

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 1 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

## Transformadores de Distribución

# NTT-02 TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED



ESSA – Área de Proyectos – Equipo CET

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 2 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Naturaleza del cambio</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
2021-05-21	Elaboración	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
Grupo Homologación y Normalización CET: Álvaro Ayala Rodríguez, Fredy Antonio Pico Sánchez, Adriana Marcela Ortiz Roa, Gema Liliana Carvajal Jiménez				

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 3 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

## CONTENIDO

1.OBJETIVO.....	6
2.ALCANCE .....	6
3.DEFINICIONES.....	6
4.DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	7
5.CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN .....	7
5.1ASPECTOS GENERALES .....	8
6.CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	11
6.1INSTALACIÓN A LA INTEMPERIE O EN EXTERIORES .....	11
6.2 INSTALACIÓN EN INTERIORES.....	14
7.FUSIBLES TIPO BAYONETA .....	15
8. TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL EN EXTERIORES O TIPO PATIO .....	22

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 4 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas aplicables .....	7
Tabla 2. Valores de referencia para la selección de fusibles en transformadores pedestal trifásicos con conexión primaria en delta y tensión primaria 13200 Voltios. Tomado de la IEEE Std. C37.48.1 .....	16
Tabla 3. Distancias de seguridad para la figura 6. ....	24

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 5 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista en planta cerramiento en transformadores con foso y trampa para la recolección de aceite .....	17
Figura 2. Especificación del foso y trampa de aceite .....	19
Figura 3. Vista lateral instalación del transformador tipo pedestal. ....	21
Figura 4. Distancias mínimas del transformador a ventanas o paredes de edificaciones. ....	21
Figura 5. Diagrama unifilar transformador trifásico tipo radial, con seccionador secuencial con posición de puesta a tierra. ....	22
Figura 6. Distancias de seguridad contra contactos directos .....	24

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 6 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

## 1. OBJETIVO

Establecer las características técnicas que deben ser cumplidas para la instalación de transformadores de distribución en subestaciones tipo pedestal o pad-mounted, en el sistema de distribución de energía de ESSA.

## 2. ALCANCE

Esta norma tiene como propósito fundamental establecer las características físicas y eléctricas que debe cumplir la instalación de un transformador trifásico tipo pedestal, sumergido en líquido refrigerante que será instalado a partir de redes de distribución subterráneas o aéreas que operarán en sistemas con tensiones nominales menores a o iguales a 34.5 kV, y que estarán ubicados en exteriores o en interiores. De igual manera se establecen algunos detalles que debe cumplir la obra civil de la instalación.

Esta norma aplica a todas las instalaciones eléctricas nuevas, ampliaciones y remodelaciones que se realicen en el montaje de transformadores de distribución tipo pedestal o pad-mounted.

## 3. DEFINICIONES

**Baja tensión (B.T):** Nivel de tensión menor o igual a 1000 V.

**Conductor de puesta a tierra de equipo:** La(s) trayectoria(s) conductora(s) que proveen una trayectoria de corriente de falla a tierra y conecte(n) entre sí piezas de metal de equipos que normalmente no sean portadoras de corriente y al conductor puesto a tierra del sistema o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos.

**Electrodo de puesta a tierra:** Conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

**Fase:** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

**Frente muerto:** Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas.

**Neutro:** Conductor activo equipotencializado con respecto a varias fases normalmente puesto a tierra, bien sólidamente o a través de una impedancia limitadora.

**Partes Vivas:** Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de descarga eléctrica.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 7 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

**Puesto a tierra sólidamente:** Conectado a tierra sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

**Red de distribución:** Conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**Sistema de puesta a tierra (SPT):** Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interruptores ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

**Subestación:** Conjunto de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinadas a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

**Transformador tipo pedestal o PAD Mounted:** transformador de frente muerto para la instalación exterior o interior, utilizado como parte de un sistema de distribución, con compartimientos sellados para alta y baja tensión, instalado sobre una base o pedestal de concreto, cuyos cables de alimentación entran por la parte inferior.

#### 4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos considerados para la elaboración de esta norma son los que se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Normas aplicables**

Código del documento	Descripción
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
NTC 2050 1998	Código Eléctrico Colombiano – Primera Actualización
-	Normas Técnicas de Energía EPM

#### 5. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN

El transformador tipo pedestal (Pad Mounted) será instalado en el exterior o interior de la edificación, y en espacios públicos abiertos como parques, plazoletas, y similares, sobre una base o pedestal, donde los cables de media y baja tensión entran y salen respectivamente por la parte inferior y se distribuyen según el caso en el interior del equipo en compartimientos de alta y baja tensión, sellados y separados uno del otro. En todo caso, los transformadores a los que se refiere esta norma deben cumplir lo indicado en las normas NTC 3997 y NTC 5074, y deben ser del tipo frente muerto para operación en sistemas de alimentación radial o anillo.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 8 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

Sin embargo, al final de esta norma se describen también las consideraciones que se deben tener en cuenta para las subestaciones instaladas en pedestal en espacios exteriores TIPO PATIO, cuyas partes energizadas están expuestas (Partes vivas) y están protegidas por un cerramiento en malla o pared.

Esta norma recopila y adopta algunas exigencias establecidas en el NESC, NEC, la Norma NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Específicamente se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos:

- El NESC (*National Electrical Safety Code*) en la sección 15, numeral 152, señala algunas características que debe tener la localización y disposición de transformadores y reguladores.
- El NEC (*National Electrical Code*) o para el caso la norma NTC 2050, establece en la sección 450 los requisitos para la instalación de todos los tipos de transformadores y de manera concreta, en el artículo 450-27 contempla las exigencias para los transformadores sumergidos en líquido refrigerante que sean instalados en el exterior a la intemperie y de otro lado, en el literal C de la sección 450 de la norma NTC 2050 o del NEC se mencionan las exigencias para la instalación en interiores de transformadores con aislamiento de aceite.
- El RETIE (2013) en sus numerales 23.1 y 24.4 establece las disposiciones desde el punto de vista técnico y de seguridad para las Subestaciones tipo Pedestal o tipo Jardín, que son de obligatorio cumplimiento.
- Las Normas NTC 3997 y NTC 5074 establecen las características técnicas y de fabricación que deben cumplirse para “Transformadores de distribución monofásicos tipo pedestal, autorefrigerados” y “Transformadores de distribución trifásicos tipo pedestal, autorefrigerados”.

### 5.1 Aspectos generales

Las siguientes consideraciones aplican en general a los transformadores tipo Pad Mounted, de frente muerto independientemente si se instalan al exterior o interior.

- a) El transformador debe ser instalado con los compartimientos de alta y baja tensión separados y equipados con puertas frontales.
- b) El compartimiento de alta tensión no debe ser accesible mientras la puerta del compartimiento de baja esté abierta.
- c) El compartimiento de baja tensión debe estar provisto de un sistema para que el usuario instale un candado de seguridad.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 9 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

- d) En la placa de características del transformador, el fabricante deberá dejar registro del valor de los fusibles bayoneta y limitador instalados.
- e) Por seguridad, todas las partes energizadas deben quedar en compartimientos bloqueables.
- f) El transformador tipo PAD-Mounted no debe estar localizado en áreas clasificadas como peligrosas, según el capítulo 5 de la norma NTC 2050 en sus artículos 500 a 517.
- g) En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios. En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.
- h) El recubrimiento externo de los pozuelos, codos, DPS tipo codo y en general todos los accesorios que lo requieran, deben ser puestos a tierra, de tal forma que estos elementos puedan considerarse de frente muerto.
- i) Todo transformador tipo pedestal deberá contar con una malla de puesta a tierra acorde a lo establecido en el artículo 15 del RETIE y su diseño deberá ser elaborado por un profesional competente en la materia.
- j) Se deberá conectar sólida y directamente a una “cola” de la malla de puesta a tierra el buje neutro, la cuba y la barra de puesta a tierra del transformador, conservando el calibre mínimo especificado para éstas y empleando soldadura exotérmica o conector certificado.
- k) La instalación del transformador debe realizarse en un sitio de fácil acceso donde se garantice el ingreso y retiro mediante vehículo grúa o montacargas, con capacidad de izar y transportar el transformador.
- l) El equipo de Transformación PAD-Mounted consiste en dos gabinetes independientes tipo intemperie, uno para el transformador internamente protegido contra cortocircuito y sobrecarga, y el otro gabinete para el seccionador de maniobras con terminales de media tensión de frente muerto. Los gabinetes deben estar provistos de puertas con cerraduras, de tal forma que los mandos, accesorios y conexiones eléctricas queden inaccesibles al público.
- m) La subestación PAD-Mounted puede ser compacta en un solo gabinete, cuando el seccionador de maniobra está dentro del mismo compartimiento del transformador, o tener dos gabinetes cuando el seccionador de maniobra está en un compartimiento independiente.
- n) El transformador debe quedar instalado en un lugar con área libre suficiente que permita la apertura de las puertas del gabinete del transformador, las cuales deben alcanzar un ángulo mayor de 135°.
- o) El (los) gabinete (s) de la subestación PAD-Mounted debe ser fabricado en lámina Cold-Rolled calibre N° 14 USG (1.9872 mm) como mínimo. En el caso que los radiadores del

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 10 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

transformador queden a la vista, estos deben tener refuerzos metálicos que los protejan del vandalismo.

- p) El transformador no se podrá instalar en lugares obligados de tránsito de las personas o en rutas peatonales obligadas. En caso de que el transformador quede cercano a zonas de tráfico vehicular, se deben instalar barreras de contención.
- q) Los transformadores tipo PAD-Mounted deben cumplir las normas NTC 3997 y NTC 5074 para operación en sistemas de alimentación radial o anillo; deben permitir la instalación de DPS tipo codo al lado de los bujes primarios, tal y como lo indican los literales a y c del artículo 20.14.2 del RETIE.
- r) En redes primarias subterráneas, las derivaciones para la alimentación de los transformadores pedestales deberán realizarse a través de barrajes de buje múltiple (“Regletas”) operables bajo carga.
- s) Los bujes que no sean utilizados en las “Regletas” operables bajo carga, deberán ser cubiertos con un tapón protector operable bajo carga.
- t) En todos los barrajes de buje múltiple (“Regletas”) operables bajo carga, deberán instalarse buje de parqueo con tapón protector operable bajo carga.
- u) Los transformadores pedestal deberán estar protegidos por un fusible limitador de energía y por un fusible del tipo Bay-O-Net, cuya selección puede basarse en los valores establecidos en la tabla 1. Se aceptará otro tipo de selección de fusibles, siempre y cuando los fabricantes del transformador avalen dicha selección, y que la misma haya sido basada en una norma internacional.
- v) Para cumplir con lo dispuesto en el literal d del artículo 230-204 y el literal b del artículo 230-205 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050), en los casos cuando no se instale un seccionador convencional en celda para la acometida principal, los transformadores de pedestal trifásicos deberán contar con un medio tripolar de desconexión de la acometida y dicho dispositivo además deberá permitir conectar fácilmente a tierra los conductores del lado de la carga cuando se desconecten de la fuente de alimentación.
- w) Los transformadores pedestales trifásicos con potencias superiores a 150 kVA que no posean un seccionador convencional en celda para la acometida principal en media tensión, deberán poseer un interruptor general en baja tensión con bobina de disparo y relé de protección por ausencia de tensión que opere de manera simultánea (disparo tripolar), cuando en la instalación eléctrica se presente ausencia de tensión en cualquiera de las fases.
- x) Los bujes secundarios de los transformadores pedestales deberán ser protegidos con una cubierta plástica, chaqueta termo contráctil o cinta autofundente para evitar cualquier posible riesgo de electrocución.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 11 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

## 6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dependiendo de la ubicación física en exteriores o interiores se deben tener en cuenta los siguientes criterios técnicos:

### 6.1 Instalación a la intemperie o en exteriores

Además de las condiciones definidas en los aspectos generales de esta norma, el transformador Pad Mounted de frente muerto tipo exterior deberá cumplir lo siguiente:

- a) La instalación del transformador debe realizarse en un sitio de fácil acceso donde se garantice el acceso y retiro mediante vehículo grúa o montacargas, con capacidad de izar y transportar el transformador.
- b) La instalación del transformador debe garantizar unas distancias mínimas a edificaciones, muros, vías y árboles. En caso de instalarse cerca de muros, estos deben ser resistentes al fuego. En la figura 4, se especifican algunas distancias de separación entre el transformador tipo Pad-Mounted y otro tipo de elemento que lo rodee como ventanas, puertas o muros de edificaciones.
- c) Según lo establecido en el artículo 24.4 del RETIE, en las subestaciones tipo Pedestal, siempre que se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere los 45° C sobre la temperatura ambiente en condiciones normales de operación, deberá instalarse un cerramiento o barrera buscando garantizar la seguridad y evitar los riesgos asociados a dicha temperatura. Están exentos de dicha disposición, los transformadores que poseen una protección que garantice su desenergización, en el evento de que se presenten temperaturas con valores iguales o superiores a la condición antes descrita.

Respecto a las características técnicas del cerramiento, debe tenerse en cuenta que este debe construirse de acuerdo a las siguientes condiciones:

- ✓ En los casos donde el encerramiento no permita el contacto con la superficie del transformador, es decir, en aquellos cerramientos contruidos en materiales como la malla eslabonada u otro totalmente cerrado (sin orificios superiores a 10cms), deberá guardarse una distancia lateral y posterior entre el transformador y el cerramiento de 600mm, y si por el contrario, el encerramiento es de un tipo que no cumpla con lo antes descrito, esa distancia perimetral deberá ser mínimo de 1000mm. Adicionalmente, una distancia 1500mm libres como mínimo es requerida entre la parte frontal del transformador y el cerramiento, de tal manera que facilite las actividades de operación y mantenimiento que el equipo requiere, cumpliendo con lo establecido en el artículo 110-34 de la NTC 2050.
- ✓ Dado que el transformador pedestal no tiene parte activas expuestas, el cerramiento deberá poseer una altura mínima de 1500mm.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 12 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

- ✓ Si el encerramiento es metálico, se deberá conectar sólidamente al sistema de puesta del transformador.
  - ✓ El cerramiento deberá construirse solo en malla eslabonada, madera inmunizada o mampostería, y en todo caso, el material utilizado no debe ser inflamable y de baja conducción del calor con temperaturas inferiores a 45°C. De igual forma, es necesario que el encerramiento no posea intersticios tales que un menor de edad pueda atravesarlo.
- d) Cuando el transformador requiera cerramiento, la puerta deberá abrir hacia afuera, y el ancho del acceso debe permitir el ingreso y retiro del transformador, y en la puerta de acceso deberá instalarse los avisos establecidos en el numeral 11.1 y 11.2 de la norma RA8-014 con las siguientes leyendas: “Prohibido el Acceso a Personal No Calificado y No Autorizado” y “Peligro Alta Tensión xxxxxx Voltios”, además del símbolo de riesgo eléctrico.
- e) El transformador se ubicará sobre una base o pedestal de concreto cuyas características constructivas se detallan en las figuras 1 y 2, y en cualquier caso deberá garantizar que éste quede completamente a nivel (máximo dos grados de inclinación con respecto a la horizontal). Es de anotar que las dimensiones del pedestal estarán de acuerdo con la capacidad del transformador y es un dato que debe ser suministrado por el fabricante del mismo.
- f) El transformador tipo pedestal se anclará sólidamente a la base o pedestal de concreto a través de los pernos instalados para tal fin. Los dispositivos de anclaje deben ser accesibles solamente desde el interior de los compartimentos.
- g) La malla de hierro que constituye el refuerzo estructural de la base pedestal de concreto se deberá unir a la malla de puesta a tierra del transformador. El conector debe ser de un material tal que evite la corrosión y el par galvánico en la unión entre el hierro y el cobre.
- h) Todo transformador cuya capacidad sea igual o superior a 112.5 kVA, deberá poseer un sistema de contención y recolección de los derrames de aceite (conformado por un foso y trampa de aceite), el cual deberá tener la capacidad de contener el 100% del volumen total de aceite del transformador a instalar. Para mayor claridad, en la figura 2 se anexa un posible esquema del sistema de contención y recolección de aceite, aunque es claro que el diseñador puede especificar un sistema particular teniendo en cuenta que su diseño cumpla con las siguientes condiciones:
- i. El foso asociado a la trampa de aceite debe permitir la contención de los derrames de aceite e impedir que estos se drenen a través de los ductos, cárcamos o por fuera del cerramiento del transformador.
  - ii. El foso debe ser construido alrededor del transformador y debe tener una profundidad y ancho mínimos de 200mm y 500mm respectivamente. Adicionalmente, éste debe ser completamente cubierto de grava (“triturado”) con un diámetro mínimo de 1” para ahogar la combustión que posiblemente pueda presentarse como producto de un derrame de aceite.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 13 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

- iii. El foso debe ser construido en concreto para evitar que los derrames se drenen a través de la tierra.
  - iv. Los ductos que transportan los derrames desde el foso hasta la trampa de aceite debe ser instalados en TMG tipo IMC, acero al carbón u otro material adecuado para la intemperie y resistente frente a líquidos combustibles.
  - v. El tanque de recolección de los derrames de aceite, debe tener un volumen tal, que permita alojar el 100% de la capacidad de aceite del transformador, y su profundidad no debe ser superior a 1000mm.
  - vi. El tanque de contención de los derrames de aceite debe ser impermeabilizado en su interior para evitar la filtración de aceites, además que debe poseer un drenaje en forma de codo, el cual debe ser instalado en el interior del tanque, y la altura de la parte inferior del codo al piso del tanque debe ser de máximo 100mm.
- i) Para transformadores cuya capacidad sea inferior a 112.5 kVA y que estén ubicados a una distancia superior a los 20m de la edificación, no será necesaria la construcción de una trampa de aceite para recolectar los derrames de aceite y para esos casos, será suficiente con la construcción de una zanja alrededor del transformador, cuya profundidad y ancho sean de 200mm y 500mm respectivamente y que deberá ser rellena con grava (triturado) de diámetro no inferior a 1". En este caso, se deberá disponer de un plan de contingencias donde se establezcan las condiciones bajo las cuales debe atenderse un posible derrame de aceite, para evitar su propagación y la contaminación que puede generar sobre el área que rodea el equipo.
  - j) Del borne neutro del transformador se conectará un conductor, en el mismo calibre del conductor de neutro, hacia la malla de puesta a tierra. El tanque o chasis del transformador se conectará también a la malla de puesta a tierra. A esta tierra se deben conectar sólidamente todas las partes metálicas que no transporten corriente y estén descubiertas.
  - k) El número de varillas para la puesta a tierra dependerá de la resistividad del terreno y de la resistencia de la malla a tierra. El tipo de configuración de la malla de tierra será definido por el área, la resistividad del terreno y el valor de resistencia mínimo a cumplir. Para cualquier caso, se deberá cumplir con todo lo establecido en el artículo 15 del RETIE. En particular el valor de puesta a tierra debe ser de acuerdo a lo establecido en el artículo 15.4 del RETIE
  - l) Aunque en los esquemas de esta norma aparece una forma de malla de puesta a tierra ésta deberá ser diseñada para garantizar que en cualquier punto accesible a personas que puedan transitar o permanecer cerca de la subestación, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad cuando se presenta una falla, los umbrales son los considerados en el RETIE.
  - m) Los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con el RETIE en su artículo 15° "Puestas a Tierra", en lo relacionado con material, requisitos de instalación.
  - n) Las conexiones de puesta a tierra se harán con soldadura exotérmica o con los conectores aprobados en la norma EPM RA7-018.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 14 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

- o) Aviso preventivo de riesgo eléctrico: deberá colocarse en la parte exterior del transformador, en el frente superior del gabinete o puerta del compartimiento de Media Tensión en la orilla superior, un aviso preventivo de peligro eléctrico, de acuerdo con la norma RA7-074.
- p) El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador, así como las dimensiones y características del pedestal o base de concreto la cual deberá estar de acuerdo a las normas y correctamente nivelada sobre un terreno firmemente apisonado, para evitar que se incline en el futuro.

## 6.2 Instalación en interiores

Además de las condiciones definidas en los aspectos generales de esta norma, el transformador Pad Mounted de frente muerto tipo interior deberá cumplir lo siguiente:

- a) Es importante destacar que la instalación de un transformador tipo Pad-Mounted en el interior debe cumplir con las mismas exigencias para un transformador convencional y las exigidas en la norma NTC 2050. Destacamos la necesidad de construcción de un foso para contener el derrame del aceite y evitar la propagación de un incendio.
- b) El local para las subestaciones tipo Pad-Mounted dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.
- c) La puesta a tierra, el electrodo y los conectores utilizados, deben cumplir con los mismos requisitos citados en esta norma para cuando el transformador tipo Pad-Mounted es instalado en exteriores. En todo caso, se debe construir una malla de puesta a tierra que garantice la seguridad del personal tal como lo exige el RETIE.
- d) La obra civil de apoyo debe proveer el espacio adecuado para proteger los cables durante los movimientos del transformador.
- e) Los transformadores tipo Pad-Mounted los cuales son refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.
- f) Los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.
- g) Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, esta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 15 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

- h) Aviso preventivo de riesgo eléctrico deberá colocarse en la parte exterior del transformador, en el frente superior del gabinete o puerta del compartimiento de Media Tensión en la orilla superior, un aviso preventivo de peligro eléctrico, de acuerdo con la norma RA7-074. Además, se deberá colocar un aviso que indique la existencia de una superficie caliente.
- i) Los locales donde quedará instalada la subestación, deben tener una placa en la entrada con el aviso que contenga el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.
- j) El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador, así como las dimensiones y características del pedestal o base de concreto la cual deberá estar de acuerdo a las normas y correctamente nivelada sobre un terreno firmemente apisonado, para evitar que se incline en el futuro.

## 7. FUSIBLES TIPO BAYONETA

Estos fusibles operan ante fallas externas e internas del transformador Pad Mounted de frente muerto (por ejemplo, fallas en la red secundaria, en los devanados internos, etc.). Las corrientes que causan la actuación del fusible Bay-O-Net son bajas en comparación con las que hacen actuar al fusible limitador (fallas internas).

La fusible bayoneta es el que debe ser cambiado con mayor frecuencia y dicho cambio puede hacerse fácilmente en campo, mientras que el fusible limitador debe ser cambiado en fábrica.

La tabla 1 presenta los valores de referencia para la selección y coordinación de los fusibles del tipo bayoneta dual sensing y el limitador (según la curva de protección), dependiendo de la capacidad, tipo de fuente (monofásica o trifásica), tensión primaria de alimentación y conexión del devanado primario (delta o estrella). Esta información es suministrada por los fabricantes de transformadores pedestales.

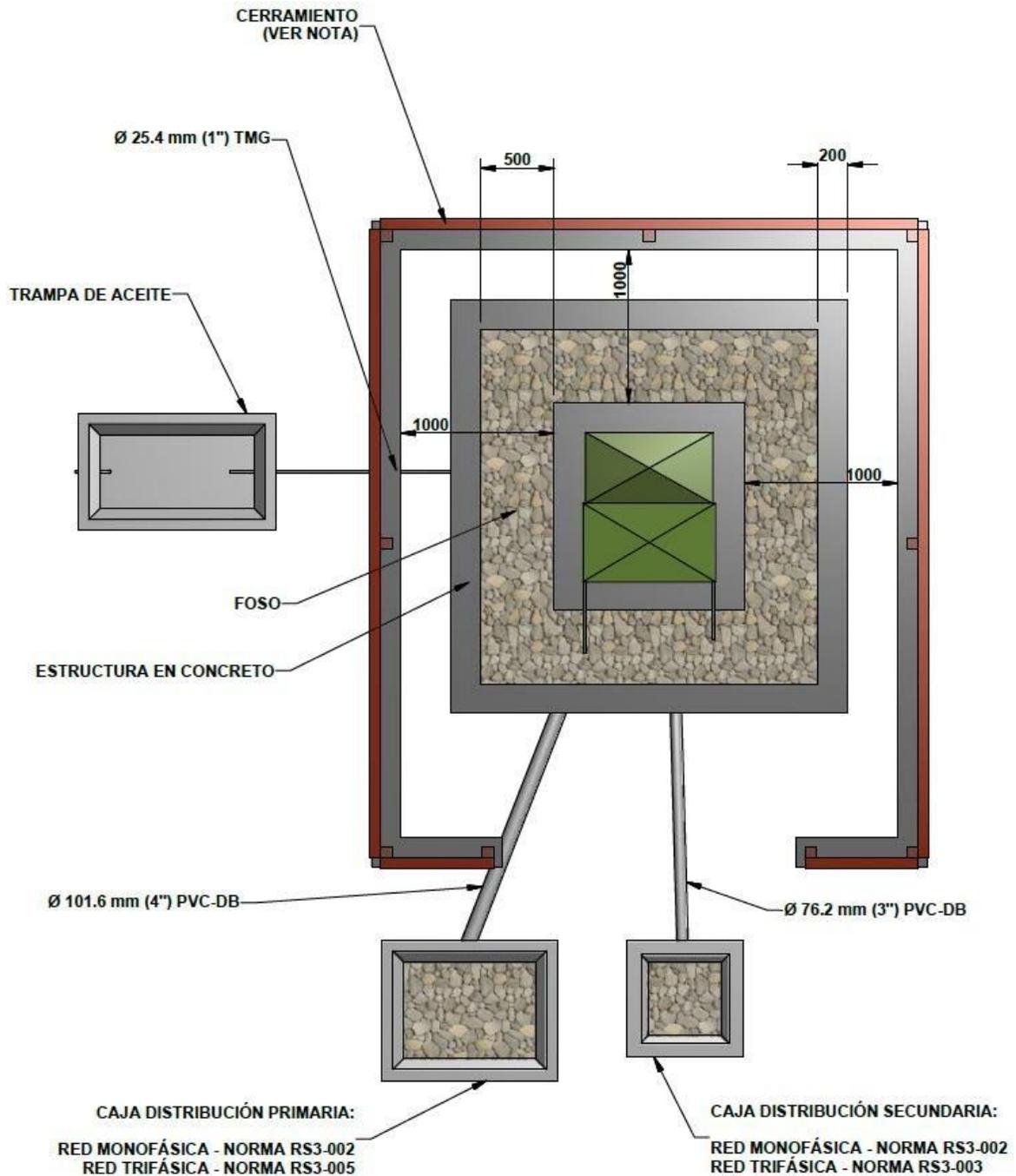
Es necesario aclarar, que los valores establecidos en la tabla 1 son de referencia y no es obligatoria su aplicación, así que se aceptará otra coordinación de fusibles, siempre y cuando los fabricantes del transformador avalen dicha coordinación, que los fusibles a emplear sean del tipo dual sensing y que ésta haya sido basada en una norma internacional.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 16 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

**Tabla 2. Valores de referencia para la selección de fusibles en transformadores pedestal trifásicos con conexión primaria en delta y tensión primaria 13200 Voltios. Tomado de la IEEE Std. C37.48.1**

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (KVA)	FUSIBLE BAY-O-NET DUALSENSING	FUSIBLE LIMITADOR (ELSP) [=] A
30	C03	30
45	C03	30
75	1 – C05 2 – C05	1 – 30 2 – 40
112.5	1 – C05 2 – C05 3 – C08 4 – C08	1 – 30 2 – 40 3 – 80 4 – 100
150	1 – C08 2 – C08	1 – 80 2 – 100
225	1 – C08 2 – C08 3 – C10 4 – C10	1 – 80 2 – 100 3 – 80 4 – 100
300	1 – C08 2 – C08 3 – C10 4 – C10	1 – 80 2 – 100 3 – 80 4 – 100
400	1 – C10 2 – C10 3 – C12 4 – C12	1 – 100 2 – 125 3 – 125 4 – 150
500	1 – C10 2 – C10 3 – C12 4 – C12	1 – 100 2 – 125 3 – 125 4 – 150
630	1 – C12 2 – C12	1 - 150 2 – 165

**Figura 1. Vista en planta cerramiento en transformadores con foso y trampa para la recolección de aceite**

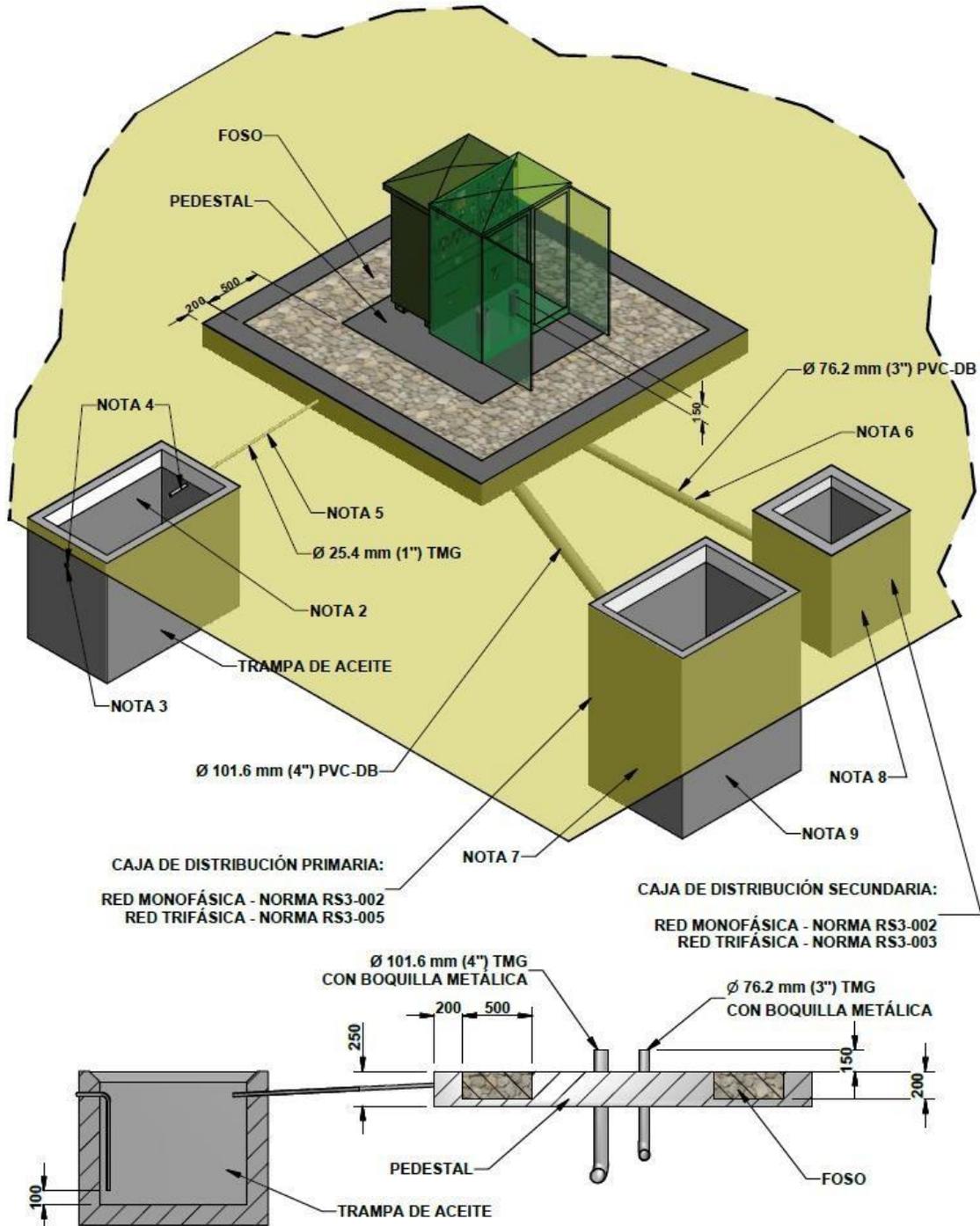


	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 18 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

Notas:

1. Dentro del cerramiento no podrán existir estructuras permanentes, tales como cercas fijas o plantaciones de arbustos.
2. Para la operación del seccionador interno del transformador, deberá dejarse una distancia mínima de 1500mm libres desde la parte frontal de la puerta del transformador pedestal hasta el cerramiento, tal y como lo establece el artículo 110-34 NTC 2050.
3. La distancia mínima perimetral lateral y posterior del transformador al cerramiento deberá ser de 1000mm.
4. Si el cerramiento es en malla eslabonada o cerrado (sin orificios), la distancia perimetral lateral y posterior podrá reducirse a 600mm.
5. La altura mínima del cerramiento deberá ser de 1500mm.
6. Las dimensiones están expresadas en milímetros (mm).

**Figura 2. Especificación del foso y trampa de aceite.**

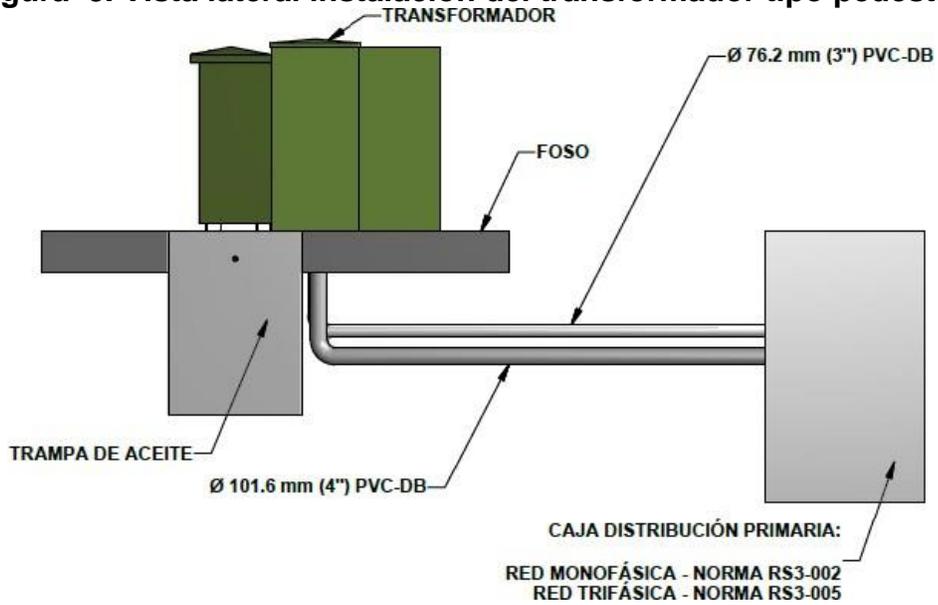


	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 20 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

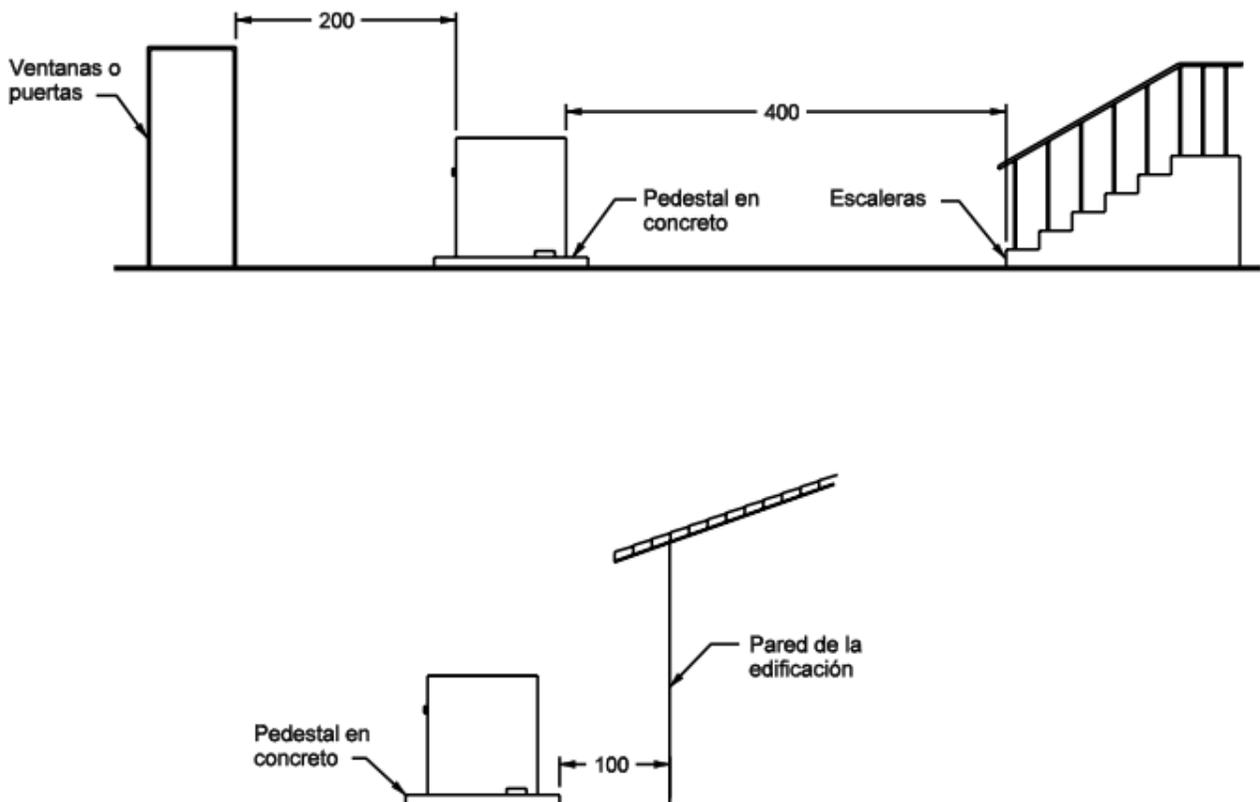
**Notas:**

1. Las dimensiones del pedestal y la trampa de aceite se deberán indicar para cada uno de los proyectos que se presentan para aprobación, puesto que el tamaño de cada uno de ellos se deben ajustar a las dimensiones del transformador y el volumen de aceite que éste contiene.
2. La caja para la trampa de aceite debe ser totalmente impermeabilizada.
3. El volumen del aceite se debe calcular hasta la altura máxima del codo de salida.
4. El tubo de entrada y salida de la trampa de aceite deben estar instalados a la misma altura. NOTA 5. Los tubos de entrada y salida para la trampa de aceite deben ser del tipo TMG, acero al carbón u otro material adecuado para uso a la intemperie y la conducción de líquidos combustibles. Adicionalmente, su diámetro debe ser de mínimo 1” y el tramo que conduce el aceite hacia la trampa, deberá tener una pendiente mínima del 5%.
6. El número de ductos y los diámetros que se seleccionen para el barraje secundario dependerá del número de conductores y de su calibre.
7. Se empleará la caja RS3-003 para facilitar los empalmes de los conductores empleados para las conexiones de la red secundaria.
8. La grava (triturado) utilizados en el foso y las cajas de distribución e inspección deberá ser de alrededor de 1”.
9. Cuando se requiera instalar un juego de dos o tres barrajes de buje múltiple (“Regletas”) operables bajo carga de 15 kV-200 A, deberá construirse una cámara según lo especificado en la norma RS2-007 de EPM.
10. Para evitar la obstrucción de la tubería de conducción del aceite entre el foso y la trampa, deberá instalarse un filtro desde el lado del foso y en el acceso de la tubería, de tal manera que evite el paso de la grava dispuesta en el foso. El filtro se logra implementar con la instalación de una malla tipo perforada o expandida, cuyas perforaciones no deben permitir el paso de la grava (“triturado”).

**Figura 3. Vista lateral instalación del transformador tipo pedestal.**



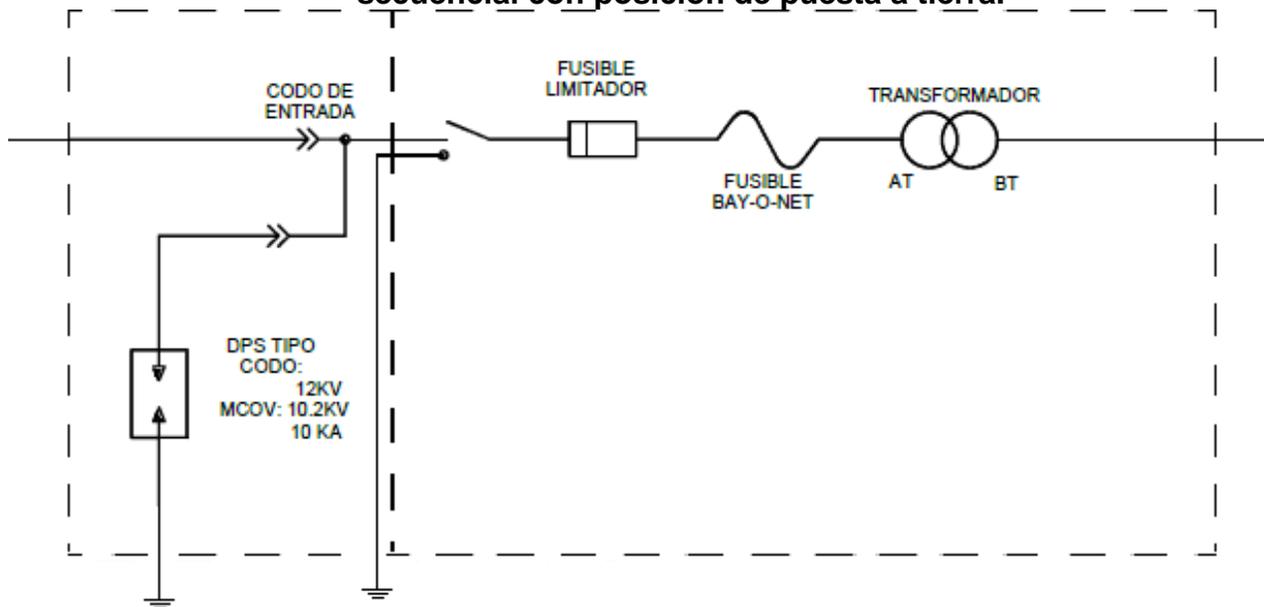
**Figura 4. Distancias mínimas del transformador a ventanas o paredes de edificaciones.**



Notas:

1. La distancia mínima que debe existir entre el transformador pedestal y las puertas o ventanas de la edificación más cerca debe ser de 2000mm.
2. La distancia libre que debe existir entre el transformador pedestal y escaleras de acceso debe ser mínimo igual a 4000mm.
3. Los transformadores pedestal no deben estar localizados directamente en frente o debajo de ventanas, puertas o escaleras.
4. Las dimensiones están expresadas en milímetros (mm).

**Figura 5. Diagrama unifilar transformador trifásico tipo radial, con seccionador secuencial con posición de puesta a tierra.**



## 8. TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL EN EXTERIORES TIPO PATIO

Se podrá efectuar la instalación de un transformador en media tensión al exterior de la edificación sobre pedestal Tipo Patio, si tienen una capacidad superior a 250 kVA, salvo que la subestación tenga los requisitos para TRANSFORMADOR TIPO INTERIOR (norma ESSA NTT-03).

El transformador tipo pedestal en exteriores Tipo Patio deberá cumplir los REQUISITOS GENERALES DE SUBESTACIONES dispuestos en el RETIE, en especial los siguientes:

- a. Debe contar con un diseño eléctrico.
- b. En los espacios en los cuales se encuentran instaladas las subestaciones con partes energizadas expuestas, deben colocarse y asegurarse la permanencia de cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 23 de 24
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL – PAD MOUNTED	Código: NTT-02

Las puertas deben contar con elementos de seguridad que limite la entrada de personal no autorizado.

- c. A la entrada de la subestación eléctrica debe fijarse una señal con el símbolo de riesgo eléctrico, así como en la parte exterior de la malla eslabonada, cuando sea accesible a personas.
- d. Los muros o mallas metálicas que son utilizados para encerrar las subestaciones deben tener una altura mínima de 2,50 metros y deben estar debidamente conectados a tierra
- e. Se deben calcular las tensiones de paso, contacto y transferidas, para asegurar que no se exponga a las personas a tensiones por encima del umbral de soportabilidad.
- f. Todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, deben ser conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica.
- g. En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación
- h. Para evitar los peligros de propagación de un incendio ocasionado por derrame del aceite, se debe construir un foso o sumidero con capacidad de confinar el 75% del aceite del transformador, con un medio de drenaje de fácil evacuación del aceite.

Por sus características constructivas y de carga (Mayor a 250 kVA) se limita su uso a instalaciones No Residenciales.

La malla de puesta a tierra deberá cubrir como mínimo el área ocupada por las estructuras de pórtico y por el transformador. Esta área deberá contener una capa de grava de alta resistividad.

El pedestal será diseñado en concreto armado de acuerdo al peso y dimensiones del transformador a instalar.

El pórtico podrá construirse con postes de concreto o estructuras metálicas con una altura mínima de 10 metros, con crucetería de acero en perfiles “L”, el cual dispondrá de diferentes niveles para la llegada y salida de la línea, los barrajes, y las protecciones.

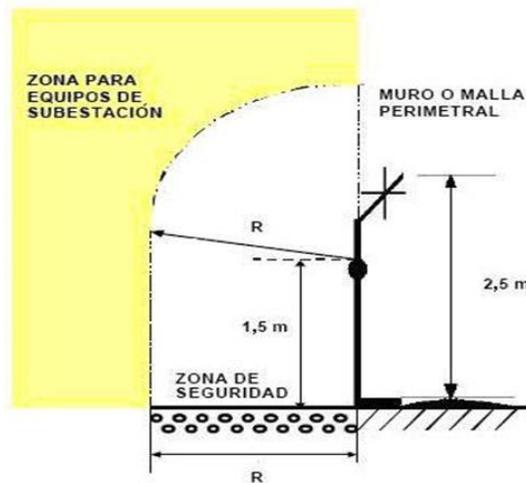
Según las tensiones y capacidad del transformador se utilizarán los equipos de maniobra y protección tales como, interruptores de potencia, seccionadores, cortacircuitos, y DPS.

Como protección contra descargas atmosféricas se diseñará un sistema de apantallamiento que garantice un blindaje efectivo.

Deberá diseñarse un sistema de iluminación según la normatividad vigente para el área de la subestación, ubicadas de tal forma que se garanticen las distancias de seguridad.

Los cercos en mallas que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 6 y las distancias mínimas de la tabla 3.

**Figura 6. Distancias de seguridad contra contactos directos**



**Tabla 3. Distancias de seguridad para la figura 6.**

Tensión nominal entre fases (kV)	Dimensión "R" (m)
0,151-7,2	3
13,8/ 13,2 /11,4	3,1
34,5	3,2

En subestaciones de media tensión, con encerramiento en pared, la distancia horizontal entre la pared y elementos energizados podrá reducirse al valor del espacio libre de trabajo dado en la columna dos Tabla 110-34a de la NTC 2050, siempre y cuando, la pared tenga mínimo 2,5 m de altura y no tenga orificios por donde se puedan introducir elementos conductores que se acerquen a partes energizadas. En todos los casos se debe asegurar que se cumplen los espacios mínimos para la ventilación y acceso de los equipos, así como los de trabajo definidos en la sección 110 de la NTC 2050.