

# **Especificación Particular - Envolventes prefabricadas de hormigón para Centros de Transformación Subterráneos, para 1 y 2 transformadores**

---

**DESCRIPTORES:**

Centro de transformación. Envolvente.

## **Especificación Particular – Envoltentes prefabricadas de hormigón para Centros de Transformación subterráneos, para 1 y 2 transformadores.**

### **Índice**

	Página
1 Objeto.....	3
2 Campo de aplicación.....	3
3 Documentación.....	3
3.1 Especificaciones Técnicas y Proyectos Tipo de i-DE de obligado cumplimiento .....	3
3.2 Documentos de i-DE (informativos) .....	4
3.3 Normativa .....	4
4 Elementos normalizados. Designación, denominación y códigos .....	5
5 Características.....	6
5.1 Condiciones normales de servicio .....	6
5.2 Constructivas .....	6
5.3 Eléctricas .....	15
6 Marcas.....	17
7 Ensayos.....	17
7.1 Ensayos de tipo .....	17
7.2 Ensayos de serie .....	20
7.3 Ensayos de recepción .....	20

## **1 Objeto**

Este documento fija los tipos normalizados de envolventes prefabricadas constituidas por áridos cuyo aglutinante sea cemento, destinadas a alojar Centros de Transformación Subterráneos.

Este documento establece también las características que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer las citadas envolventes (en adelante EPS) en el ámbito de i-DE Grupo Iberdrola (en adelante i-DE).

## **2 Campo de aplicación**

Este documento se aplica a las envolventes destinadas a albergar en su interior Centros de Transformación Subterráneos con una potencia máxima por transformador de 630 kVA y una tensión máxima de 36 kV.

Los documentos informativos recogidos en el apartado 2.2 no han sido aprobados por la Administración y por tanto tienen únicamente carácter informativo. En todos estos casos podrán utilizarse bien las soluciones propuestas en dichos documentos, o bien otras especificaciones o referencias normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

## **3 Documentación**

### **3.1 Especificaciones Técnicas y Proyectos Tipo de i-DE de obligado cumplimiento**

NI 50.42.11: Especificaciones Particulares - Celdas de Alta Tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF<sub>6</sub>, para CT.

NI 50.44.03: Especificaciones Particulares - Cuadros de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para Centros de Transformación de interior.

NI 54.10.01: Especificaciones Particulares - Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de Alta Tensión.

NI 56.37.01: Especificaciones Particulares - Cables unipolares XZ1 con conductores de aluminio para redes subterráneas de Baja Tensión 0,6/1 kV.

NI 56.43.01: Especificaciones Particulares - Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.

NI 72.30.00: Especificaciones Particulares - Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.

### **3.2 Documentos de i-DE (informativos)**

NI 00.06.10: Recubrimientos galvanizados en caliente para piezas y artículos diversos.

NI 29.00.00: Señales de seguridad.

NI 50.20.03: Herrajes, puertas, tapas, rejillas, escaleras y cerraduras para Centros de Transformación.

NI 50.48.02: Cajas de seccionamiento e interconexión de tierras para CTs.

NI 56.31.71: Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de Baja Tensión 0,6/1 kV.

NI 56.10.00: Cables unipolares aislados sin cubierta para paneles y medida.

MT 2.02.01: Código bidimensional para la identificación de equipos de la red de distribución.

MO.07.P2.11D: Señalización de seguridad permanente para instalaciones.

### **3.3 Normativa**

UNE-EN 60529: Grados de protección proporcionados por las envolventes. (Código IP).

UNE 21428-1: Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional

UNE-EN 124-1 Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Parte 1: Definiciones, clasificación, principios generales de diseño, requisitos de comportamiento y métodos de ensayo.

UNE-EN 131 (serie): Escaleras.

UNE-EN 1363-1: Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 1991-1-1: Eurocodigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1. Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios. Y sobrecargas de uso en edificios.

UNE-EN 12390-2: Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.

UNE-EN 12390-3: Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

UNE-EN 50102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (Código IK).

UNE-EN 60076-2: Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.

UNE-EN 60707: Inflamabilidad de materiales sólidos no metálicos expuestos a fuentes de llama. Lista de métodos de ensayo.

UNE-EN 62271-202: Aparata de Alta Tensión. Parte 202: Centros de Transformación prefabricados de Alta Tensión/Baja Tensión.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

#### 4 Elementos normalizados. Designación, denominación y códigos

Los tipos normalizados son los que se indican en la tabla 1.

Tabla 1  
EPS normalizadas

Designación	Tensión Máxima transformador kV	Potencia máxima transformador kVA	Tipo de rejilla	Códigos
EPSH-24-630	24	630	Horizontal	5040056
EPSV-24-630			Vertical	5040057
EPSH-36-630	36		Horizontal	5040060
EPSV-36-630			Vertical	5040061
EPSH-24-2x630	24	2x630	Horizontal	5040052
EPSV-24-2x630			Vertical	5040053
EPSH-36-2x630	36		Horizontal	5040062
EPSV-36-2x630			Vertical	5040063

Significado de las siglas que componen la designación:

EPS: Envolverte Prefabricada para centros Subterráneos

H/V: Tipo de ventilación por rejillas horizontales / verticales

24/36: Tensión máxima de la aparata, en kV

630: 1 transformador y su potencia máxima, en kVA

2x630: 2 transformadores y su potencia máxima, en kVA

Ejemplo de denominación:

Envolverte prefabricada EPSV-36-630, según el documento NI 50.40.02.

## 5 Características

Cumplirá con lo indicado en la ITC-RAT 14, la Norma UNE-EN 62271-202 y complementariamente con lo que a continuación se indica.

### 5.1 Condiciones normales de servicio

Este tipo de envolvente es de aplicación para las condiciones de temperatura y humedad siguientes:

- Temperatura mínima -15°C.
- Temperatura máxima 40°C.
- Temperatura máxima media diaria 35°C.
- Humedad relativa máxima 95%.

### 5.2 Constructivas

#### 5.2.1 Diseño

La EPS está diseñada para que se puedan efectuar en servicio y de forma segura las operaciones habituales de inspección, maniobra y mantenimiento.

Para el diseño se tendrá en cuenta muy especialmente la ubicación de las EPS, previstas para ser instaladas en jardines y aceras no protegidas del acceso accidental de vehículos (véase figuras 1 y 2).

En las envolventes para dos transformadores, el diseño deberá permitir el acceso a la zona de transformadores para su posterior inspección así como garantizar un buen reparto de cargas en el caso de un transporte con el centro completo (prefabricado o no), y la colocación de los transformadores permitirá la accesibilidad a su parte superior.

La ubicación de los cuadros de Baja Tensión o cualquier otro equipo no obstaculizarán una posible evacuación en caso de emergencia.

#### 5.2.2 Dimensiones

El diseño preverá que las dimensiones y masas faciliten el transporte y la colocación en obra. Las dimensiones recomendadas de las EPS, son las que se indican en la tabla 2.

Tabla 2

Dimensiones recomendadas de las EPS, en m.

	A	B	C
Envolventes para 1T	5,15	2,50	2,90
Envolventes para 2T	6,80	2,80	2,90

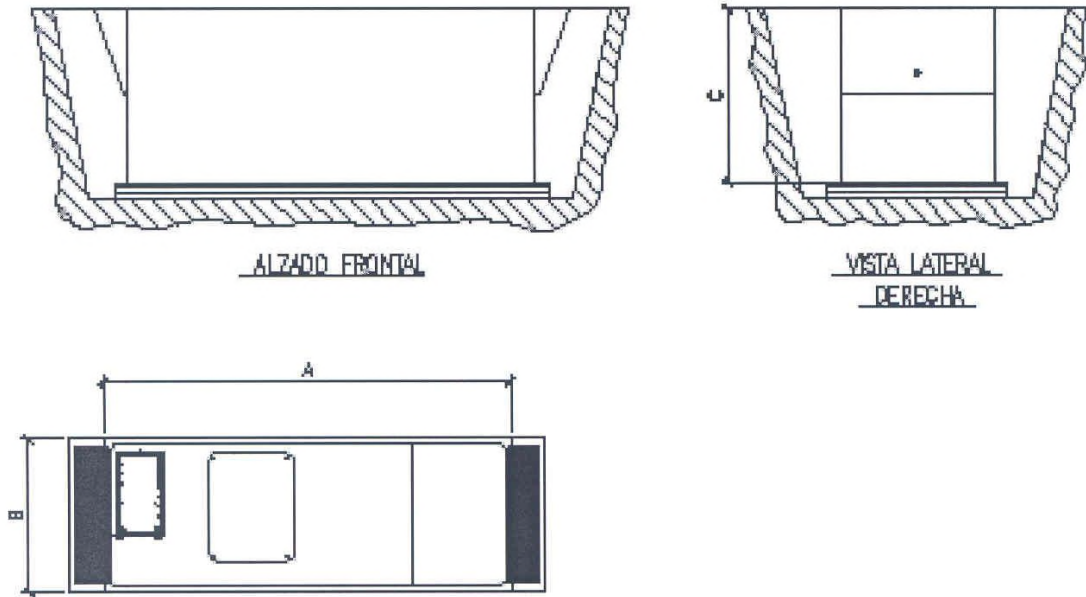


Fig. 1: EPSH Ventilación horizontal

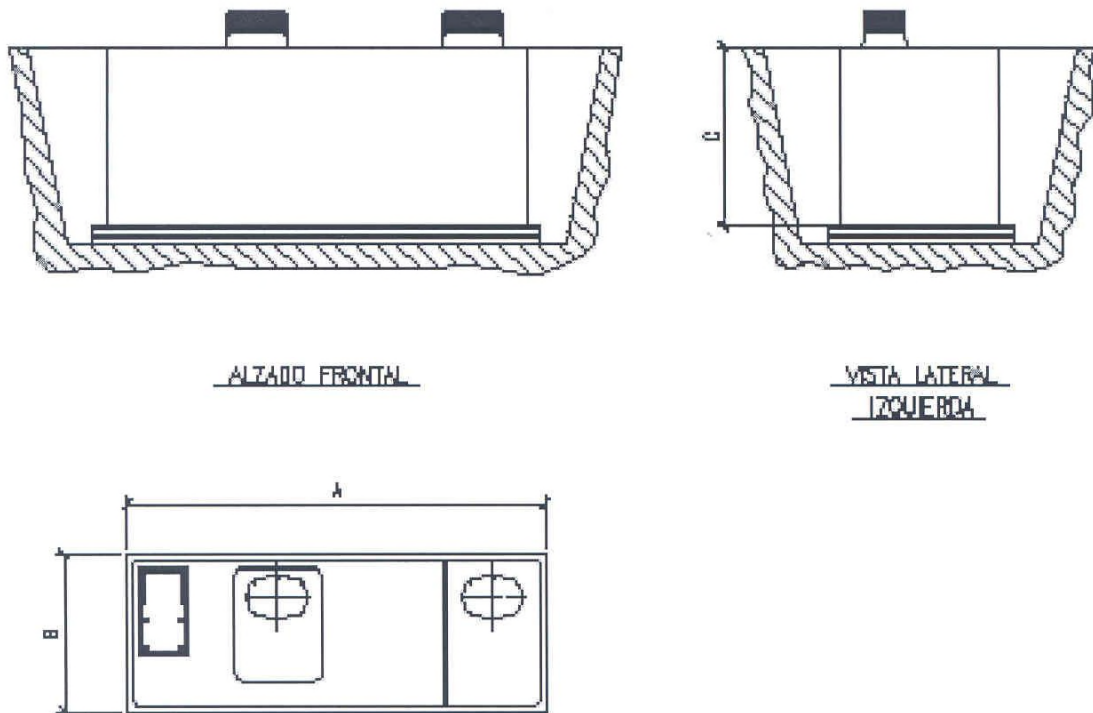


Fig. 2: EPSV Ventilación vertical

La envolvente de un transformador tendrá las dimensiones necesarias para poder albergar los siguientes equipos principales:

- 1 transformador de potencia ( $\leq 630$  kVA de 24 o 36 kV) según las características indicadas en el documento NI 72.30.00.

- 1 conjunto de celdas (incluyendo armario de control) con un máximo de 4 funciones (3L1P) según el documento NI 50.42.11. Habrá de disponerse de un espacio mínimo de 1700(ancho)x800(fondo)x2300(alto) mm para 24 kV y 1800(ancho)x1100(fondo)x2300(alto) para 36 kV mm en la zona de celdas. Además, habrán de respetarse las distancias mínimas de seguridad especificadas por el fabricante para la expansión de gases.
- 1 cuadro de BT de 8 salidas según el documento NI 50.44.03. Habrá de disponerse de un espacio mínimo de 1020(ancho)x350(fondo) mm en la zona del CBT.
- Armarios de telegestión y comunicaciones, así como el cableado a dichos armarios desde los diferentes equipos.

La envolvente de dos transformadores tendrá las dimensiones necesarias para poder albergar los siguientes equipos principales:

- 2 transformadores de potencia ( $\leq 630$  kVA de 24 o 36 kV) según las características indicadas en el documento NI 72.30.00.
- 1 conjunto de celdas (incluyendo armario de control) con un máximo de 5 funciones (3L2P) según el documento NI 50.42.11. Habrá de disponerse de un espacio mínimo de 2150(ancho)x800(fondo)x2300(alto) mm para 24 kV y 2300(ancho)x1100(fondo)x2300(alto) para 36 kV mm en la zona de celdas. Además, habrán de respetarse las distancias mínimas de seguridad especificadas por el fabricante para la expansión de gases.
- 2 cuadros de BT de 8 salidas según el documento NI 50.44.03. Habrá de disponerse de un espacio mínimo de 1020(ancho)x350(fondo) mm en las zonas de los CBT.
- Armarios de telegestión y comunicaciones, así como el cableado a dichos armarios desde los diferentes equipos.

El espacio destinado a la telegestión y comunicaciones deberá quedar adecuadamente identificado y previsto en la pared de la envolvente, a una altura superior a 1 m respecto al suelo, para poder instalar los equipos fácilmente.

La envolvente deberá poder albergar cualquier equipo calificado en su respectivo documento NI, teniendo en cuenta las distancias de separación



que se especifican en la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión.

### **5.2.3 Resistencia mecánica**

Para el cálculo de la cubierta se considera la sobrecarga establecida por la Norma UNE-EN 1991-1-1 (Eurocodigo 1) para el caso de garajes y zonas de tráfico de vehículos, de entre 30 y 160 kN de peso (punto 6.3.3.2):

- Sobrecarga superficial de  $5\text{kN/m}^2$  ( $q_k$ )
- Dos Sobrecargas puntuales de 45kN cada una ( $Q_k/2$ )

Se supondrá que la carga uniformemente repartida  $q_k$  y las cargas puntuales  $Q_k/2$  tendrán la distribución indicada en la figura 6.2 del citado documento y actuarán en la posición más desfavorable.

Las rejillas de ventilación horizontal deberán soportar la carga puntual de 45 kN.

Para envolventes instaladas en áreas sometidas al tráfico pesado con un peso por vehículo superior a 160 kN, se facilitará un estudio justificativo y, en su caso, los ensayos pertinentes.

### **5.2.4 Grado de protección de la envolvente**

La envolvente, incluyendo los accesos para el equipo y el personal, así como las penetraciones de cables, será estanca a la entrada de líquidos.

Las penetraciones de cables serán además estancas a la entrada de gases.

Respecto a las ventilaciones se consideran dos niveles:

Nivel 1: Las EPSH serán resistentes a la entrada de aguas superficiales en cota 0 (nivel freático 0,8 m por debajo de la cota 0).

Nivel 2: Las EPSV serán resistentes a las inundaciones hasta un nivel de + 0,20 m.

### **5.2.5 Impermeabilización**

La estructura de hormigón será asimismo impermeable a la entrada de líquidos logrando esto bien sea por aditivos, pinturas bituminosas o tratamientos alternativos.

### 5.2.6 Resistencia al fuego

La clase de reacción al fuego de las paredes y techo de la envolvente será A1, mientras que la del suelo será A<sub>FL</sub>. Así mismo, el suelo técnico deberá tener una clase mínima B<sub>FL</sub>-s2.

El techo y suelo tendrán una clase de resistencia al fuego R180 y los muros laterales R120.

La clase resistencia al fuego se determinará según el punto 6 del DB SI del CTE.

### 5.2.7 Ventilación

La clase de la envolvente será de 10 K, siendo la refrigeración del Centro de Transformación mediante ventilación natural.

Las rejillas tendrán los siguientes grados de protección: IP 23D e IK 10 para las verticales e IP 25D e IK 10 para las horizontales, según las Normas UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102 respectivamente.

Las rejillas horizontales deberán diseñarse de tal manera que eviten la entrada de partículas sólidas, para evitar que se obstruya la salida de agua de la ventilación, y sus aberturas tendrán una dimensión que permita la inscripción de un círculo de 1 cm de diámetro como máximo. Además, las rejillas de ventilación horizontales no podrán ir encima de los transformadores.

La envolvente de ventilación horizontal deberá disponer, bajo las rejillas, de un tubo de 110 mm de diámetro como mínimo para evacuar a la red de pluviales el agua acumulada en la ventilación. Este tubo no estará colocado en el fondo de la arqueta de ventilación para evitar que se pueda obstruir.

Las rejillas verticales deberán permitir que los conductos exteriores de ventilación puedan limpiarse con facilidad en las operaciones de mantenimiento, sin tener que desenergizar el transformador en el caso de que la limpieza se haga desde dentro. Estas rejillas quedarán a una altura mínima de 20 cm respecto a cota 0.

Además, en las rejillas verticales, caso de utilizar poliéster reforzado, para las características mecánicas, eléctricas y de comportamiento frente al fuego podrá tomarse como referencia lo indicado en el documento informativo NI 50.20.03 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

El sistema de ventilación del Centro de Transformación se debe poder limpiar estando el Centro de Transformación en servicio.

Para permitir la conexión de un grupo electrógeno, tanto las rejillas como las mosquiteras deberán disponer una ventana, de dimensiones mínimas de 160x160 mm. Deberá diseñarse de tal manera que no permita la entrada de agua cuando se esté haciendo uso del mismo y que facilite la llegada de los cables a los cuadros de Baja Tensión.

#### **5.2.8 Defensa del transformador**

El transformador se protegerá con una defensa. El borde inferior deberá estar a una altura máxima de 400 mm sobre el suelo y el borde superior a una altura mínima de 1800 mm.

En el caso de que la citada defensa realice la función de chimenea de ventilación, no podrá permanecer abierta tras su apertura para la inspección del transformador.

La defensa será consistente y tendrá como mínimo un grado de protección IP1x, según la Norma UNE-EN 60529.

La defensa deberá permitir visualizar la placa de características del transformador.

En caso de que la defensa del transformador sea una puerta metálica corredera, tanto la parte fija como la parte móvil, estarán conectadas a la línea de tierra de protección.

Cuando se instalen juntos dos transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite al averiarse el otro, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas. Esta pantalla deberá ser de un material con una clase de reacción al fuego A1.

#### **5.2.9 Soporte de cables de AT y BT**

La envolvente llevará soportes para la sujeción de los cables de alta y Baja Tensión en interconexiones y salidas.

Se deberá prever de elementos de sujeción para las interconexiones de BT de tal manera que las bornas del transformador no soporten esfuerzos una vez conectados los cables.

#### **5.2.10 Foso para aceite**

La envolvente estará provista de un sistema de recogida de los aceites que, eventualmente, puedan escapar del transformador/es. Se habilitará en el fondo de la EPS un espacio capaz de alojar el volumen total del líquido dieléctrico de cada transformador (como mínimo de 600 l de aceite por cada

transformador). Dicho foso dispondrá de un sistema cortafuegos (guijarros,...).

Sobre el foso de recogida de aceite se colocarán dos carriles para el apoyo del transformador. En el caso de que estos carriles sean metálicos, serán de acero laminado y la protección anticorrosiva se realizará mediante galvanizado en caliente pudiéndose tomar como referencia lo indicado en el documento informativo NI 00.06.10 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

#### **5.2.11 Pasillos de maniobra y mantenimiento**

Los pasillos estarán dimensionados de forma que permitan el movimiento de los equipos así como el acceso al transformador para la operación del conmutador y mantenimiento preventivo.

Los pasillos de maniobra estarán dimensionados con una anchura mínima de 1000 mm y una altura mínima de 2300 mm, y estarán protegidos de la caída vertical de agua de lluvia con la tapa de acceso de personal abierta.

#### **5.2.12 Accesos**

Los accesos de personal y equipos al recinto interior se dimensionarán de forma que las zonas metálicas expuestas al contacto con los viandantes serán reducidas. Para minimizar el impacto visual permitirán un remate, de una altura aproximada de 4 cm, adaptada al exterior (baldosa, grava, etc.). En caso de que la tapa de entrada hombre sea metálica será antideslizante de clase 3 según punto 1 del DB SUA 1 del CTE.

Estos accesos serán independientes y se situarán en la cota 0. En el caso de que haya dos transformadores, se dispondrá de un acceso para cada uno de ellos.

La disposición de los equipos dentro de la envolvente, será de tal forma que los accesos queden totalmente despejados, de modo que sea posible introducir o extraer cualquier equipo sin necesidad de mover o desmontar ningún otro.

El sistema de cierre evitará que los tornillos se puedan quedar sin apretar correctamente.

Se deberá garantizar que la junta tapa marco de cada tipo de entrada no se deteriora, no debiendo ser necesario realizar ninguna actuación especial (sellar con silicona,...) en caso de apertura de dichas tapas.

Las tapas de acceso estarán ubicadas de tal forma que las juntas de las tapas y de la cubierta sean independientes, evitando de esa forma que una

posible filtración de agua por una de las tapas se distribuya al resto de la envolvente.

La resistencia mecánica será del tipo B125, según la Norma UNE-EN 124-1.

#### **5.2.12.1 Para personas**

El acceso de personal tendrá un hueco útil de 1250x600 mm, como mínimo. La maniobra de apertura y cierre de la tapa deberá poderla realizar un solo operario, para lo que dispondrá de al menos 2 amortiguadores de gas que garanticen de por vida su correcta maniobrabilidad. La tapa proporcionará una vez abierta, una protección de seguridad para los viandantes y para las personas que accedan al interior de la EPS, con una protección perimetral de 0,90 m de altura. Esta protección deberá incorporar la señal de acceso a Centro de Transformación Subterráneo tomando como referencia anexo D del MO.07.P2.11. Se deberá prever algún sistema para evitar un cierre intempestivo de la tapa en caso de que fallen los amortiguadores.

La tapa descenderá por gravedad, estando equilibrada en su movimiento. En su posición de cierre dispondrá de un sistema de bloqueo que garantice su total estanqueidad y que permitirá el uso de la llave especificada en el documento informativo NI 50.20.03.

La tapa en su cara interior llevará incorporada una placa de riesgo eléctrico AE-10 pudiendo tomarse como referencia para la misma el documento informativo NI 29.00.00 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista. Así mismo, llevara otra placa en la que indique que se limpie la junta antes de cerrar la tapa.

La escalera deberá cumplir la Norma UNE-EN 131 (serie) y será de peldaños antideslizantes de material inoxidable, acero galvanizado o poliéster reforzado, con un ángulo de bajada máximo de 68°. La carga mínima admisible será de 250 daN y deberá estar fijado al suelo de hormigón, estando prohibido que apoye en el tramex.

El ensayo de la carga mínima deberá realizarse una vez que la escalera esté instalada en la envolvente.

En cuanto al fuego, la escalera tendrá una capacidad portante de 30 minutos como mínimo según Norma UNE-EN 1363-1.

La disposición del conjunto permitirá la evacuación de una persona en camilla.

#### **5.2.12.2 Para el transformador**

La dimensión útil interior mínima del hueco para acceso de cada transformador será de 1850x1200 mm(24 kV) o 2050x1200 mm(36 kV); además tendrá en el exterior de la tapa cuatro puntos para fijación de los tiros consistente en roscas M20 convenientemente protegidas.

Podrá integrar la ventilación vertical.

#### **5.2.12.3 Para materiales**

La dimensión útil interior mínima del hueco para acceso de materiales será de 1700x850 mm(24 kV) o 1850x1100 mm(36 kV) para envolventes de un transformador y de 2150x850 mm(24 kV) o 2300x1100 mm (36 kV) para envolventes de dos transformadores, para posibilitar la introducción de los conjuntos normalizados de celdas (3LP para envolventes de un transformadores y 3L2P para envolventes de dos transformadores) y del cuadro de Baja Tensión. Estará ubicada sobre la zona de maniobra y tendrá en el exterior de la tapa cuatro puntos roscados y protegidos M20 para la fijación de tiros.

Podrá integrar la ventilación vertical.

#### **5.2.12.4 Para cables**

Las entradas para cables de MT se situarán en el sentido longitudinal del centro.

Se preverá una entrada para 9 cables de MT del tipo HEPRZ1 18/30 kV de 1x240 mm<sup>2</sup> según el documento NI 56.43.01.

Se dispondrán 16 (envolvente de dos transformador) o 8 (envolvente de un transformador) salidas para 4 cables unipolares cada una de Baja Tensión XZ1 (S) 0,6/1 kV de 240 mm<sup>2</sup> según el documento NI 56.37.01.

Así mismo, en el sistema de paso de cables de MT se preverán 4 entradas para cable de comunicaciones de 16 mm de diámetro (200 mm<sup>2</sup> de sección exterior).

El sellado de las penetraciones de cables se realizará con pasamuros estancos para cuya instalación no se precisará piezas adicionales, en el momento del tendido de dichos cables.

Tanto las salidas laterales como las frontales permitirán el paso de los cables del electrodo de puesta a tierra y de la línea de tierra de servicio (neutro).

La cota media de las penetraciones estará comprendida entre 0,8 y 1,2 m bajo la cota 0.

#### **5.2.13 Detección y evacuación de agua**

Tanto en la envolvente de ventilación horizontal, como en la de ventilación vertical se instalará un conjunto de motobomba y detector de nivel de agua (boya) para disparo del transformador.

La bomba deberá estar colocada en un rebaje del suelo físico de 40 x 40 cm y de 5 cm de profundidad.

Las características de la bomba deberán ser las siguientes:

- Monofásica de 230 V.
- Potencia mínima 0.45 kW.
- Altura mínima 4 metros.
- Caudal mínimo 6 m<sup>3</sup>/h.
- Interruptor de flotador de seguridad.

#### **5.2.14 Comunicaciones**

Se deberá prever un espacio para la colocación de una antena, de forma que el apantallamiento que pueda producir la propia envolvente no impida la comunicación por GPRS/3G.

#### **5.2.15 Carteles de Seguridad**

La envolvente deberá incorporar en su interior y en lugar visible los siguientes carteles de seguridad tomando como referencia el anexo D del documento informativo MO.07.P2.11:

- Cartel de primeros auxilios.
- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Cartel de uso obligatorio de los EPI.
- Cartel de teléfonos de emergencia.
- Cartel de posibles riesgos asociados a la instalación.

### **5.3 Eléctricas**

#### **5.3.1 Equipotencialidad**

La EPS estará construida de tal manera que, una vez instalada, su interior constituya una superficie equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyen la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Cada pieza de las que constituyan la EPS deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos de ensamblaje. Quedan excluidas de la anterior exigencia las piezas interiores amovibles.

Todos los materiales metálicos de la EPS, que estén expuestos al aire, serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o mediante tratamiento de galvanizado en caliente, pudiendo tomarse como referencia para el mismo el documento informativo NI 00.06.10 u otras referencias o

especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

### **5.3.2 Alumbrado**

Para la iluminación, la EPS dispondrá al menos de dos luminarias de clase 2, con un grado de protección IP 44 e IK 08, según las Normas UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102 respectivamente, con base de polipropileno y difusor de policarbonato u otro material no fragmentable y transparente, y con un flujo luminoso medido mínimo de 1.200 lúmenes. El difusor será desmontable sin necesidad de herramienta. El interruptor será de montaje saliente de 250 V 10 A, con carcasa de material aislante y grado de protección IP 44 e IK 08, según las Normas UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102 respectivamente.

La instalación eléctrica de alumbrado deberá poseer un nivel de aislamiento a tensión asignada de corta duración a frecuencia industrial de 10 kV (valor eficaz durante 1 minuto).

#### **5.3.2.1 Protección de los cables**

La canalización se efectuará con canaletas que cumplan con la Norma UNE-EN 60707, calidad V-O.

La instalación eléctrica será canalizada en superficie y estará montada en canaletas de material aislante con un grado mínimo de protección IK 07, según la Norma UNE-EN 50102.

#### **5.3.2.2 Cableado**

El cableado de alumbrado se deberá realizar con conductor de cobre de 2,5 mm<sup>2</sup>, tipo H07Z-K, pudiendo tomarse como referencia para el mismo el documento informativo NI 56.10.00 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

#### **5.3.3 Tierras**

La puesta a tierra de protección se realizará por medio de un anillo perimetral visible fijado por encima del suelo con cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección hasta la caja de seccionamiento de la puesta a tierra de protección. Para dicho cable de cobre puede tomarse como referencia el documento informativo NI 54.10.01, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista,

Para las líneas de tierra pertenecientes al sistema de puesta a tierra de servicio, se emplearán cables unipolares de cobre, aislados, de 50 mm<sup>2</sup> de sección 06/1 kV, pudiendo tomarse como referencia para los mismos el documento informativo NI 56.31.71 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Cada uno de los dos sistemas de puesta a tierra existentes en la instalación, estará conectado a una caja de seccionamiento independiente.



En el caso de haya dos transformadores, cada neutro del cuadro de Baja Tensión se conectará a su correspondiente caja de seccionamiento.

Además, se instalara una caja de unión de tierras, que permita unir o separar los sistemas de puesta a tierra y señalizar la posición habitual.

Estas cajas de seccionamiento y unión de tierras estarán debidamente señalizadas y serán fácilmente accesibles.

Para unir los dos sistemas de puesta a tierra con la caja de unión de tierras, se emplearán cables unipolares de cobre o aluminio, aislados, de 16 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo.

Tanto para las cajas de seccionamiento de tierras, como para la caja de unión de tierras, se podrá tomar como referencia el documento informativo NI 50.48.02, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

## **6 Marcas**

La EPS llevará una placa de características, situada en el interior en sitio visible, en la que se indicarán, de forma indeleble y claramente legible los datos siguientes:

- Nombre o marca del fabricante.
- Año de fabricación.
- Número de serie.
- Número de este documento.
- Potencia de cada transformador, máxima.
- Tensión más elevada para el material, del transformador.
- Designación según el capítulo 4 de este documento.
- Referencia del catálogo del fabricante.

La propia placa incorporará un sistema de codificación bidimensional con la información especificada en el documento informativo MT 2.02.01, u otra forma equivalente de transmitir dicha información.

Independientemente de lo anterior, en el propio hormigón, en lugar visible después de montado, deberá llevar grabada, de forma indeleble y legible, la marca del fabricante.

## **7 Ensayos**

### **7.1 Ensayos de tipo**

El calentamiento y el grado de protección deberán ser ensayados al mismo tiempo y sus resultados deberán presentarse en el mismo informe de ensayo.

### **7.1.1 Mecánicos**

#### **7.1.1.1 Resistencia Mecánica**

El ensayo de resistencia mecánica de la cubierta se efectuará a los 28 días, como mínimo, de la fabricación de las piezas. Para ello se aplicará las cargas indicadas en el apartado 5.2.3 de este documento.

Se considerará que el ensayo se ha superado si, en la cubierta bajo carga, no se producen fisuras superiores a 0,1 mm de anchura.

Se admite como alternativa cálculos justificativos de la cubierta.

Cada tipo de tapa se ensayará según lo indicado en la Norma UNE-EN 124-1 para el tipo B125.

#### **7.1.1.2 Verificación del grado de protección**

Se comprobará que cumple lo especificado en el punto 5.2.4 de este documento según los ensayos indicados en las Normas UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102.

#### **7.1.1.3 Verificación de la resistencia de la escalera**

Se comprobará que cumple lo especificado en el punto 5.2.12.1. El ensayo de la carga mínima deberá realizarse una vez que la escalera esté instalada en la envolvente.

### **7.1.2 Eléctricos**

#### **7.1.2.1 Equipotencialidad**

Se verificará por los medios adecuados la continuidad eléctrica entre cualquiera de los puntos metálicos conectados a las armaduras internas de la solera, rejillas, paredes y cubierta, incluidos los marcos de las tapas de acceso del personal y del transformador.

### **7.1.3 Ventilación**

La comprobación de la adecuada ventilación se realizará mediante el ensayo siguiente:

La EPS se situará en un local cuya temperatura ambiente no supere 40°C, estando al abrigo de corrientes de aire.

La temperatura de aire ambiente se medirá mediante tres termómetros repartidos en tres puntos distintos en el exterior de la EPS y situados a una altura de 1,50 m, estando separados de las paredes de la EPS entre 1 y 2 m. Estos termómetros se sumergirán en recipientes que contengan aceite.

La temperatura del aire ambiente en el interior de la EPS se medirá por medio de un termómetro, situado en la zona no destinada al transformador, a una altura de 1,50 m sobre el piso y sumergido en un recipiente con aceite.

Para el ensayo de ventilación se instalará uno o dos transformadores, según UNE 21428-1, de 630 kVA/24 kV (bitensión en AT) o 630 kVA/36 kV, cuyas pérdidas totales requeridas para la realización del ensayo sean 7840 w por transformador. Además el/los cuadros de Baja Tensión aportarán el calentamiento producido por los fusibles cuando circule por ellos la corriente asignada del transformador correspondiente.

Se utilizará el método de cortocircuito, de acuerdo con el apartado 7.3.2 de la Norma UNE-EN 60076-2.

Se determinará el calentamiento en la parte superior del aceite del transformador mediante un termopar colocado en el alojamiento destinado a tal fin. Se considerará estabilizada su temperatura cuando ésta no varíe más de 1°C en una hora.

Una vez estabilizada la temperatura del aceite, se anotarán las temperaturas de acuerdo con el criterio siguiente:

- Toma de temperatura en el local de ensayo, cada hora como máximo.
- Toma de la temperatura en la parte superior del aceite, cada hora como máximo.
- Toma de la temperatura ambiente en el interior de la EPS, inmediatamente antes de comenzar y de finalizar el ensayo.

Una vez finalizada la toma de temperaturas, con el transformador en el interior de la EPS, se repetirá el ensayo colocando el transformador en el local de ensayo, fuera de la EPS, sin el cuadro de Baja Tensión.

Se realizarán las mismas anotaciones que en el caso anterior salvo para las temperaturas en el interior de la EPS.

Se considerará que el resultado es satisfactorio si:

- El calentamiento alcanzado por la capa superior del aceite, estando el transformador instalado en el interior de la EPS, no supera en más de 10°C al que se haya alcanzado en los mismos puntos en la prueba realizada en la sala de ensayo.
- El calentamiento del aire ambiente de la sala de celdas situada en el interior de la EPS a 1,50 m sobre el piso, no es superior a 15°C.

En ambos casos, se considera como temperatura de referencia para calcular los calentamientos, la que haya alcanzado el aire ambiente de la sala de ensayo al finalizar el mismo.

El calentamiento y el grado de protección deberán ser ensayados al mismo tiempo y sus resultados deberán presentarse en el mismo informe de ensayo.

#### **7.1.4 Impermeabilidad de la cubierta-Juntas**

Se dispondrá de una columna de agua de 30 cm sobre la cubierta. Se mantendrá durante 24 horas, no debiendo haber paso de agua ni por las juntas de las tapas ni a través de la cubierta.

Así mismo, se realizará el mismo ensayo sobre las juntas que no se hayan realizado en el mismo moldeo.

#### **7.1.5 Verificación del galvanizado**

Las superficies galvanizadas en caliente se comprobarán según el documento informativo NI 00.06.10, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

### **7.2 Ensayos de serie**

El fabricante comprobará la continuidad eléctrica de la solera, paredes y cubierta mediante los medios adecuados, sobre el 100% de las piezas integrantes, siguiendo un método documentado. Quedan exentas de este ensayo las EPS fabricadas con una única armadura electro-soldada.

El fabricante comprobará la resistencia a la compresión del hormigón, efectuando el ensayo especificado en la Norma UNE-EN 12390-3 sobre las probetas elaboradas y conservadas en fábrica.

Semanalmente se ensayará, como mínimo, un lote de tres probetas llevándose un registro de los resultados obtenidos. Se determinará la resistencia características del hormigón en el conjunto de dos lotes consecutivos (es decir, sobre seis probetas). La resistencia obtenida deberá ser igual o superior a la tomada como base en el cálculo de la EPS, fijándose a estos efectos un valor mínimo de 250 daN/cm<sup>2</sup> en probeta cilíndrica a los 28 días.

i-DE podrá examinar en todo momento estos resultados y solicitar si lo considera conveniente, unos ensayos comprobatorios hechos de idéntica forma pero en un laboratorio acreditado.

### **7.3 Ensayos de recepción**

Se verificará la equipotencialidad del centro, en su caso, una vez montados todos sus elementos.

Se comprobarán las marcas y las fechas de fabricación.

Se comprobará la existencia de la placa de advertencia de riesgo eléctrico.

Se comprobará que las medidas útiles de la EP son coincidentes con las del prototipo aprobado.

Será motivo de rechazo de la unidad de la EP inspeccionada, si las medidas no coinciden con lo especificado.