IBERDROLA

MT 2.11.09
Edición 01
Fecha: Abril, 2004

MANUAL TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA
E.T.S.I.I.

PROYECTO TIPO

PARA

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEGRADO Ó COMPACTO EN ENVOLVENTE PREFABRICADA SUBTERRÁNEA

IBERDROLA

MT 2.11.09
Edición 01
Fecha: Abril, 2004

MANUAL TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN

PROYECTO TIPO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTEGRADO Ó COMPACTO EN ENVOLVENTE PREFABRICADA SUBTERRÁNEA

INDICE

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 Envolventes 3
6.2 Aparamenta 3
6.3 Transformador 3
6.4 Cuadros de B.T. 4
6.5 Fusibles Limitadores de M.T. 4
6.6 Interconexión Celda- Trafo y Trafo-Cuadro B.T. 4
6.7 Instalación de Puesta a Tierra (PaT) 4
UNIDAS 9
7 ESQUEMAS ELÉCTRICOS 10
8 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS 10
9 MONTAJE DEL CENTRO Y CONDICIONES DE SERVICIO 11
ANEXO A 12

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA E.T.S.I.I.

Preparado	Aprobado

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 integrado o compacto, en envolventes prefabricadas de hormigón para centros de transformación subterráneos. La envolvente prefabricada de hormigón está definida en la Norma NI 50.40.01; el centro de transformación integrado está definido en la Norma NI 50.40.05 y el centro de transformación compacto está definido en la Norma NI 50.40.06.

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 B.O.E. núm. 288 del 1-12-82 y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden de 6-7-84, y publicado en el B.O.E. 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 Capitulo 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.
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 Capitulo 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 y Recepción Técnica de las Instalaciones", del MT 2.03.20 "Normas Particulares para las Instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión".

6 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los elementos constitutivos del CT serán:

- Además de los elementos definidos en la Norma NI 50.40.05 " Conjuntos integrados para centros de transformación de interior" o en la Norma 50.40.06 "Centros de transformación compactos", según proceda.

- Instalación de puesta a tierra.
- Señalización y material de seguridad.
- Esquemas eléctricos.
- Planos generales.

6.1 Envolventes

Las envolventes, cumplirán con las características generales especificadas en la Norma NI 50.40.01 "Envolventes prefabricadas de hormigón para centros de transformación subterráneos. Maniobra interior, sin cubierta".

6.2 Aparamenta

La aparamenta de los Centros integrales y de los Centros compactos, deberán cumplir con los requisitos especificados en la norma UNE -EN 60694 "Estipulaciones comunes para la norma de aparamenta de alta tensión".

Además las características de las celdas de los Centros compactos serán las definidas en la Norma NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de Sf6, para CT".

6.3 Transformador

En los Centros integrados los transformadores llevarán como dieléctrico, líquidos aislantes clasificados por su punto de combustión, como de Clase O (Aceite mineral aislante según UNE -EN 61100); además, excepto en las pérdidas, cumplirán lo especificado en la Norma NI

72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite, para distribución en baja tensión". No dispondrán de la cuba especificada en la norma anteriormente citada.

En los Centros Compactos los transformadores cumplirán con lo especificado en la Norma NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite, para distribución en baja tensión".

6.4 Cuadros de B.T.

El CTI irá dotado de un cuadro con un número de salidas que dependerá de la potencia del transformador. El número de salidas viene recogido en la Norma NI 50.40.05 para Conjuntos integrados y en la Norma NI 50.40.06 para Conjuntos compactos. Las especificaciones técnicas, están recogidas en la norma NI 50.44.02 "Cuadros de distribución en baja tensión para centros de transformación".

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 M.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 asociados para AT hasta 36 kV". En los Centros integrados los fusibles limitadores deberán ir sumergidos en el líquido dieléctrico y además cumplirán las especificaciones técnicas indicadas en la tabla 4 de la norma NI 50.40.05.

6.6 Interconexión Celda- Trafo y Trafo-Cuadro B.T.

En los Centros de transformación integrados el cuadro de BT, deberá ir montado directamente sobre los pasatapas de BT. (La interconexión aparamenta -trafo se realiza en el interior de la envolvente metálica, sin acceso desde el exterior).

En los Centros de transformación compactos la interconexión celda-trafo y trafo- cuadro viene definida en el apartado 5.2.4 de la Norma NI 50.40.06.

6.7 Instalación de Puesta a Tierra (PaT)

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT vienen reflejadas 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).

Los valores de los Coeficientes de Tensiones de Paso y Contacto (Kr, Kc, Kp) 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).

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

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

- Envolvente metálica del centro integrado (En centros integrados)
- Plataforma del centro compacto (En centros compactos)

La línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se conectará a la pletina de salida del neutro del cuadro de B.T., en ambos tipos de Centros.

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

6.7.2 Formas de los Electrodos. El electrodo de PaT estará formado por uno o dos bucles con o sin picas, enterrado horizontalmente alrededor de CT.

6.7.3 Materiales a Utilizar.

6.7.3.1 Línea de Tierra.

- *Línea de tierra de PaT de Protección.*

  Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección, especificado en la NI 54.10.01 *"Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión"*.

- *Línea de Tierra de PaT de Servicio.*

  Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm^2 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 las tablas 3, 5 y 7 respectivamente; 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.

6.7.3.2 Electrodo de Puesta a Tierra. Por los motivos expuestos en el apartado 4.2 del MT 2.11.30 *"Criterios de diseño de puestas a tierra de los centros de transformación"*, el material será de cobre.

Bucle

La sección del material empleado para la construcción de bucles será:

- Conductor de cobre, de 50 mm^2, según NI 54.10.01 *"Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión"*.

Picas

- Se emplearán picas lisas de acero-cobre del tipo PL 14-2000, según NI 50.26.01 Picas cilíndricas de acero-cobre.

6.7.3.3 Piezas de Conexión. Las conexiones se efectuarán empleando los elementos siguientes:

Conductor-Conductor

- Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de A.T.".

Conductor-pica

- Grapa de conexión para picas cilíndricas de acero cobre tipo GC-P14,6/C50 según NI 58.26.03 "Grapas de conexión para picas cilíndricas acero-cobre".

6.7.3.4 Sistema de antitensión de paso y contacto (CH). Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano, es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad (denominadas CH), cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto admisible sea superior a las resultantes.

El CH es una capa de hormigón seco (ρs = 3000 Ohm.m) que se colocará como acera perimetral en todo el contorno del Centro de Transformación, con una anchura de 1,50 mts y un espesor de 10 cms.

6.7.4 Ejecución de las Puestas a Tierra en los Centros de Transformación Subterráneos. Maniobra interior, sin cubierta. Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del 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 en 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"*. En dicho MT se recoge el protocolo de medidas de resistividad del terreno.

Se proponen cinco configuraciones de electrodos para el Centro de Transformación Subterráneo de maniobra interior, con las siguientes particularidades:

- Se contempla la utilización, como medida adicional de seguridad, de una capa de hormigón seco de resistividad superficial 3000 ohm.m

- El tiempo máximo de eliminación del defecto se establece en 0.5 segundos para intensidades de puesta a tierra menores de 100 A y en 0.2 segundos para intensidades de puesta a tierra iguales o mayores de 100 A.

La denominación de los electrodos es la siguiente:

EPM-1BMP0	Electrodo de bucle de 6.5 x 4.5 m a 0.5 m de profundidad.
EPM-1BMP4	Electrodo de bucle de 6.5 x 4.5 m a 0.5 m de profundidad y 4 electrodos de pica de 2 m de longitud en las esquinas del bucle, con la cabeza enterrada a 0.5 m de profundidad.
EPM-1BMP8	Electrodo de bucle de 6.5 x 4.5 m a 0.5 m de profundidad y 8 electrodos de pica de 2 m de longitud regularmente espaciadas en el bucle, con la cabeza enterrada a 0.5 m de profundidad.
EPM-2BMP4	Un electrodo de bucle de 6.5 x 4.5 m a 0.5 m de profundidad, un electrodo de bucle de 7.5 x 5.5 m a 0.5 m de profundidad y 4 electrodos de pica de 2 m de longitud en las esquinas del bucle externo, con la cabeza enterrada a 0.5 m de profundidad.
EPM-2BMP8	Un electrodo de bucle de 6.5 x 4.5 m a 0.5 m de profundidad, un electrodo de bucle de 7.5 x 5.5 m a 0.5 m de profundidad y 8 electrodos de pica de 2 m de longitud regularmente espaciadas en el bucle externo, con la cabeza enterrada a 0.5 m de profundidad.

Dimensiones planta: 4500 x 2460 mm

El electrodo a utilizar, en función de la resistividad del terreno y de la intensidad de PaT, viene recogido en la Tabla 1.

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA
E.T.S.I.I.

Tabla 1

Electrodos normalizados para centros subterráneos . Maniobra, interior sin cubierta

<table>
<tr><th>Ipat (A)
Rango ρ_{eq} (ohm.m)</th><th>≤ 100</th><th>≤ 250</th><th>≤ 500</th><th>≤ 750</th><th>≤ 1000</th><th>Rd(ohm)</th></tr>
<tr><td>Menor de 5</td><td colspan="5" rowspan="2">EPM-1BMP0</td><td>0.46</td></tr>
<tr><td>Entre 5 y 10</td><td>0.92</td></tr>
<tr><td>Entre 10 y 50</td><td colspan="5" rowspan="2">EPM-1BMP0 + CH</td><td>4.6</td></tr>
<tr><td>Entre 50 y 100</td><td>EPM-1BMP4 + CH</td><td>EPM-1BMP8 + CH</td><td>9.2 / 7.5 / 6.7</td></tr>
<tr><td>Entre 100 y 200</td><td colspan="2"></td><td>EPM-E1BMP8 + CH</td><td>EPM-2BMP8 + CH</td><td></td><td>18.4 / 13.4 / 11.4</td></tr>
<tr><td>Entre 200 y 300</td><td>EPM-1BMP4 + CH</td><td>EPM-2BMP8 + CH</td><td></td><td></td><td>22.5 / 17.1</td></tr>
<tr><td>Entre 300 y 500</td><td>EPM-2BMP4 + CH</td><td colspan="3"></td><td>30.4</td></tr>
<tr><td>Entre 500 y 800</td><td colspan="6" rowspan="2">(1)</td></tr>
<tr><td>Entre 800 y 1000</td></tr>
</table>

Rd: Resistencia de difusión a tierra
CH: Capa de Hormigón seco (ρ s = 3000 ohm.m)
(1): Situaciones a estudiar en cada caso.

6.7.4.1 Disposición de las PaT de servicio y protección en Centros de Transformación Subterráneos. Maniobra interior, sin cubierta. En la Tabla 2, se indican las situaciones en las que los electrodos de las puestas a tierra de protección y servicio van unidos (en el caso de que el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1000 V), y en las que van separados.

Se añade además la distancia de separación en metros, entre ambas puestas a tierra, cuando deban estar separadas.

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA E.T.S.I.I.

Tabla 2

Distancia de separación entre las PaT de protección y servicio en CTs prefabricados Subterráneos. Maniobra interior, sin cubierta.
(metros)

Ipat (A) / Rango ρ_{eq} (ohm.m)	≤ 100	≤ 250	≤ 500	≤ 750	≤ 1000
Menor de 5					
Entre 5 y 10		UNIDAS			
Entre 10 y 50		4.8	8.2	9.8	13.2
Entre 50 y 100		8.2	13.2	16.6	21.6
Entre 100 y 200	8.2	13.2	21.6	31.2	
Entre 200 y 300	8.2	16.6	31.2		
Entre 300 y 500	13.2	27.6			
Entre 500 y 800					
Entre 800 y 1000					

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA E.T.S.L.L.

7 ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Como ejemplo, el esquema eléctrico de un CT compacto y un CT integrado, respectivamente con un transformador, una celda de entrada, una celda de salida y un cuadro de BT, sería el reflejado en las Figuras 1 y 2.

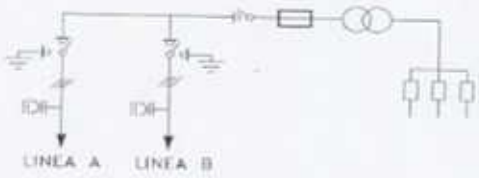


Fig.-1 Centro Integrado

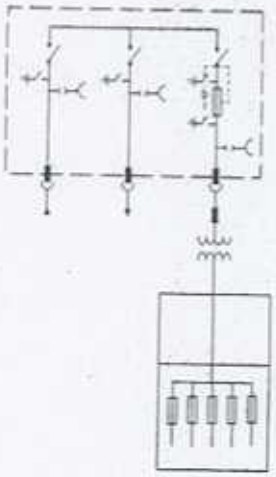


Fig.2 Centro Compacto

8 MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

El CT dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras, y placa de instrucciones para primeros auxilios. La banqueta aislante está definida en la Norma NI 29.44.08 "Banqueta aislante para maniobra" y los guantes de goma en la Norma NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad".

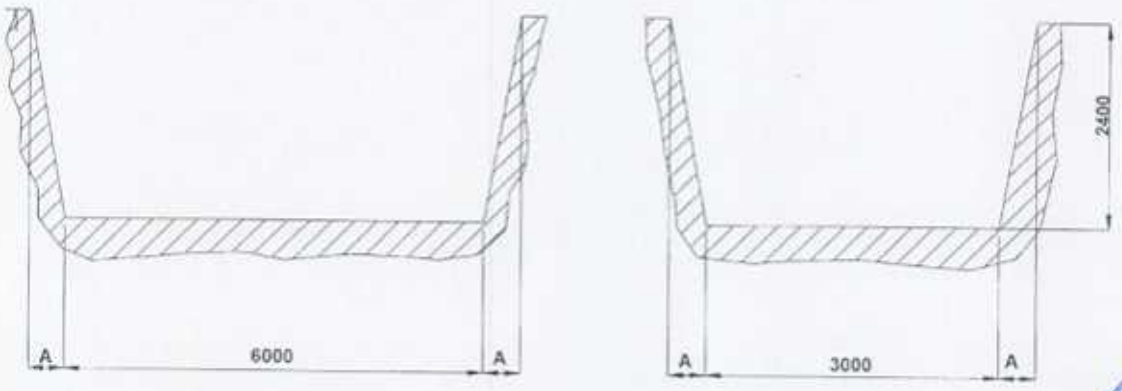
Además se instalarán los carteles de identificación, señalización de riesgo y de maniobrabilidad especificados en el PMT 2.10.55 " Identificación y rotulado de los CT´s y sus elementos de maniobra".

9 MONTAJE DEL CENTRO Y CONDICIONES DE SERVICIO

El CT se ubicará en el emplazamiento definido en la *Memoria del Proyecto del Centro de Transformación*. Además se incluirán en el *Proyecto* el plano de situación a escala suficiente para que el CT sea perfectamente localizable.

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.

En la Figura 5 se representa el detalle de la excavación y las dimensiones de ésta, para todos los tipos de CT subterráneos. Maniobra interior, sin cubierta.



A = Talud natural según tipo de terreno

Figura 5

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA · E.T.S.I.I.

Tipo subterráneo	Dimensiones de la excavación
CTSS	6,00 m largo x 3,00 m ancho x 2,40 m profundidad

ANEXO A

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 recogidas en el ARAMIS.

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA
E.T.S.I.I.