

CAPÍTULO IV

Centros de Transformación, Seccionamiento y Entrega

(versión corregida por
Resolución de 23-03-2006 de la
D.G. Industria, Energía y Minas)

CAPÍTULO IV

CENTROS DE TRANSFORMACION, SECCIONAMIENTO Y ENTREGA

SUMARIO:

- 1 Introducción
- 2 Centros de Transformación Tipo Interior
- 3 Centros de Transformación Tipo Intemperie
- 4 Centros de Seccionamiento
- 5 Centros de Entrega
- 6 Puestas a Tierra de los Centros
- 7 Protección frente a la agresión medioambiental

1 INTRODUCCIÓN

En el presente Capítulo se recogen las especificaciones que deben cumplir los Centros de Transformación y de Seccionamiento que vayan a ser incorporados a la red de distribución de ENDESA en Andalucía, así como a los Centros de Entrega o Entronque de una derivación o suministro para tercero, establecidos en dicha red.

A efectos de instalación, los Centros de Transformación a considerar serán de dos tipos:

- Centros de transformación interior.
- Centros de transformación intemperie.

2 CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO INTERIOR (CT)

2.1 ESQUEMAS BÁSICOS

CT con dos entradas/salidas, ampliable a una más, y un transformador:

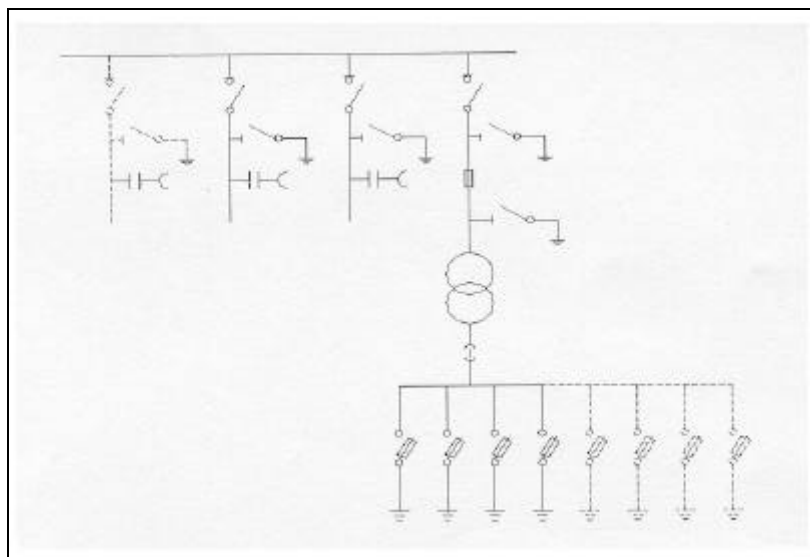


Figura 1

CT con dos entradas/salidas, ampliable a una más, y dos transformadores:

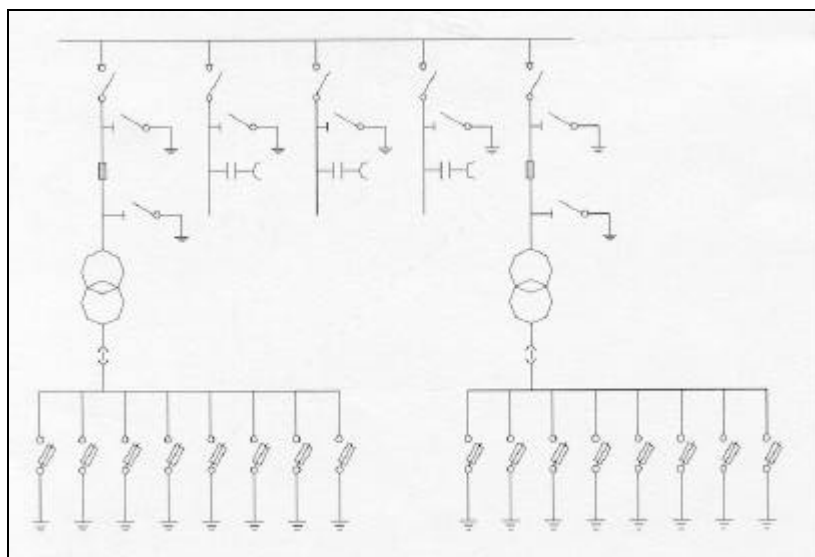


Figura 2

No se debe instalar CT's con más de dos transformadores, salvo acuerdo expreso entre el Promotor y ENDESA.

2.2 LOCAL

2.2.1 Ubicación y accesos

La ubicación se determinará considerando el Artículo 47 del R.D. 1955/2000, así como los aspectos siguientes:

El local de todo CT debe tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10 m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto.

Los viales para el acceso al CT deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes.

El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de ENDESA. Este acceso estará situado en una zona que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del C.T.

El local se encontrará necesariamente en superficie, a la misma cota que el vial de acceso. En el caso excepcional en que la ubicación en superficie sea realmente inviable por tratarse de un aumento de potencia en una zona totalmente saturada, urbanística y eléctricamente, y sin otro recinto posible, y previo acuerdo entre el Promotor y ENDESA, podrá instalarse un CD subterráneo prefabricado de hormigón, exento, que deberá cumplir con la Norma ENDESA FNH002, así como con la Especificación Técnica de ENDESA Referencia nº 6703011, o la nº 6703504, según se trate.

Cuando se trate de urbanización o polígono de titularidad privada, el acceso podrá hacerse a través de sus viales, siempre que esté garantizado el libre e inmediato acceso en todo momento para el personal de ENDESA y sus empresas colaboradoras, debiéndose documentar las correspondientes servidumbres. El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, a partir de él y hasta la vía pública y/o suministros, sin atravesar zonas de uso privado, debiendo discurrir en todo momento por zonas comunes, igualmente de libre e inmediato acceso para el personal de ENDESA y sus empresas colaboradoras.

2.2.2 Dimensiones

Las dimensiones del CT deberán permitir:

El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.

Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la MIE-RAT 14 (Instrucción Técnica Complementaria nº 14 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre).

El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.

La instalación de las celdas prefabricadas de MT según las Normas ENDESA FND002 y FND003.

La instalación de uno o dos transformadores de 1.000 kVA.

La instalación de cuadros de Baja Tensión de acuerdo a las dimensiones establecidas en la Norma Endesa FNZ001, considerando la posibilidad de ocho salidas por transformador.

En los pasos de cables, se tendrán en cuenta canales cuya profundidad mínima será de 0,4 m.

Para determinar las dimensiones del CT se establecen los siguientes criterios:

- a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.
- b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la apartada y las de pasillos o zonas de maniobra indicadas en el apartado 2.2.3 "Superficies de ocupación".
- c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, debiendo respetarse las distancias indicadas en la Tabla 1 del Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Como aplicación de todo lo anterior para el caso más habitual de CT con entrada y salida de línea, para que un local pueda ser apto para utilizarse como

Centro de Transformación, debe tener unas dimensiones tales que pueda ubicarse dentro de él un paralelepípedo rectangular, como mínimo, de las siguientes dimensiones:

TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	Nº de trafos	DIMENSIONES			
		Longitud (m)	Profundidad (m)	Altura (m)	Superficie (m ²)
≤ 24 kV	1	5,00	3,00	2,65	15,00
	2	6,00	3,50	2,65	21,00
>24 kV y ≤ 36 kV	1	5,00	3,00	2,80	15,00
	2	6,50	4,00	2,80	26,00

Tabla 2.2.2 Dimensiones mínimas interiores de un local para Centro de Transformación

2.2.3 Superficies de ocupación

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CT se tomarán en consideración las siguientes dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según MIE-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la apartamenta que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CT las zonas de servidumbre podrán superponerse.

Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la apartamenta
Cuadro de distribución modular de BT y equipos de control:

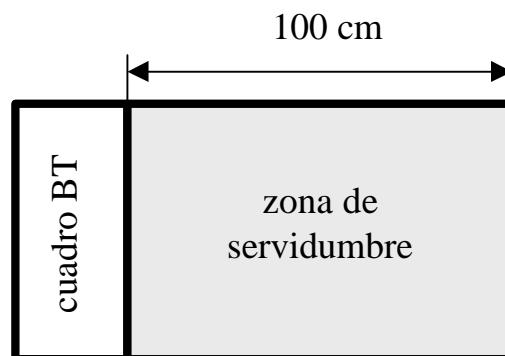


Fig. 2.2.3-A

Celdas MT:

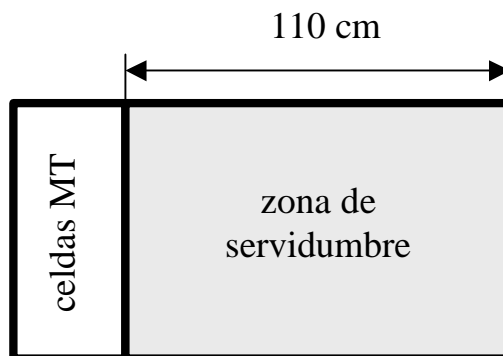


Fig. 2.2.3-B

Transformador MT/BT:

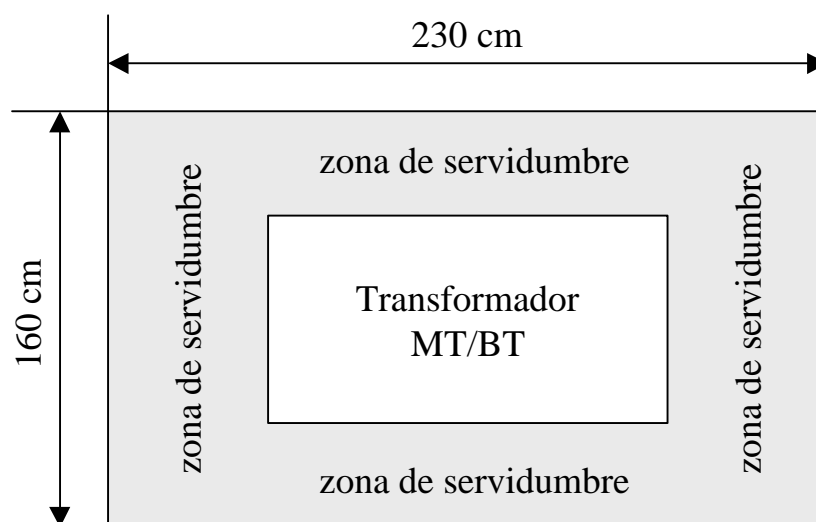


Fig. 2.2.3-C

2.2.4 Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la MIE RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñarán procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador. Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (MIE RAT-14).

En la Tabla 2.2.4 se indican los valores de las secciones en m^2 de los huecos de ventilación, en función de H, que es la diferencia de cotas entre los centros geométricos de las ventanas de ventilación de entrada y salida. Esta tabla no es necesariamente aplicable a los edificios prefabricados de hormigón según Norma ENDESA FNH001 al que se refiere el apartado 2.2.7 del presente Capítulo, ya que estos edificios prefabricados deben haber superado los correspondientes ensayos, incluidos los de ventilación.

Tabla 2.2.4

Tensión Trafo (kV)	H (metros)				
	1	1,5	2	2,5	3
24	2,18	1,79	1,54	1,38	1,26
36	2,24	1,83	1,58	1,41	1,29

2.2.5 Insonorización y medidas antivibratorias

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de transformación lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que con el CT en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 decibelios A, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente.

El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12 y los documentos ENDESA FGA001 y FGH005.

2.2.6 Medidas contra incendios

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del MIE-RAT 14.

2.2.7 Elementos constructivos

En zonas ya urbanizadas, los CT podrán ubicarse en edificio independiente, o integrado en un edificio destinado principalmente a otros usos. En nuevas actuaciones urbanísticas, los CT deberán instalarse en edificio independiente en superficie.

En caso de CT en edificio independiente, se utilizarán prefabricados de hormigón, que deben cumplir con la Norma ENDESA FNH001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702980 a 6702983,

según corresponda, que podrán ser adaptados exteriormente para su mejor integración estética en el entorno, siempre que no se perjudique su seguridad y funcionalidad; especialmente en lo que se refiere a la ventilación y al sistema equipotencial.

En caso de CT integrado en un edificio destinado a otros usos, se seguirán las siguientes prescripciones:

- A todos los efectos se considera que forma parte del edificio donde se encuentra ubicado. Sus características constructivas se ajustarán a lo indicado en la Norma Básica de la Edificación aplicable y en las Ordenanzas Municipales vigentes.
- El técnico de ENDESA encargado de la obra, junto con la dirección facultativa de la misma, hará un replanteo previo del CT e indicará las características constructivas y de ubicación de la albañilería (acabados), herrajes interiores, puertas, ventilaciones, etc. que deben incorporarse, en función de las necesidades de la instalación y de construcciones similares en la misma zona de distribución.
- Asimismo, una vez terminada la ejecución de la obra civil y antes del montaje eléctrico, se presentará el Certificado de cumplimiento de requisitos estructurales. A la finalización de los trabajos se presentará el Certificado de Dirección y Fin de Obra.
- El CT no contendrá canalizaciones ajenas al CT, tales como agua, vapor, aire, gas, teléfonos, etc.; y los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas y solera), así como los estructurales en él contenidos (vigas, columnas, etc), tendrán una resistencia al fuego RF240, y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la norma UNE 23727.
- Ninguna abertura exterior del CT permitirá el paso de agua que caiga con una inclinación inferior a 60° respecto a la vertical.
- Con el fin de evitar que se produzcan humedades por capilaridad en las paredes, exteriormente estará cubierto por una capa impermeabilizante que evite la ascensión de la humedad.
- A efectos del cálculo de forjados, en la superficie de ocupación del CT podrán diferenciarse dos zonas con solicitaciones diferentes:
 - **La de maniobra**, que debe soportar una carga distribuida de, como mínimo, 400 kg/m².
 - **La del transformador y sus accesos**, que debe soportar una carga rodante de 4.000 kg apoyada sobre cuatro ruedas dispuestas formando un cuadrado de 0,67 m de lado. Las zonas por donde deba desplazarse

el transformador para aproximarse a su emplazamiento definitivo se le aplican los mismos criterios de carga.

- Los paramentos interiores se acabarán en raseo con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, maestrado y pintado.
- Los paramentos exteriores se realizarán de acuerdo con el entorno urbanístico al que se incorpore.
- Elementos metálicos: todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT y puedan estar sometidos a oxidación deberán estar protegidos mediante un tratamiento de galvanizado en caliente según norma ISO 1461 o equivalente, tal como se indica en el apartado 2.5 "Protección frente a la agresión medioambiental", del presente Capítulo.
- El certificado de cumplimientos de requisitos estructurales y de resistencia al fuego se presentarán junto con los documentos finales de obra de la instalación eléctrica antes de su puesta en servicio.

2.2.7.1 Construcción de la solera

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas.

Cuándo sea necesario, en la construcción de CT en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial citado en el subapartado 2.2.7.7. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CT.

2.2.7.2 Canalizaciones de entrada de cables

Los cables entrarán al CT a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles. Estos tubos cumplirán con

la Norma ENDESA CNL002, así como con las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias nº 6700144 ó 6700145, según se trate.

En situaciones excepcionales debidamente justificadas, podrá admitirse que los tubos sean de fibrocemento o metálicos, en este caso conectados a tierra. Cuando se disponga de pasamuros estancos para el paso de los cables de MT y BT al exterior del CT, la parte metálica de los mismos se instalará de modo que no esté en contacto con el sistema equipotencial.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

2.2.7.3 Recogida de aceite

Con la finalidad de permitir la evacuación y la no extensión del líquido inflamable, se dispondrá de una cubeta provista de cortafuegos de grava, según se indica en la MIE RAT-014 apartado 4.1, que retenga o canalice el aceite a un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400°C.

Este depósito de recogida de aceite tendrá una capacidad de 650 litros por cada transformador y podrá situarse bajo la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CT que no ofrezca riesgo adicional, comunicado con la cubeta mediante un tubo de acero de 100 mm de diámetro. En todo caso, se cumplirá lo indicado en la Norma NBE-CPI-96.

Como alternativa al conjunto cubeta y depósito separados, podrá emplearse un foso con depósito bajo cada transformador, según la solución constructiva elegida. En todo caso, debe cuidarse que la ubicación de la cubeta o depósito de aceite no perjudique la estanqueidad respecto al fuego entre dos sectores de incendios distintos de un edificio.

Los dispositivos contemplados en este apartado serán necesarios a pesar de que se instale transformador del tipo seco, a fin de prever una posible sustitución, definitiva o temporal, por un transformador con aceite

2.2.7.4 Carpintería y cerrajería

El local del CT contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio. La carpintería y cerrajería será metálica de suficiente solidez para garantizar la inaccesibilidad. En ambientes de muy alta contaminación se utilizará el aluminio anodizado, según se indica en el apartado 2.5 "Protección

frente a la agresión medioambiental”, del presente Capítulo de estas Normas Particulares.

ENDESA indicará en cada caso el modelo, tipo y fabricante de las llaves y cerraduras, de modo que sea compatible con las llaves y cerraduras de los Centros de ENDESA en la zona.

2.2.7.5 Puertas de acceso

Las puertas de todos los centros de transformación serán metálicas, galvanizadas de doble hoja y de apertura hacia fuera, de modo que ambas hojas puedan abatirse totalmente sobre la fachada, reduciendo al mínimo el saliente. Tendrán 2,50 m de altura y 1,50 m de anchura, según se detalla en la figura 2.2.7.5.

En caso de que por las dimensiones y disposición interior del edificio o local para el CT sea conveniente disponer de una puerta adicional, a efectos de respetar las distancias y pasillos de seguridad, esa puerta tendrá una anchura mínima de 0,90 m para 24 kV y de 1,15 m para 36 kV.

Todas las puertas tendrán grado de protección IP 23, IK 10 e irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial y separadas al menos 10 cm de las armaduras de los muros.

2.2.7.6 Rejillas para ventilación

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas y tela metálica que impidan la entrada de agua y pequeños animales. Estarán básicamente constituidos por un marco y un sistema de lamas o angulares, con disposición laberíntica para evitar la introducción de alambres que puedan tocar partes en tensión. Tendrán un grado de protección IP 33 (UNE 20324) y un IK 09 (UNE-EN 50102) y no estarán en contacto con el sistema equipotencial o red de tierra de protección.

Cuando la toma o salida de aire de ventilación se practique en el suelo, se acondicionará una arqueta provista de rejilla que dispondrá de desagüe para evacuar el agua de lluvia o riego, mediante tubo conectado con el desagüe general.

Las dimensiones y características de las rejillas normalizadas para huecos de ventilación practicados en paramentos, se indican en las figuras 2.2.7.6-A y 2.2.7.6-B del presente Capítulo.

Como alternativa o complemento a los huecos de ventilación con rejillas en paramentos, pueden montarse puertas de acceso con rejillas incorporadas.

Puerta de acceso para CT

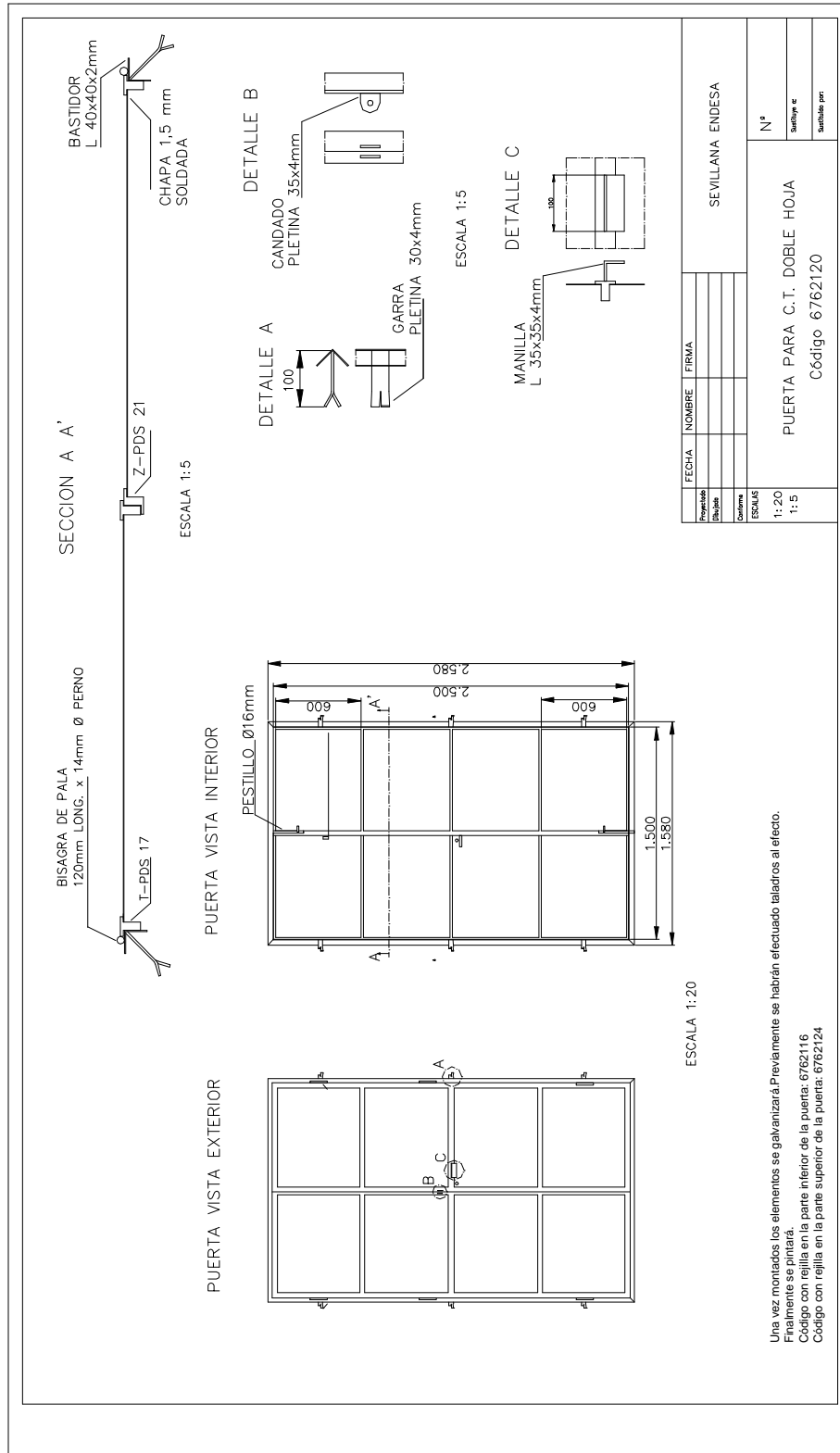


figura 2.2.7.5

Rejilla de ventilación para CT (1,20 x 0,60)

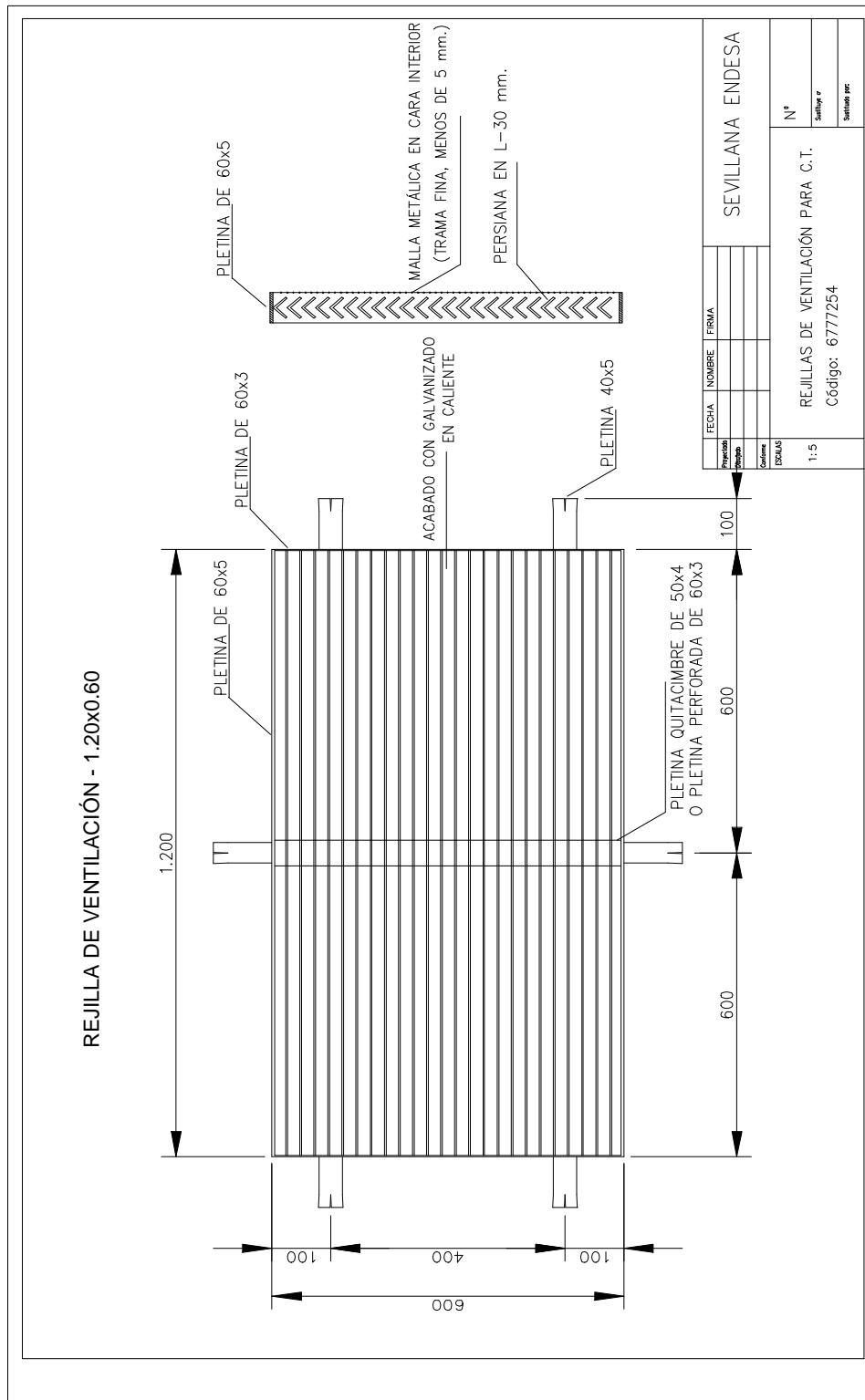


figura 2.2.7.6-A

Rejilla de ventilación para CT (0,80 x 0,60)

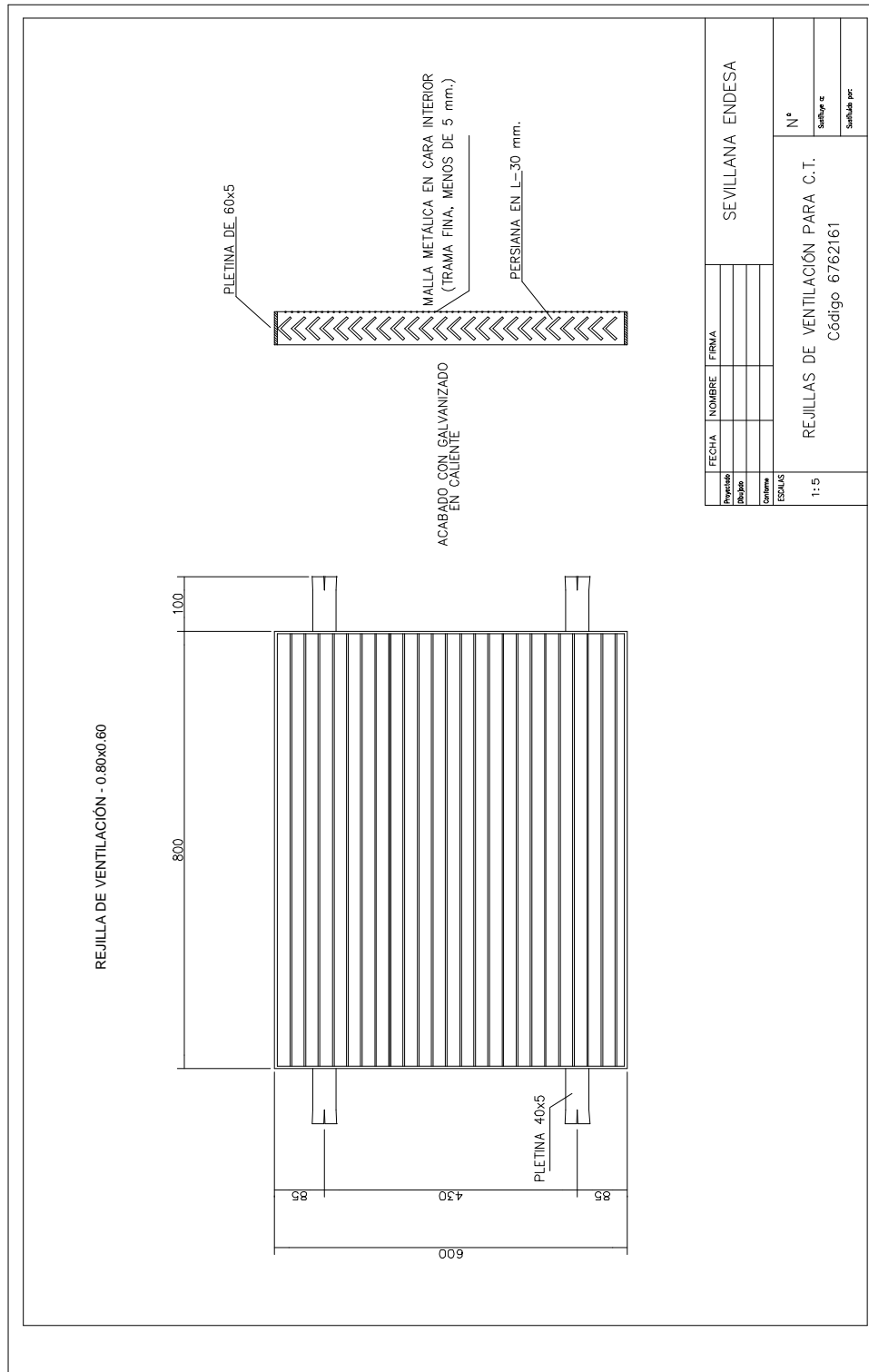


figura 2.2.7.6-B

2.2.7.7 Piso y mallazo

El CT estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CT, de sección mínima igual a la del enrejado.

2.3 INSTALACION ELECTRICA

2.3.1 Generalidades

2.3.1.1 Tensión prevista más elevada para el material

Dependiendo de la tensión asignada de alimentación al CT, la tensión prevista más elevada para el material será la indicada en la Tabla 2.3.1.1, excepto para los transformadores de potencia y los pararrayos.

TABLA 2.3.1.1

Tensión asignada (Valor eficaz) U (kV)	Tensión más elevada Para el material (Valor eficaz) Um (kV)
$U \leq 20$	24
$20 < U \leq 30$	36

2.3.1.2 Tensión soportada en Baja Tensión

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el CT en los que su envolvente esté conectada a la instalación de tierra de protección, serán capaces de soportar por su propia naturaleza, o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

2.3.1.3 Intensidad nominal de la instalación de MT

Por lo general, la intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será de 400 A. Cuando las características de la red lo requieran dicho valor será de 630 A.

2.3.1.4 Número de aparatos transformadores

Como máximo, los CT albergarán dos transformadores, salvo acuerdo expreso entre ENDESA y el Promotor. En este caso, deberá decidirse, también de común acuerdo, la solución técnica concreta a adoptar.

2.3.1.5 Corriente de cortocircuito (I_{cc})

A efectos del diseño, especificación y construcción de las instalaciones, sin perjuicio del cumplimiento de los valores establecidos para la aparamenta, las I_{cc} a considerar serán:

- a) En MT, 16 kA (I corta duración); 40 kA (I cresta)

No obstante lo anterior, para redes rurales aéreas en lugares de potencia de cortocircuito pequeña, podrá considerarse 8 kA (I corta duración, 1 s); 20 kA (I cresta). Por su parte, en puntos de muy elevada potencia de cortocircuito, deberá considerarse 20 kA (I corta duración); 50 kA (I cresta)

- b) En BT se considerará en todo caso 12 kA (I corta duración, 1 s); 30 kA (I cresta)

2.3.2 Cables de MT

Los cables de alimentación en MT al CT que formen parte de la red de distribución estarán de acuerdo con la Norma ENDESA DND001, así como con las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700019 a 6700024, según se trate.

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es $10(D+d)$, siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.

En el caso de centros de transformación interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al C.T. será subterránea con conversión aerosubterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

La unión de la protección de transformador al aparato correspondiente, en caso de tener que realizarse en cable, se hará con cables de aislamiento de polietileno reticulado con una tensión de 12/20 ó 18/30 kV, según tensión de servicio con una sección en Aluminio de 95 mm², para 12/20 y 150 mm² para 18/30 kV, que cumplirán con la Norma ENDESA DND001.

Los terminales serán del tipo enchufables.

2.3.3 Aparamenta de MT

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF₆ del tipo “extensible” (según las características recogidas en la Norma ENDESA FND003 y las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700322, 6700323, 6700324, 6700325, 6703477 ó 6703478 según corresponda en cada caso).

Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo.

Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo “limitadores” de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01 .

El amperaje de los fusibles se elegirá de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 2.3.3

Tensión (kV)	Potencia del transformador (kVA)						
	50	100	160	250	400	630	1.000
25	5	10	16	20	32	40	63
20	5	10	20	32	40	63	63
15,4	10	16	20	40	63	63	100
10	10	20	32	40	63	100	100
5	20	40	63	100	100	---	---

En casos especiales en que sea necesario, la protección de los transformadores podrá realizarse utilizando interruptores accionados por relés de sobreintensidad.

2.3.4 Transformadores de potencia

Salvo en lo que se refiere al valor de la tensión (o tensiones) primaria(s), que será(n) la(s) necesaria(s) según la tensión de la red de la zona en la que vaya a

instalarse, los transformadores cumplirán lo indicado en la Norma ENDESA FND001 y, para aquellos que se correspondan con sus características, las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700169, 6700170, 6700173, 6700186, 6700187, 6700190, 6700202, 6700203, 6700206, 6700219, 6700220, 6700223, 6700236, 6700238, 6700241, 6700254, 6700255, 6700270, 6700271, 6700274, 6700276, 6700278, 6700280, 6700282, 6700284, 6700286 ó 6700288, según se trate en cada caso.

Si la red a la que va a conectarse el transformador es de tensión nominal inferior a 20 kV, dicho transformador deberá incorporar también la tensión primaria de 20 kV. Por otra parte, si el transformador puede alimentarse alternativamente desde redes de distinta tensión nominal, dicho transformador deberá incorporar esas tensiones primarias alternativas.

Para los transformadores B2, las potencias seleccionadas serán las de 50, 100, 160, 250, 400 y 630 kVA. En aquellos casos especiales en que sea imprescindible por no haber solución alternativa, se podrá considerar la posibilidad de instalar un transformador de 1000 kVA. En todo caso, deberá preverse la posibilidad de atender desde un CT potencias no contempladas en el Proyecto inicial de la instalación (sobreequipamiento eventual, ferias, suministros para obras, etc.), bien sea porque la potencia del transformador inicialmente instalado deje suficiente margen para ello, o bien mediante la simple sustitución del transformador inicial, por otro normalizado de mayor potencia.

Los transformadores irán provistos de termómetro, alojado en la correspondiente vaina para sonda térmica del transformador. Dicho termómetro cumplirá con la Especificación Técnica de ENDESA Referencia 6700496, y debe quedar de manera que sea visible desde el exterior de la chapa de protección, con reflejo del último valor alcanzado, o bien con dispositivo de actuación para provocar el disparo del interruptor de protección.

No obstante lo anterior, siempre que se estime conveniente y, en todo caso, cuando los volúmenes de aceite sobrepasan lo indicado en la MIE-RAT, apartado 4.1-b.2, los transformadores serán de tipo "seco encapsulado en resina", debiendo cumplir con la Norma ONSE 43.21-06 y las normas UNE 20178 y UNE 21538.

En caso de transformador de doble tensión primaria, las tomas deben conectarse mediante puentes móviles, estando el cambiador de tomas sobre la tapa del transformador.

Con motivo de la adaptación al nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, transitoriamente y hasta que dicha adaptación haya finalizado, el conmutador de tensión será, necesariamente, de 6 posiciones, con la siguiente distribución: -5%, -2,5%, 0, +2,5%, +5%, +10%.

Los transformadores cedidos o aportados por Clientes, que vayan a formar

parte de la red de distribución de ENDESA en Andalucía, deberán ser sometidos al procedimiento de aceptación que se recoge en la Norma ONSE 43.21-07, y no podrán tener un contenido en PCB superior a 50 ppm.

2.3.5 Pantallas de protección

A efectos de seguridad, cuando el edificio del CT no esté provisto de tabique separador de salas o que el transformador no esté dotado de bornas aisladas en Alta Tensión y en Baja Tensión, será preciso instalar una pantalla que impida el contacto accidental con las partes en tensión, para cumplir lo indicado en la MIE-RAT14. Estas pantallas no podrán ser del tipo rejilla.

En el caso de que las pantallas sean metálicas se conectarán a la tierra de protección.

2.3.6 Puente de BT

El puente de BT esta constituido por los cables de baja tensión utilizados para la conexión entre el transformador y el cuadro de Baja Tensión.

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de baja tensión se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio, del tipo RV 0,6/1 kV, que se ajustarán a lo especificado en la Norma ENDESA CNL001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700027 ó 6700028.

Las características de los puentes en función de las potencias son las siguientes:

Tabla 2.3.6

Potencia Del trafo kVA	Nº y sección de conductores			
	B2		B1	
	Fase	Neutro	Fase	Neutro
1.000	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²	---	---
630	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²
400	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²
250	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²
160	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²
≤ 100	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²

Los cables se dispondrán por circuitos uniendo en cada mazo fases (R, S, T) y neutro, se colocarán sujetos a la pared o separados de la misma sobre bandejas metálicas en el caso de que la pared del CT sea medianera con otro local.

2.3.7 Cuadros de Baja Tensión

Los cuadros de baja tensión deben cumplir con la Norma ENDESA FNZ001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700040 y 6700380, admitirán cuatro salidas y un módulo de ampliación, y estarán dotados de los desconectores necesarios para las salidas de cables, provistos de fusibles de uso general aptos para la intensidad nominal de las líneas que alimentan y que deberán cumplir con lo especificado en la Norma ENDESA NNL011.

El elemento de corte de cada línea, será unipolar, con poder de corte de 160 A (tamaño 00) o de 400 A (tamaño 2). Como excepción a esto último, tendremos únicamente el caso en que exista un suministro en que la demanda del mismo sea superior a dicha intensidad, colocándose entonces el interruptor adecuado que incluso, podrá ser único para la salida del transformador.

El neutro de las salidas de baja tensión será seccionable mediante el uso de la herramienta adecuada.

La salida para servicios propios del centro debe tener protección diferencial.

2.3.8 Protección contra sobretensiones en MT

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

2.3.9 Alumbrado

Para el alumbrado interior del CT se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

2.4 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los CT cumplirán las siguientes prescripciones:

En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Las celdas prefabricadas de MT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.

En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.

En todo CT y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

Los CT se dotarán de banqueta aislante.

2.5 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS

En aquellos casos en que ENDESA y el Promotor así lo convengan, podrá instalarse Centros de Transformación compactos, que deberán cumplir con la Norma ENDESA GE FND004, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702126 a 6702131, según corresponda en cada caso.

Los centros de transformación compactos podrán ir ubicados en módulos prefabricados homologados, específicamente diseñados para ellos. En caso de que vaya ubicado en otro tipo de módulo o local, deberá cumplirse lo indicado sobre dimensiones en la reglamentación vigente.

3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO INTEMPERIE

3.1 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN SOBRE APOYO (PT)

3.1.1 Condiciones Generales de Instalación

3.1.1.1 Ubicación y accesos

El Centro de Transformación en apoyo (PT) estará situado en terrenos de dominio público en una zona donde:

a) sea posible acceder con camión para el transporte y montaje del material que lo constituye,

b) permita ejecutar las maniobras propias de explotación y mantenimiento

En casos excepcionales, ENDESA podrá aceptar su instalación en terrenos de propiedad privada si se tiene libre acceso a los mismos y queda debidamente documentada la servidumbre de paso.

3.1.1.2 Obra civil

El terreno estará convenientemente explanado y las dimensiones de la cimentación serán las adecuadas al tipo de apoyo elegido.

En el apoyo donde se instale el transformador, será necesario efectuar una losa o solera de hormigón de 20 cm de altura sobre el terreno, con las dimensiones adecuadas para que de cada arista de esta solera a la parte más saliente del apoyo (dispositivo antiescalada) quede una distancia mínima de 1,10 m. Esta solera será recubierta de asfalto, como protección frente a tensiones de contacto.

Aproximadamente a 15 cm por debajo de la superficie de la solera se instalará, como armado, un mallazo constituido por redondos de acero de diámetro no inferior a 4 mm, formando cuadrículas no superiores a 30x30 cm.

En los casos en que la salida de baja tensión sea subterránea, se deberá prever un tubo de paso de polietileno PN 160, a través de la solera.

3.1.1.3 Herrajes

Todos los herrajes estarán galvanizados en caliente, el peso del recubrimiento será de 460 g/m² para los de espesor 2 a 5 mm y de 610 g/m² para los de espesor superior a 5mm.

En el montaje del PT, para evitar puntos de corrosión los apoyos no se taladrarán ni se utilizarán clavos Spit o similares, asimismo será obligatorio el apriete de tornillería utilizando llave dinamométrica.

3.1.2 Elementos Constitutivos del PT

3.1.2.1 Apoyos para instalación de PT

La instalación completa del PT puede situarse en un único apoyo que en general será final de línea, o bien en dos apoyos en el que el transformador

estará situado en un apoyo final de línea y la aparamenta de MT en el apoyo anterior asociado.

Los apoyos estarán calculados para la función que cumplen dentro de la línea de MT y cumplirán lo indicado para apoyos de líneas aéreas de MT, en el Capítulo de “Redes de Media Tensión”, de estas Normas Particulares.

Como medida de seguridad suplementaria, el apoyo se calculará considerando que el peso del transformador es un 33% superior al que efectivamente tiene el que vaya a instalarse.

Se establecerán las siguientes soluciones:

Para lcc menor que 8 kA :

A) PT en apoyo con transformador y fusibles de expulsión

B) PT en apoyo con transformador. Este PT llevará asociado otro apoyo anterior con fusibles de expulsión.

Para lcc igual o mayor que 8 kA :


Igual que en los casos anteriores, excepto en que los fusibles serán APR. Los seccionadores serán igualmente unipolares.

En cualquier caso, la altura y disposición de los apoyos, serán tales que las partes bajo tensión se encuentren como mínimo a 5 m de altura sobre el suelo

El apoyo del transformador se completará con el armado en triángulo, con semicrucetas de 1,50 m necesario para amarrar la línea de MT y derivarla hacia el transformador. Dicho apoyo se calculará como fin de línea, de acuerdo con las prescripciones del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. La composición de la cadena de aisladores, en cuanto a su número, estará en función de la tensión nominal de la línea y de la contaminación de la zona.

3.1.2.2 Aparamenta de MT

La línea de MT dispondrá de un seccionamiento a colocar en el mismo apoyo del transformador o en el apoyo anterior. En caso de $I_{cc} < 8$ kA, este seccionamiento será mediante seccionadores unipolares a base de cortacircuitos fusibles de expulsión, que cumplirá la Norma ENDESA AND007. Si la $I_{cc} \geq 8$ kA, el seccionamiento se realizará por medio de seccionadores unipolares intemperie, que cumplirán la Norma ENDESA AND005, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702211, 6702212, 6702244, 6702245 ó 6702246, según corresponda en cada caso, disponiéndose para la protección de fusibles APR.

	NORMAS PARTICULARES 2005 (versión corregida por Resolución de 23-03-2006 de la D.G. Industria, Energía y Minas)	Capítulo IV CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y ENTREGA
---	--	---

Estos elementos se instalarán en la cara opuesta del transformador para facilitar su maniobrabilidad.

Los centros de intemperie se protegerán contra sobretensiones mediante pararrayos de óxidos metálicos, que necesariamente tendrán una intensidad de descarga de 10 kA como mínimo y envolvente polimérica. Los pararrayos cumplirán con la Norma ENDESA AND015, y si se trata de líneas de 25 ó 20 kV de tensión nominal, además cumplirán con las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700522 ó 6703005, respectivamente. Todo ello conforme al párrafo 2 de la MIE-RAT 09.

A continuación se exponen los diseños correspondientes a la disposición de la aparatenta en los PT:

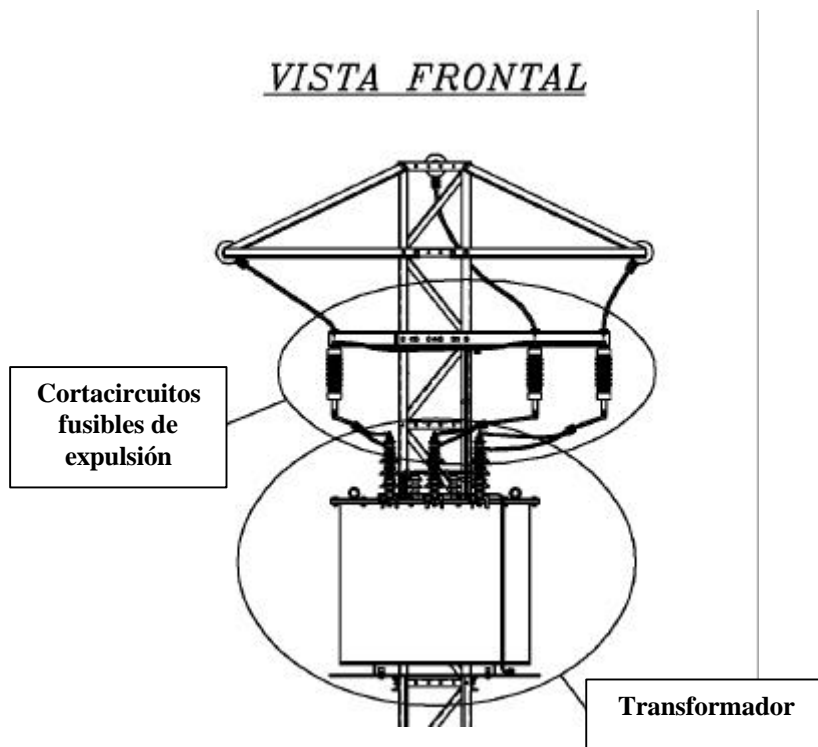


Fig. 3.1.2.2-A

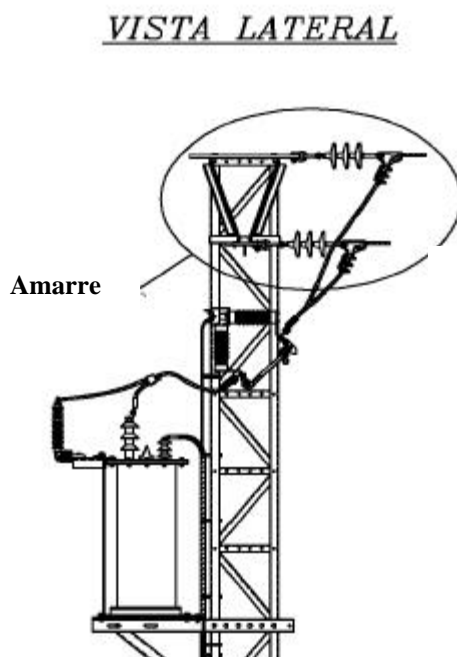


Fig. 3.1.2.2-B

3.1.2.3 Conexión de la línea de MT al transformador

Se efectuará utilizando conductor del mismo tipo que el de la línea por medio de una grapa de amarre de tornillería. En las derivaciones a los portafusibles y pararrayos se utilizarán terminales de apriete en cuña de compresión, la conexión a los pasatapas del transformador se hará con terminales bimetálicos.

Cuándo las distancias de la línea a herrajes, zonas de maniobra o bien la salvaguarda de la avifauna así lo aconseje, los conductores se aislarán utilizando fundas termorretráctiles.

3.1.2.4 Transformador y protecciones

Los PT podrán equipar transformadores de 50, 100, 160 ó, excepcionalmente, 250 kVA, que cumplirán con la Norma GE FND001; si bien, siempre que sea posible, los de 250 kVA se instalarán en Centros de Transformación Rural, descritos en el apartado 3.2 de este Capítulo. Además, para los PT que se ubiquen en suelo no urbanizable, se admitirá la instalación de transformadores de 25 kVA., que deberán cumplir la Norma UNE 20101.

En caso de que el transformador sea aportado por Clientes o terceros, se ajustarán al procedimiento recogido en la Norma ONSE 43.21.07 y su contenido en PCB no podrá ser superior a 50 ppm.

Para suministros provisionales, aunque demanden potencias superiores, se podrán instalar transformadores en intemperie; pero no sobre apoyo, sino colocándose el transformador en una bancada sobre el suelo, y con las protecciones y distancias que para este tipo de instalaciones se indican en la MIE-RAT 15.

En caso de $I_{cc} < 8$ kA, la protección contra cortocircuitos en el transformador se efectuará, en MT, por medio de cortacircuitos fusibles de expulsión del calibre apropiado a la potencia y tensión nominal del transformador, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3.1.2.4

Tensión (kV)	Potencia del transformador (kVA)		
	50	100	160
25	5	10	16
20	5	10	16
15,4	10	16	25
10	10	20	40
5	20	32	63

Los fusibles a utilizar serán preferentemente de curva D (anti-tormenta) o en su defecto de curva K.

Si la $I_{cc} \geq 8$ kA, la protección contra cortocircuitos en el transformador se efectuará, en MT, por medio de cortacircuitos fusibles APR del calibre apropiado a la potencia y tensión nominal del transformador, de acuerdo con la Tabla 2.3.3 de este Capítulo, y que cumplirán las Normas UNE 21120 y ONSE 54.25-01.

Para la protección por sobrecargas procedentes de la BT se utilizarán los fusibles de BT.

3.1.2.5 Instalación de BT

La unión de transformador a cuadro se realizará con cables trenzados RZ 0,6/1 kV 3x150/80 almelec.

Estos cables deberán cumplir lo indicado en la Norma ENDESA BNL001 así como la Especificación Técnica de ENDESA Referencia 6700033.

El cuadro de baja tensión cumplirá con las Normas ENDESA FNL001 y NNL012, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700770, 6700042 y 6700043; y los fusibles que incorporen deberán cumplir con lo especificado en la Norma NNL011.

3.1.2.6 Antiescalo, seguridad y señalizaciones

En cumplimiento de lo dispuesto en el MIE RAT 15, apartado 4.2, los apoyos metálicos en los que se instale el transformador dispondrán de un dispositivo antiescalada, que deberá ser de poliéster, o bien de obra de fábrica, como protección frente a tensiones de contacto, hasta una altura de 3 metros.

Los PT equiparan las placas de identificación y de seguridad reglamentarias.

3.1.3 Medidas de Protección Medioambiental

3.1.3.1 Protección de la avifauna

En el caso de que la instalación se efectúe en una zona protegida de avifauna, la cadena de aislamiento deberá incorporar el dispositivo antielectrocución normalizado, según la solución constructiva correspondiente.

Los puentes de la línea de MT a transformador se harán con el conductor aislado normalizado o se aislará el conductor desnudo con alguno de los

sistemas previstos. Asimismo se instalarán capuchones aislantes sobre los bornes de MT y BT.

3.1.3.2 Prevención de incendios forestales

En caso de encontrarse el PT en terreno forestal, se dispondrá alrededor del apoyo un cortafuegos perimetral de las características y dimensiones recogidas en la Figura 3.1.3.2. En caso de que los fusibles se encuentren en un apoyo distinto al del transformador, también deberá rodearse el apoyo en que se encuentren, de otro cortafuegos perimetral igual.

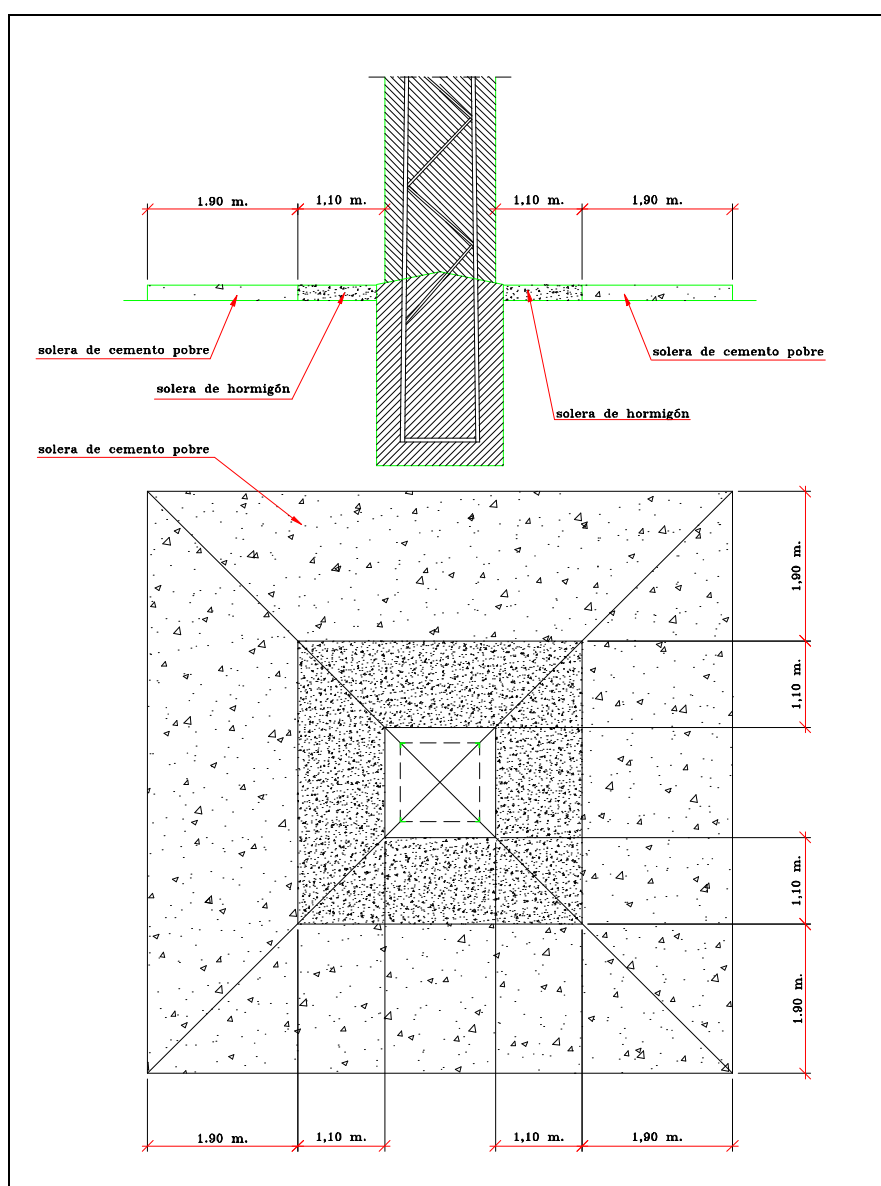


Figura 3.1.3.2

3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN RURAL EN MÓDULO DE HORMIGÓN PREFABRICADO

Como alternativa al PT (sobre apoyo), puede emplearse el Centro de Transformación prefabricado de hormigón tipo “rural” (CTR) para potencias que podrán ir hasta 250 kVA. Dicho CTR estará dotado del transformador, pararrayos y del cuadro de B.T., quedando situado el mismo junto al apoyo, en el que solamente estará situado el seccionamiento con los fusibles, y la conversión aerosubterránea.

Los CTR deben cumplir con las Normas de ENDESA FGH003 y FNH003.

4 CENTROS DE SECCIONAMIENTO

Son instalaciones de la red MT, de tipo Interior, cuya misión principal es el seccionamiento de una línea para mejorar la maniobrabilidad en la misma. En estos centros puede haber una o varias salidas de derivaciones y, en este caso, se instalará en el centro la aparamenta necesaria para la maniobra y protección de cada derivación. Por su parte, pueden cumplir, además, las funciones de Centro de Transformación si hay instalado en él transformador de donde nace red de distribución en BT de ENDESA (CT).

Estos centros pueden estar dotados de automatismos y/o telemando, que necesariamente serán compatibles con los sistemas de control y comunicación de ENDESA en el territorio, llamándose en estos casos “Centros de Distribución Automáticos” (CDA), “Centros de Distribución Automáticos Telemandados” (CDAT) o “Centros de Distribución Telemandados” (CDT), según dispongan, respectivamente, de Automatismo; Automatismo y Telemando; o únicamente Telemando.

Asimismo, en los casos en que las necesidades de la explotación lo aconsejen, podrán instalarse en ellos interruptores automáticos, debidamente coordinados con las protecciones de cabecera de la línea correspondiente.

La obra civil de estos centros cumplirá lo dispuesto en el presente Capítulo de estas Normas Particulares para los Centros de Transformación de tipo Interior. Igualmente, es aplicable a la aparamenta eléctrica MT de estos centros lo especificado para la aparamenta MT de los CT. En este sentido, las llegadas o salidas de líneas se dotarán de celdas prefabricadas que deben cumplir lo especificado en la Norma UNE 20099 y la Norma ENDESA FND003.

5 CENTROS DE ENTREGA

Centro de Entrega (CE) es un Centro de Transformación tipo Interior, o de Seccionamiento, del que parte una alimentación para un cliente MT desde una red subterránea.

En los CE se definen las siguientes partes, perfectamente diferenciadas:

- Recinto de Seccionamiento, integrado en la red de ENDESA, donde se ubica la apartamentada propia de la red de distribución de ENDESA, así como la celda de entrega al suministro MT. En esta parte puede haber transformador MT/BT de donde nace red de distribución en BT de ENDESA.
- Recinto de Protección y Medida del Cliente, que es la parte de la instalación en la que se ubica la celda o celdas de protección de la instalación del cliente, así como su medida y elementos de control de dicha instalación .

Ambos Recintos constituirán dos partes independientes y separadas del CE, de forma que las personas ajenas a ENDESA no puedan tener acceso al Recinto de Seccionamiento. A tal fin, habrá una separación física entre la instalación del cliente y la de la empresa suministradora, que se dispondrá inmediatamente a continuación de la celda de entrega, perteneciendo ésta al Recinto de Seccionamiento, tal y como se dice anteriormente.

El uso del Recinto de Seccionamiento debe pertenecer a ENDESA, y su emplazamiento y accesos deben reunir los mismos requisitos indicados en el apartado 2.2 para los Centros de Transformación de tipo Interior, incluido el acceso libre y directo desde vía de uso público. El uso del Recinto de Protección y Medida corresponde al cliente, que tendrá acceso al mismo directamente desde el exterior del CE. Consiguientemente ambos recintos deben tener puertas independientes al exterior del CE.

La instalación eléctrica y esquemas de los CE se atenderán a lo establecido en el Capítulo “Especificaciones Técnicas Sobre Suministros en Media Tensión” de estas Normas Particulares.

6 PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS

6.1 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Los Centros a que se refiere el presente Capítulo de las Normas Particulares de ENDESA, estarán provistos de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio Centro. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la

intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

Para diseñar la instalación de puesta a tierra, debe tenerse en cuenta que, en las subestaciones, los neutros de los transformadores que alimentan la red de distribución en MT de ENDESA en Andalucía, están unidos a tierra mediante resistencia que limita la intensidad de defecto a 300 A (40 Ohm) para redes aéreas, ó 1.000 A (12 Ohm) para redes subterráneas (a confirmar por ENDESA en cada caso), siendo el tiempo de desconexión de 1 s.

A partir de estos datos, se utilizará un método de acreditada solvencia para el cálculo y diseño de la instalación de puesta a tierra, entre los que se encuentran los siguientes:

- “Instalaciones de Puesta a Tierra en Centros de Transformación” y su hoja de aplicación a la red de Compañía Sevillana de Electricidad, S.A., publicado por el Dr. Ingº Industrial D. Julián Moreno Clemente (2ª edición, Málaga 1991).
- “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” publicado por UNESA.

6.2 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Los Centros dispondrán de dos sistemas de tierra:

- Uno de servicio, para el neutro de baja tensión
- Otro de protección, al que se conectarán las masas y envolventes metálicas de los aparatos, así como los herrajes y estructuras del CT

Estos dos sistemas serán separados o se conectarán en una única red de tierra general, según el siguiente criterio:

- a) En los Centros Intemperie y en los integrados en una red MT aérea, se dispondrán tierras separadas.
- b) En los Centros integrados en una red subterránea de cables MT con las pantallas unidas eléctricamente entre sí, se interconectarán la tierra de protección y la de servicio, en un único sistema general de puesta a tierra.
- c) En los Centros integrados en una red MT mixta, de líneas aéreas y cables subterráneos y en ella existan 2 ó más tramos subterráneos con una longitud total mínima de 3 km, con trazados diferentes, y con una longitud cada uno de ellos de más de 1 km, se interconectarán la tierra de protección

y la de servicio, en un único sistema general de puesta a tierra. Si no se alcanzan tales condiciones, se mantendrán las tierras separadas.

En los métodos de cálculo de Puesta a Tierra antes indicados se recoge también el cálculo de la distancia mínima en caso de tierras separadas.

6.3 EJECUCIÓN DE LAS PUESTAS A TIERRA

En la instalación de las puestas a tierra de protección y de servicio, se cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Cada una de ellas llevarán dos bornes accesibles para la medida de la resistencia de tierra.
- b) Todos los elementos que constituyen una instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- c) Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- d) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores de un CT.
- e) La línea de tierra, que conecta los elementos a poner a tierra con los electrodos, será de 50 mm² de cobre. En el caso de tierras separadas, la línea de tierra del neutro será de cobre de nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- f) En los circuitos de puesta a tierra de un PT se observarán los siguientes puntos:
 - A la tierra de protección de un PT se conectará el apoyo, todos los herrajes y la tierra de los pararrayos. Todo el conjunto de picas y anillo difusor se unirá a la toma de tierra del apoyo mediante grapas de conexión, atravesando la solera mediante tubos de PVC, PG-36. Las grapas de conexión se recubrirán de cinta de protección anticorrosiva.
 - Los apoyos asociados al PT que soporten aparataje de MT, se dotarán, en cumplimiento del Art. 26 del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, de electrodos de tierra en anillo con una resistencia de difusión de valor máximo 20 Ohm, según se detalla en el apartado 5.3.9 del Capítulo V de estas Normas Particulares.
 - La bajada de tierra del neutro se instalará mediante conductor de cobre aislado de 0,6/1 kV, desde la conexión con el neutro, y abrazaderas a los montantes, debiendo garantizarse su protección mecánica hasta 2,5

m de altura y en su paso a través del hormigón y hasta la pica o picas de tierra, mediante tubo con grado de protección mecánica IK 07, según UNE-EN 50102.

7 PROTECCIÓN FRENTE A LA AGRESIÓN MEDIO-AMBIENTAL

7.1 NIVELES DE CONTAMINACIÓN

Las instalaciones, por su situación geográfica, pueden encontrarse sometidas a los niveles de contaminación que se describen a continuación:

- **Nivel de contaminación normal:**

Zonas con industrias no productoras de humos particularmente contaminantes, con una densidad media de casas equipadas de calefacción contaminante

Zonas con gran densidad de casas o de industrias, pero sometidas a vientos fuertes o a lluvias.

Zonas expuestas al viento del mar, pero no muy próximas a la costa (distancias de al menos 5 km).

- **Nivel de alta contaminación salina o industrial:**

Zonas con fuerte densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de instalaciones de calefacción contaminantes

Zonas próximas al mar o en cualquier caso expuestas a vientos relativamente fuertes que vienen del mar.

- **Nivel de muy alta contaminación salina o industrial:**

Zonas generalmente poco extensas, sometidas a polvos conductores y a humo industrial que produce depósitos conductores particularmente espesos.

Zonas generalmente poco extensas, muy próximas a la costa y expuestas a niebla salina o a vientos muy fuertes y contaminantes procedentes del mar.

Zonas desérticas, caracterizadas por largos períodos sin lluvia, expuestas a vientos fuertes que transportan arena y sal, y sometidas a una condensación regular.

7.2 MEDIDAS A ADOPTAR

En zonas de alta o muy alta contaminación salina o industrial es preceptiva la instalación de Centros de Transformador tipo Interior. A efectos de la delimitación de dichas zonas, se tendrá en cuenta lo indicado en el documento ENDESA NZZ009.

A su vez, para los Centros de Transformación tipo Interior afectados por alta contaminación salina o ambiental se tomarán las medidas siguientes:

1.- Las rejillas se colocarán preferentemente en la cara no afectada directamente por vientos dominantes procedentes de la contaminación, y cuando esto no sea posible se instalarán cortavientos adecuados.

2.- Los terminales de los cables de Baja Tensión y las bornas de Baja Tensión del transformador y del cuadro de Baja Tensión, irán protegidos mediante envoltentes aislantes.

Para los Centros de Transformación tipo Interior afectados por muy alta contaminación salina o ambiental, además de todas las medidas contra la contaminación ya enumeradas, se tomarán las siguientes:

3.- Las puertas y rejillas de ventilación serán de chapa de aluminio anodizado de 18/21 micras, o de poliéster.

4.- La tornillería, bisagras y cerraduras serán de acero inoxidable AISI 316L. Si se utilizasen candados para sustituir a las cerraduras, estos y sus elementos de sujeción serán de latón, y el arco del candado de acero inoxidable AISI 316L.

5.- El diseño del sistema de entrada de aire será de tipo laberíntico, que favorezca la decantación de los elementos en suspensión arrastrados por el aire, haciendo penetrar el aire por la parte inferior del transformador si la altura del local lo permite, o a través del suelo.