



**MT 2.11.03**  
Edición 04  
Fecha : Febrero, 2004

MANUAL TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN

**PROYECTO TIPO**

**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

**EN EDIFICIO DE OTROS USOS**

**(PLANTA BAJA Y SÓTANO)**

---



**MT 2.11.03**  
Edición 04  
Fecha : Febrero, 2004

MANUAL TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN

## PROYECTO TIPO

### CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EDIFICIO DE OTROS USOS (PLANTA BAJA Y SÓTANO)

## ÍNDICE

	Página
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	2
2 UTILIZACIÓN .....	2
3 REGLAMENTACIÓN.....	2
4 DISPOSICIONES OFICIALES.....	2
5 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	3
6 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	3
6.1 Características del local.....	3
6.2 Celdas de Alta Tensión .....	6
6.3 Transformador.....	7
6.4 Cuadros de B.T.....	7
6.5 Fusibles Limitadores de A.T. ....	7
6.6 Interconexión Celda-Trafo .....	8
6.7 Interconexión Trafo-Cuadro B.T. ....	8
6.8 Instalación de Puesta a Tierra (PaT) .....	8
7 ESQUEMAS ELÉCTRICOS .....	13
8 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS .....	13
9 PLANOS GENERALES Y CONDICIONES DE SERVICIO .....	14
ANEXO A.....	15

Preparado

2004-02

Aprobado

15-03-04

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Este documento constituye el Proyecto Tipo Iberdrola, que establece y justifica todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción del centro de transformación en edificio de otros usos (planta baja y sótano).

## **2 UTILIZACIÓN**

Este documento se utilizará como base para la redacción de proyectos concretos, cada uno de los cuales se complementará con las particularidades específicas que se describen en el anexo.

Por otro lado el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra en cuanto a la Autorización Administrativa, Declaración en concreto de Utilidad Pública y Aprobación del Proyecto de Ejecución, sin más requisitos que la presentación, en forma de proyecto simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo Iberdrola.

## **3 REGLAMENTACIÓN**

En la redacción de este proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centro de transformación contenidas en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 12-11-82 y publicado en el BOE núm. 288 del 1-12-82 y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden de 6-7-84, y publicado en el BOE núm. 183 del 1-8-84 y su última modificación de Orden Ministerial de 10 de Marzo 2000, publicada en el BOE nº 72 de 24 de marzo de 2000 y la corrección de erratas publicadas en el BOE nº 250 del 18 de octubre de 2000.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, y publicado en el BOE número 224, de 18 de Septiembre de 2002.

Además se han aplicado las normas IBERDROLA que existan, y en su defecto las normas UNE, EN y documentos de Armonización HD. Se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

## **4 DISPOSICIONES OFICIALES**

A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno e imposición de servidumbres, se aplicará lo previsto en el Capítulo V del Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica, o en su defecto la reglamentación Autonómica que le fuese de aplicación.

## 5 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

La ejecución de las instalaciones a que se refiere el presente Proyecto Tipo IBERDROLA, se ajustarán a todo lo indicado en el Capítulo IV "Ejecución de las Instalaciones", del MT 2.03.20 "Normas Particulares para las Instalaciones de Alta Tensión (hasta 36 kV) y Baja Tensión".

## 6 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los elementos constitutivos del CTOU serán:

- Características del local.
- Celdas de Alta Tensión.
- Transformador de MT/BT.
- Cuadros de BT.
- Fusibles Limitadores de AT.
- Interconexión celda-trafo.
- Interconexión trafo-cuadro BT.
- Instalación de puesta a tierra.
- Esquemas eléctricos.
- Señalización y material de seguridad.
- Planos generales.

### 6.1 Características del local

**6.1.1 Ubicación y accesos.-** El CTOU no podrá instalarse por debajo del primer sótano. El paramento de la puerta estará situado preferentemente en línea de fachada a una vía pública.

Como norma general se accederá al CTOU directamente desde la vía pública.

El acceso al interior del local del CTOU será exclusivo para el personal de Iberdrola. En el caso de que el acceso tenga que efectuarse forzosamente a través de trampillas, este acceso no podrá estar situado en zonas que hayan de dejarse permanentemente libres, tales como paso de bomberos o salidas de urgencia o socorro.

Las vías para el acceso de los materiales deberán permitir el transporte en camión, de los transformadores y demás elementos pesados del CTOU, hasta el local.

El emplazamiento elegido del CTOU deberá permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galería de servicio, de todas las canalizaciones subterráneas previstas.

### 6.1.2 Elementos Constructivos

**6.1.2.1 Características Generales.-** El local destinado a contener en su interior el CTOU cumplirá con las condiciones siguientes:

- No contendrá otras canalizaciones ajenas al CTOU, tales como agua, vapor, aire, gas, teléfono, etc.
- Será construido enteramente con materiales no combustibles.
- Los elementos delimitadores del CTOU (muros exteriores, cubiertas y solera), así como los estructurales en él contenidos (vigas, columnas, etc.), tendrán una resistencia al fuego de

acuerdo con la NBE CPI-91 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO, de acuerdo con la Norma UNE 23-727.

**6.1.2.2 Muros Exteriores.-** Se construirán de forma que sus características mecánicas estén de acuerdo con el resto del edificio, pero como mínimo presentarán una resistencia mecánica equivalente a la de los espesores de los muros constituidos con los materiales indicados a continuación:

- Sillería natural: 30 cm
- Fábrica de ladrillo macizo: 22 cm
- Hormigón de masa: 20 cm
- Hormigón armado o elementos prefabricados: 8 cm
- Pilares angulares de hormigón armado y ladrillos huecos: 15 cm

**6.1.2.3 Forjado Superior.-** En los CTOU tipo sótano que estén ubicados de forma que sobre él se prevean cargas excepcionales (zonas de circulación o aparcamiento de vehículos), Las características mecánicas correspondientes a la sobrecarga de 1.000 Kg/m<sup>2</sup> son las establecidas por la NBE-AE88.

**6.1.2.4 Suelo.-** El suelo estará elevado 0,2 m sobre el nivel exterior cuando este sea inundable. En los CTOU se habilitará un pozo (foso ó recrecido) de recogida de aceite por cada transformador, con revestimiento resistente y estanco y con una capacidad mínima de 600 l.

En la parte superior del pozo de recogida se preverán cortafuegos.

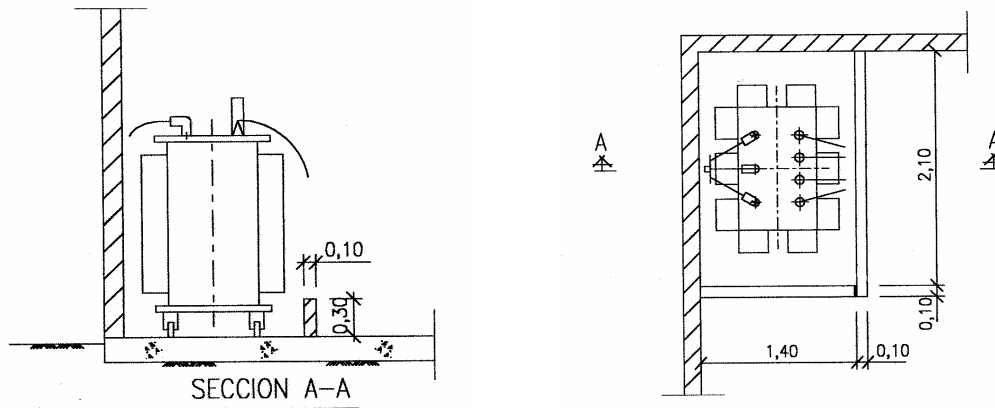
En casos excepcionales, en los que en los CTOU no se pueda excavar un foso de recogida de aceite, ni tampoco sea posible recrecer el suelo existente, será necesario realizar un foso bañera con las características siguientes:

Altura de foso: 30 cm., con una anchura de la pared del foso de 10 cm., incluido el enlucido.

La superficie del foso bañera será como mínimo de 140 x 210 cm. (ver figura 1), recomendándose ampliar la dimensión de 140 cm., alejando ligeramente el transformador por el lado de las bornas de MT, de la pared, si se pudiera.

El tabique se levantará con ladrillo machetón de 25/12/8 cm., y raseado con cemento por ambas partes.

Tanto el pozo(cubeto) de recogida de aceites como el foso bañera dispondrán en su interior de cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones, etc.



**Figura 1.** Foso bañera

Por la superficie ocupada por el foso bañera, no discurrirán en ningún caso, cualquiera de las acometidas de cable de MT o BT.

El forjado del pavimento del CTOU deberá aguantar una sobrecarga móvil de 3.000 Kg/m<sup>2</sup> en la zona de rodadura y de 600 Kg/m<sup>2</sup> en el resto.

**6.1.2.5 Acabado.-** El acabado de la albañilería tendrá las características siguientes:

Paramentos interiores: Raseo con mortero de cemento y arena, lavado de dosificación 1:4, con aditivo hidrófugo en masa, talochado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.

**6.1.3 Dimensiones.-** Los CTOU, además de cumplir en cuanto a anchuras de pasillos lo especificado en el Apartado 5 del MIE-RAT 14, tendrán las dimensiones mínimas indicadas en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1**  
**Tensión: 24 kV**

TIPO DE CTOU	Nº DE TRAFOS	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Planta Baja (Lonja)	1	2,60	20,30
	2		30,80
Sótano	1		22,40
	2		33,60

**Tabla 2**  
**Tensión: 36 kV**

TIPO DE CTOU	Nº DE TRAFOS	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Planta Baja (Lonja)	1	3,15	23,28
	2		37,12
Sótano	1		29,40
	2		43,52

**6.1.4 Ventilación.-** La ventilación será natural, admitiéndose un salto térmico máximo de 15°C. Las rejillas de ventilación deben situarse preferentemente en fachada, vía pública o patios interiores de manzana y en todos los casos cumplirá con lo establecido en la NBE CP1-91. La altura entre la entrada y la salida de aire será la máxima posible.

Para la determinación de la sección del hueco para las rejillas de la ventilación, se tendrá en cuenta la Tabla 3.

Donde,

$$S = \frac{P}{0,24.Cr.\sqrt{\Delta t^3}.H}$$

Siendo :

P = La potencia del transformador en kVA

S = La superficie de la rejilla en m<sup>2</sup>.

Cr = El coeficiente de penetración de aire de la rejilla.

$\Delta t$  = El salto térmico permitido en °C. (15°C)

H = La altura en m, entre ejes de las rejillas

**Tabla 3**

Nº TRAFOS	S	H (Altura (m))								
		Hasta 1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	6
1	(m <sup>2</sup> )	1,39	1,14	0,98	0,88	0,80	0,74	0,69	0,65	0,62
2		2,79	2,28	1,97	1,76	1,61	1,48	1,39	1,31	1,25

Si se dispone de rejillas de ventilación de superficies ó de altura entre rejillas, mayores que las indicadas en la tabla 3, se podrá minimizar las superficies del centro, indicadas en el apartado 6.1.3.

**6.1.5 Carpintería.-** La carpintería será metálica y protegida mediante galvanizado en caliente en los elementos siguientes: rejilla ventilación CTOU tipo sótano; tapa entrada hombre CTOU tipo sótano; tapa entrada trafo CTOU tipo sótano; escaleras CTOU tipo sótano; y bastidores, perfiles y soportes de cables.

Las puerta de entrada trafo CTOU tipo lonja, puerta entrada hombre CTOU tipo lonja y las rejillas ventilación CTOU tipo lonja serán de poliester reforzado.

En los CTOU de tipo sótano, las rejillas de ventilación verticales (si las hubiera )serán también de poliester reforzado. Las rejillas de ventilación horizontales, las tapas de acceso de personas y las tapas de acceso de material y sus marcos correspondientes, serán metálicas y estarán puestas a tierra.

Las dimensiones, marcas y tipos para todos ellos. cumplirán lo especificado en la Norma NI 50.20.03 "Herrajes, puertas, tapas, rejilla, escaleras y cerraduras para Centros de Transformación".

## 6.2 Celdas de Alta Tensión

Los tipos de celdas con aislamiento y corte en SF6 a utilizar en los CTOU serán las no extensibles (CNE), pudiendo indistintamente englobar las funciones de línea y/o de protección.

Los tipos de celdas para cada tipo de caseta serán los indicados en la Tabla 4, y cumplirán lo especificado en la norma NI 50.42.11 "Celdas de Alta Tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas con dieléctrico de SF6, para CT".

**Tabla 4**

TIPO DE LOCAL	TIPOS DE CELDAS
Lonja ó Sótano	CNE-P-F-SF6-24
	CNE-P-F-SF6-36
	CNE-3L-SF6-24
	CNE-2L1P-F-SF6-24
	CNE-2L1P-F-SF6-36
	CNE-3L1P-F-SF6-24
	CNE-3L1P-F-SF6-36
	CNE-2L2P-F-SF6-24
	CNE-2L2P-F-SF6-36
	CNE-3L2P-F-SF6-24
	CNE-3L2P-F-SF6-36

### 6.3 Transformador

Atendiendo a lo establecido en el Apartado 4.1 "Sistemas contra incendios", del MIE-RAT 14, diferenciamos el tipo de dieléctrico de los transformadores, en función de la clase y características del local.

En aquellos CTOU que dispongan de pozo de recogida de aceite, se deberán instalar exclusivamente transformadores de aceite, excepto en aquellos casos excepcionales, en que los CTOU estén ubicados en edificios de pública concurrencia con acceso desde el interior de la misma, en cuyo caso, si la potencia del centro es superior a 400 kVA por trafo, será necesario instalar transformadores con dieléctrico aislante distinto del aceite mineral (Tipo K ). Las potencias utilizadas serán exclusivamente de 400 y 630 kVA.

Los transformadores citados anteriormente están recogidas en las normas siguientes:

NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión".

NI 72.30.06 "Transformadores trifásicos sumergidos en líquido aislante distinto de aceite mineral, para distribución en baja tensión".

### 6.4 Cuadros de B.T.

El CTOU irá dotado de un cuadro de 5 salidas de 400 A, o de un cuadro de 4 salidas de 400 A + 2 salidas de 160 A, por cada transformador.

Las especificaciones técnicas, tanto del módulo de acometida como del módulo de ampliación, están recogidas en la Norma NI 50.44.02 "Cuadros de distribución en BT para centros de transformación de interior".

El cuadro de BT podrá no incorporar maxímetro amperímetro, ya que el control de la carga de los transformadores se realizará periódicamente mediante la medición de las citadas cargas en el centro de transformación.

### 6.5 Fusibles Limitadores de A.T.



Los fusibles limitadores instalados en las celdas de alta tensión deben de ser de los denominados "Fusibles fríos", y sus características técnicas están recogidas en la Norma NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociada para AT hasta 36 kV".

### **6.6 Interconexión Celda-Trafo**

La conexión eléctrica entre la celda de alta tensión y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de aluminio, de 50 mm<sup>2</sup> de sección, y del tipo HPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CTOU de hasta 24 kV, y la tensión asignada del cable 18/30 kV para tensiones de CTOU de 36 kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/200 A para CTOU de hasta 24 kV, y de 36 kV/400 A en los CTOU de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la Norma NI 56.43.01 "Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina ( HPRZ1) para redes de AT. hasta 1/8/30 kV".

Las especificaciones técnicas de los terminales están recogidas en la Norma NI 56.80.02 "Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas 12/20(24) kV hasta 18/30(36) kV".

### **6.7 Interconexión Trafo-Cuadro B.T.**

La conexión eléctrica entre el trafo de potencia y el cuadro de BT, se debe realizar con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo RV y de 0,6/1 kV, especificados en la Norma NI 56.31.21 "Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión. 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 por fase y dos para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-240/12, especificados en la Norma NI 58.20.71 "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión. Características generales."

En los locales colindantes a través del techo, con vecinos que utilicen o puedan utilizar equipos sensibles a las perturbaciones originadas por los campos electromagnéticos (CM), se deberá realizar el tendido de los cables de la interconexión, por las atarjeas practicadas en las soleras, y definidas en la norma NI 50.20.03 "Herrajes, puertas, tapas, rejillas, escaleras y cerraduras para Centros de Transformación".

En los locales colindantes a través de sus paredes, con vecinos que utilicen o puedan utilizar equipos sensibles a las perturbaciones originadas por los CM, se deberá realizar el tendido de los cables de BT desde el interior del centro hacia el exterior, por las paramentas diametralmente opuestas a estos vecinos.

### **6.8 Instalación de Puesta a Tierra (PaT)**

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT vienen reflejadas (tensión de paso y tensión de contacto) en el Apartado 1 "Prescripciones Generales de Seguridad" del MIE-RAT 13 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación). " Para ello este Apartado 6.8 se ha configurado de acuerdo con lo especificado en los documentos MT 2.11.30 "Criterios de Diseño de puesta a

tierra de los Centros de Transformación” y MT 2.11.31 “Criterios de Ejecución de puesta a tierra de los Centros de Transformación”.

Tal y como se recoge en el apartado 2.2.1 del MT 2.11.30, el valor máximo de la intensidad de puesta a tierra para este tipo de Centros, será reducida (500 A.), bien sea porque la mayor parte de la corriente de defecto circule preferentemente por las pantallas de los cables subterráneos, bien sea porque la mayor parte de la corriente de defecto se difunda a tierra a través de las envolventes conductoras de los cables subterráneos, en su caso.

Los valores de los Coeficientes de Tensiones de Paso y Contacto ( $K_r$ ,  $K_c$ ,  $K_p$ ) están recogidos y desarrollados en el documento referenciado como DIE-0723, elaborado por el Dpto. de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Valladolid. (E.T.S. de Ingenieros Industriales).

**6.8.1 Sistemas de PaT.-** Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de la PaT de Servicio (neutro).

A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba del transformador/res.
- Envolvente metálica del cuadro B.T.
- Celda de alta tensión (en dos puntos).
- Pantalla del cable HEPRZ1, extremos conexión celda y ambos extremos en conexión transformador

A la línea de tierra de la PaT de Servicio (neutro), se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

Los electrodos de PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separados, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo de PaT de protección, adquiera un valor menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecerán tierras unidas.

Dado que este tipo de Centros representa prácticamente en su totalidad, una topología de red en la que todas las pantallas de los cables de interconexión entre los diferentes Centros, están conectadas a tierra y por lo tanto los valores reales de la Resistencia de Difusión a Tierra alcanza valores menores o iguales a  $1\Omega$ , en el estudio desarrollado a continuación no se han contemplado los riesgos de los defectos (por ser prácticamente nulos) en la apartamentación en el interior de este tipo de Centros, por todo ello será necesario tomar las medidas adicionales necesarias para evitar las tensiones de paso y contacto peligrosas (MIE –RAT 13) .

Para cada línea de PaT, se instalará una caja de seccionamiento, debidamente señalizada. En el caso de líneas de PaT unidas, una sola caja será suficiente

**6.8.2 Formas de los Electroodos.-** El electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida desde el edificio al exterior, con cable aislado y aprovechando para la colocación del electrodo, las zanjas de cables de alimentación del centro.

### 6.8.3 Materiales a Utilizar

#### 6.8.3.1 Línea de Tierra

- Línea de tierra de la PaT de Protección.  
Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión"
- Línea de tierra de la PaT de Servicio.  
Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección, tipo DN-RA 0,6/1 kV, especificado en la NI 56.31.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV"

Cuando las PaT de Protección y Servicio (neutro) hayan de establecerse separadas, como ocurre la mayor parte de las veces, el aislamiento de la línea de tierra de la PaT del neutro deberá satisfacer el requisito establecido en el párrafo anterior, pero además cumplirán la distancia de separación establecida en la Tabla 6, y en las zonas de cruce del cable de la línea de PaT de Servicio con el electrodo de PaT de protección deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm.

**6.8.3.2 Electrodo de Puesta a Tierra.-** Para el electrodo de Puesta a Tierra se empleará conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión", con picas de acero-cobre del tipo PL 14-2000, según NI 50.26.01 "Picas cilíndricas de acero-cobre".

**6.8.3.3 Piezas de Conexión.-** Las conexiones se efectuarán empleando los materiales siguientes:

Conductor-Conductor

- Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herraje y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de conexión paralela y sencilla"

Conductor-pica

- Grapa de conexión para pica cilíndrica de acero-cobre, tipo GC-P 14,6/C-50, según NI 58.26.03 "Grapa de conexión para pica cilíndrica acero-cobre".

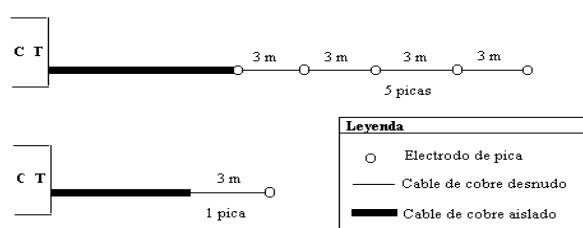
**6.8.3.4 Sistema de Puestas a Tierra de las puertas de los Centros .-** Las puertas de acceso a los Centros en Edificios de Otros Usos, serán de poliéster reforzado, con las dimensiones y especificaciones recogidas en la Norma NI 50.20.03 "Herrajes, puertas, tapas, rejillas y escaleras para centros de transformación".

**6.8.4 Ejecución de Puestas a Tierra.-** Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT, es necesario conocer el valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno y como consecuencia, las tensiones de paso y contacto resultante de la instalación. La realización e interpretación de las mediciones de la resistividad del terreno se especifican en el MT 2.03.10 "Realización e interpretación de puestas a tierra de los apoyos de líneas aéreas y de los centros de transformación". Dicho manual técnico recoge el protocolo de medidas de resistividad del terreno.

Dependiendo de la resistividad del terreno y de la intensidad estimada de PaT, se han elegido once configuraciones de electrodos.

En este tipo de centros el electrodo de PaT estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida a la calle en cable aislado y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de cables de alimentación del centro.

En todas las configuraciones se utilizarán electrodos de pica de 2 metros de longitud unidas por cable de cobre desnudo, siendo la interdistancia entre picas de 1,5 veces la longitud de las mismas, esto es, 3 metros, estando la cabeza enterrada en una profundidad de 0,5 metros como mínimo. La primera pica se colocará en el comienzo del cable de cobre (desnudo), excepto en el caso de una sola pica, estando ésta situada en el extremo final, como se ilustra en la Figura 2.



**Figura 2**  
**Disposición lineal en CT en Edificios de Otros Usos**  
**(Planta o Sótano)**

La Tabla 5 recoge las configuraciones normalizadas de electrodos de Puesta a Tierra para Centros de Transformación en edificios de otros usos (planta o sótano).

**Tabla 5**  
**Configuraciones de electrodos de PaT para CTOU**  
**(Planta o Sótano)**

Rango resistividad equivalente (ohm m)	Electrodo	Resistencia (ohm)
menor 50	1P	12.7
entre 50 y 100	2P	19.4
entre 100 y 200	5P	17.9
entre 200 y 300	8P	17.6
entre 300 y 400	10P	19.6
entre 400 y 500	13P	19.8
entre 500 y 600	16P	19.8
entre 600 y 700	20P	19.4
entre 700 y 800	24P	19.0
entre 800 y 900	26P	19.9
entre 900 y 1000	30P	19.7

**6.8.4.1 Disposición de los electrodos de PaT de servicio y protección en Centros de Transformación en Edificios de Otros Usos (Planta o Sótano).**- En la Tabla 6 se indica la

separación en metros, que debe existir entre los electrodos de PaT de Protección y Servicio en Centros de Transformación en Edificios de Otros Usos (planta o sótano).

**Tabla 6**  
**Separación en metros entre los electrodos de PaT de Protección y Servicio**  
**en Edificios de Otros Usos (Planta o Sótano)**  
**(metros)**

<b>ipat (A)</b> Rango $\rho_{eq}$ (ohm.m)	<b><math>\leq 100</math></b>	<b><math>\leq 200</math></b>	<b><math>\leq 300</math></b>	<b><math>\leq 400</math></b>	<b><math>\leq 500</math></b>
<b>Menor de 50</b>	1	2	2	3	4
Entre 50 y 100	2	3	5	6	8
Entre 100 y 200	3	6	10	13	16
Entre 200 y 300	5	10	14	19	24
Entre 300 y 400	6	13	19	26	32
Entre 400 y 500	8	16	24	32	40
Entre 500 y 600	10	19	29	38	48
Entre 600 y 700	11	22	33	45	56
Entre 700 y 800	13	26	38	51	64
Entre 800 y 900	14	29	43	57	72
Entre 900 y 1000	16	32	48	64	80

**6.8.4.2 Separación entre las Tomas de Tierra de las masas de utilización y de las masas de un Centro de Transformación.-** En la ITC-BT-18, Apartado 11, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se indica que las tomas de Tierra de las masas de las instalaciones de utilización (edificios) no estarán unidas a la toma de Tierra de masas del Centro de Transformación que se encuentre ubicado en su interior, salvo en los casos en los que se cumpla las condiciones de seguridad especificadas en dicho apartado 11 de la mencionada ITC. Los distintos electrodos de PaT se diseñarán de forma que cumplan que la distancia entre las tomas de tierra del CTOU y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización sea al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100  $\Omega$ .m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, esta distancia será aumentada.

## 7 ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Como ejemplo, el esquema eléctrico de un CTOU con una celda de entrada, otra de salida y dos transformadores, sería el reflejado en la Figura 3.

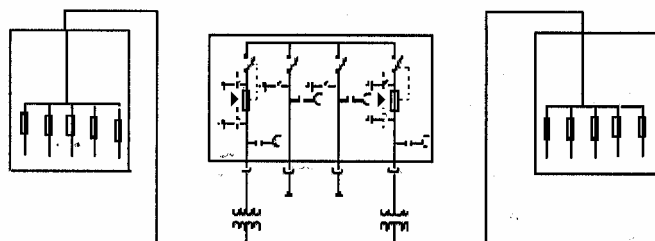


Figura 3

## 8 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

El CTOU dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma aislantes para la correcta ejecución de las maniobras y placa de instrucciones para primeros auxilios.

La banqueta aislante está recogida en la NI 29.44.08 "Banquetas aislantes para maniobra"

Los guantes de goma aislantes están recogidos en la NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad"

9 PLANOS GENERALES Y CONDICIONES DE SERVICIO

Los Centros de Transformación en Edificios destinados a Otros Usos vienen recogidos en las Figuras 4 y 5.

Las condiciones de servicio del centro serán las especificadas como Condiciones Normales de Servicio en el apartado 2.1 de la Norma UNE-EN 61330.

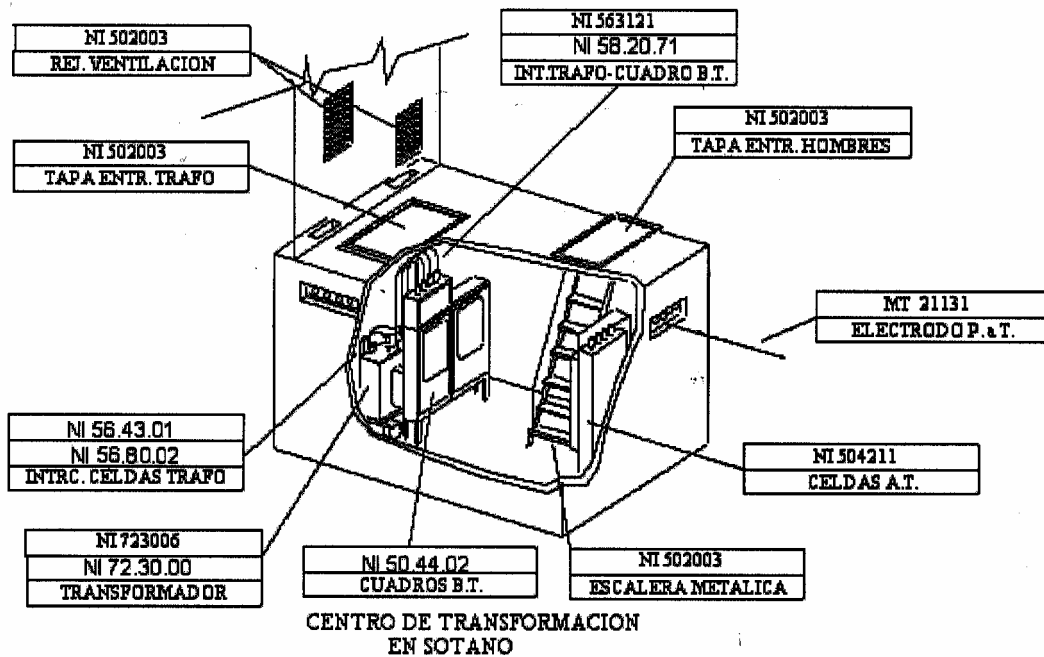


Figura 4  
Tipo Sótano

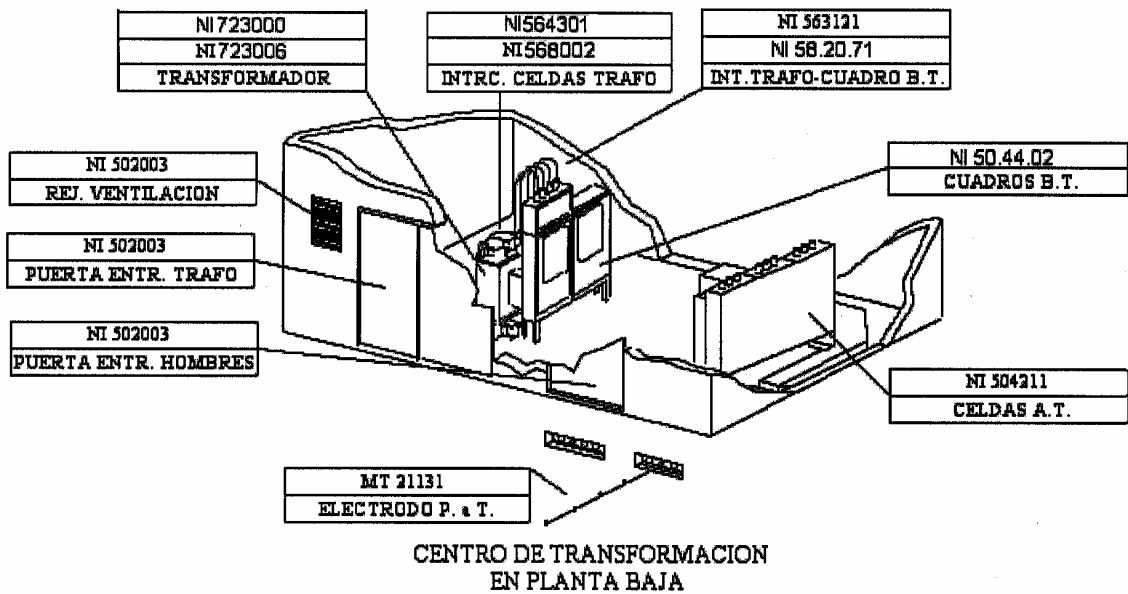


Figura 5  
Tipo Lonja

## **1 DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Cada proyecto concreto, en cumplimiento del MIE-RAT 20 "Anteproyectos y Proyectos, y diseñado en base al presente Proyecto Tipo, deberá aportar los siguientes documentos característicos del mismo.

### **1.1 Memoria**

En ella se justificará la finalidad de la instalación, razonando su necesidad o conveniencia.

### **1.2 Planos**

Se incluirá como mínimo un detalle del emplazamiento a escala 1:100, de la parcela o solar, con sus dimensiones, superficie y cotas para el replanteo del Centro de Transformación. Se incluirán las secciones necesarias para que queden reflejados los niveles existentes en la parcela, con las vistas del Centro de Transformación.

### **1.3 Presupuesto**

Se obtendrá el Presupuesto de Ejecución por aplicación de las Unidades Compatibles del MT 2.13.08 recogidas en el ARAMIS.