCADA 1"  
500 Y 750 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)



SALIDA B.T. ROSCADA 1-1/4"  
1 000 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)

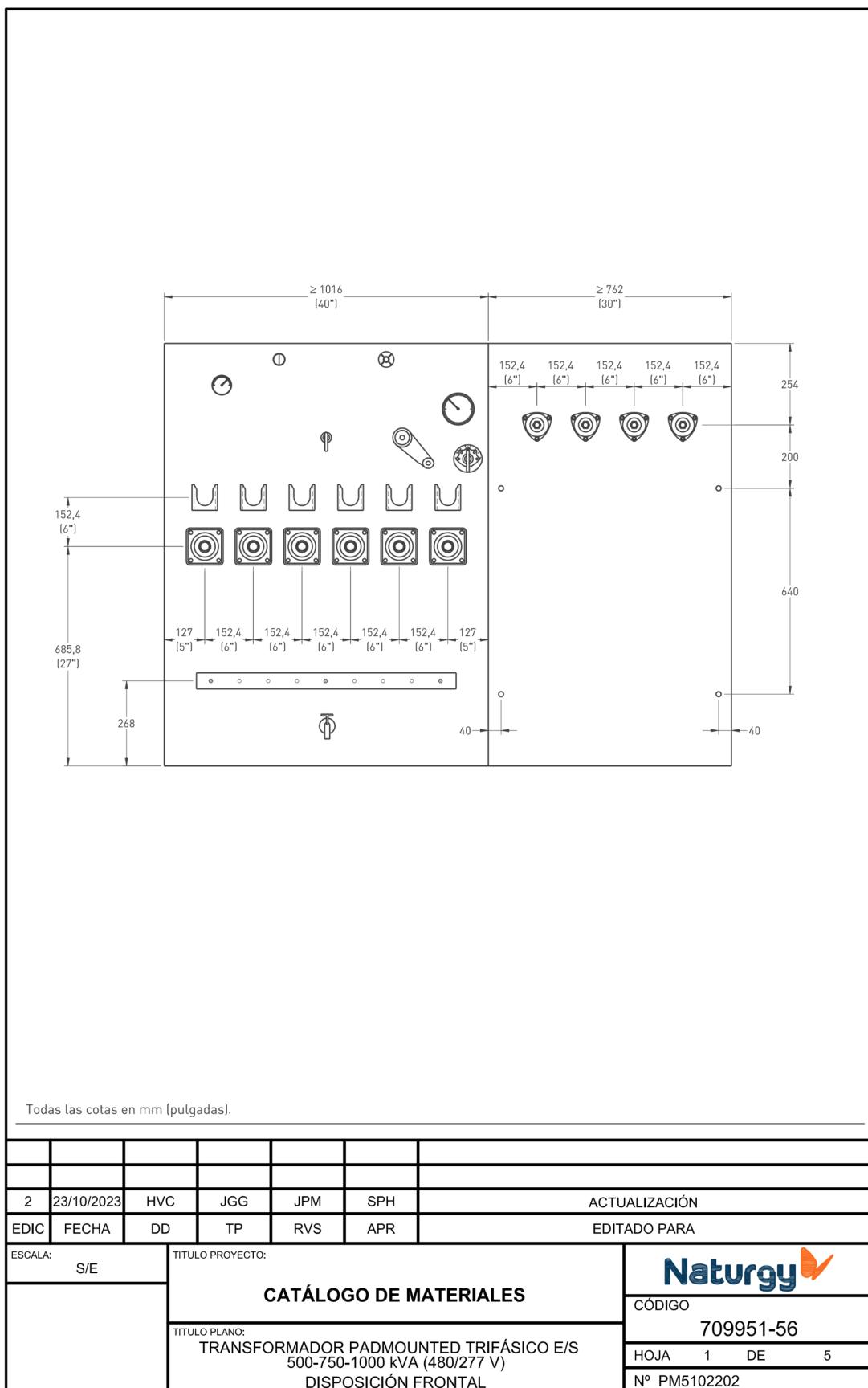
2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO:					
	CATÁLOGO DE MATERIALES					
TÍTULO PLANO:		TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO 500-750-1000 kVA (480/277 V) BORNAS BT				Naturgy
						CÓDIGO 709946-50; 709957
						HOJA 3 DE 5
						Nº PM5102102

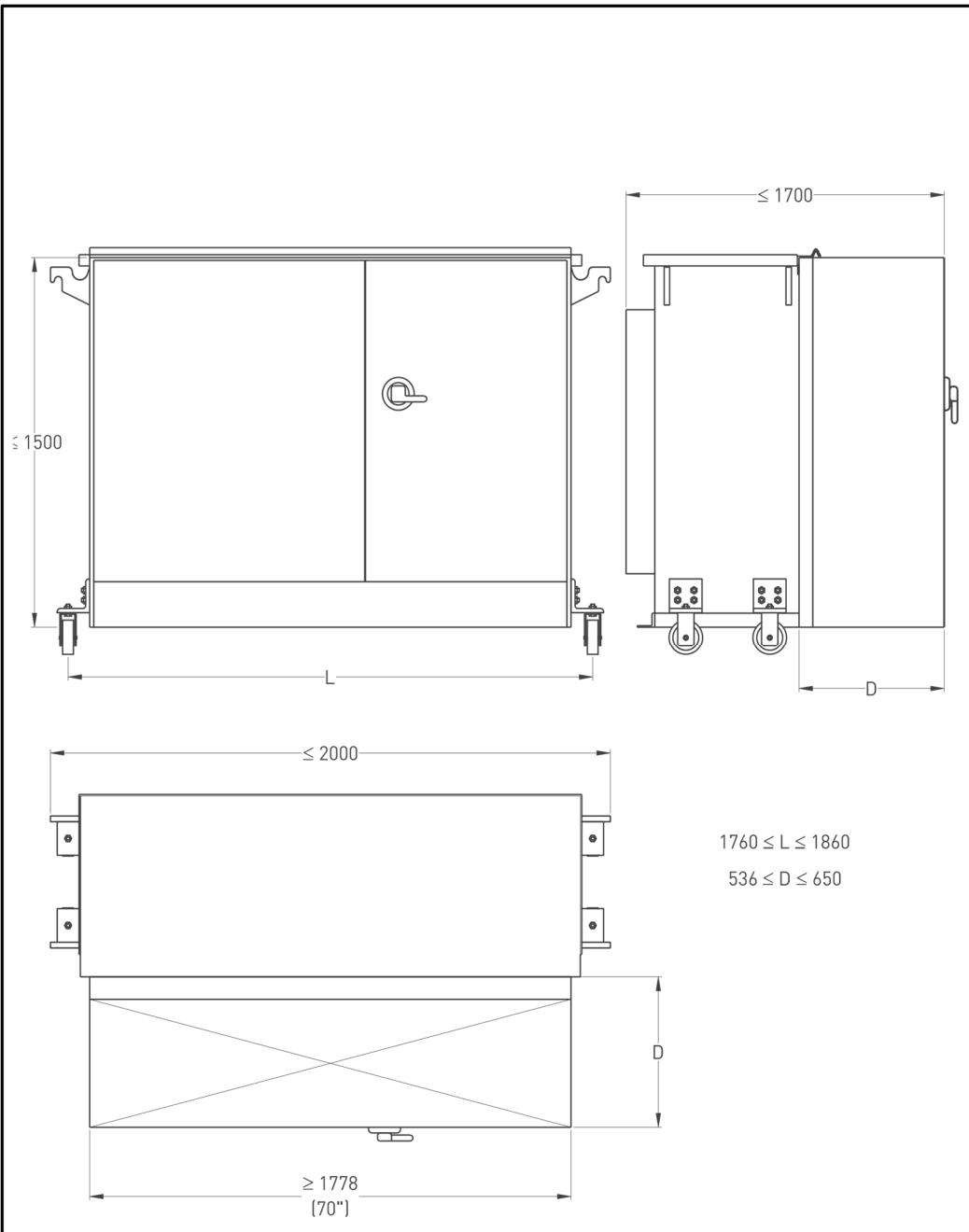






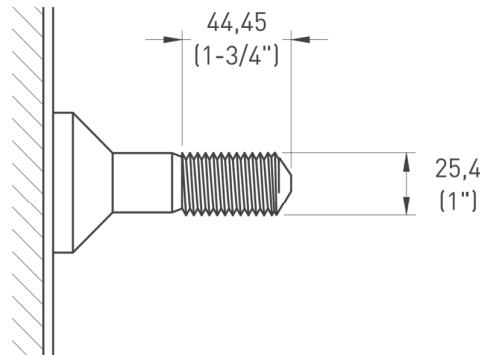
## Transformadores Tipo Pad-Mounted hasta 2500 kVA



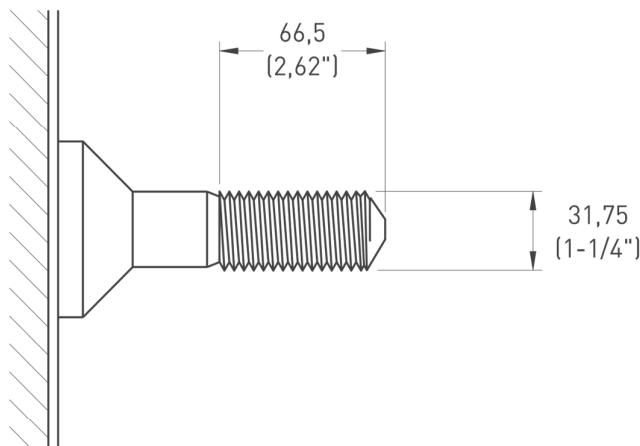


Todas las cotas en mm (pulgadas).

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN	
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO: <b>CATÁLOGO DE MATERIALES</b>						
		TÍTULO PLANO: <b>TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO E/S 500-750-1000 kVA (480/277 V) DIMENSIONES EXTERIORES</b>					
		CÓDIGO <b>709951-56</b>					
		HOJA 2 DE 5					
		Nº PM5102202					



SALIDA B.T. ROSCADA 1"  
500 Y 750 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)



SALIDA B.T. ROSCADA 1-1/4"  
1 000 kVA  
(SEGÚN ANSI C57.12.26)

2	23/10/2023	HVC	JGG	JPM	SPH	ACTUALIZACIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E	TÍTULO PROYECTO:					
	CATÁLOGO DE MATERIALES					
	TÍTULO PLANO: TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO E/S 500-750-1000 kVA (480/277 V) BORNAS BT					
<b>Naturgy</b>						CÓDIGO
709951-56						HOJA 3 DE 5
Nº PM5102202						

