



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICA



Instituciones:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

En caso de que el trabajo que se adjunta no estuviera sometida a visado obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley 2/1974 de Colegios Profesionales, el Colegiado hace constar que ha obtenido el consentimiento previo de su Cliente para proceder al visado.



PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 “LOS.SIMONES” SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

COORDENADAS ETRS89 HUSO 30	X	Y
CTI 34999 “LOS.SIMONES”	571767	4144017

PETICIONARIO:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid



Tarea Ingeniería:
499447

AUTOR:
D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
Colegiado 2116

Nº proyecto:
AL-P-473

ÍNDICE

DOCUMENTO 1. MEMORIA

DOCUMENTO 2. MEMORIA DE CÁLCULOS

DOCUMENTO 3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 5. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 6. PLANOS

DOCUMENTO 7. ANEXO I: GESTIÓN DE RESIDUOS.

DOCUMENTO 8. ANEXO II: INFORME DE CAMPOS MAGNÉTICOS

HOJA DE CARACTERÍSTICAS

Peticionario: Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

Domicilio a efectos de notificación: Paraje la Cepa nº10 (rotonda), 04230 Huércal (Almería)

FINALIDAD

Reforma y ampliación de potencia del Centro de Transformación Intemperie existente 34999 "LOS.SIMONES" de 50kVA a 100Kva.

EMPLAZAMIENTO

El Centro de Transformación Intemperie existente 34999 "LOS.SIMONES" se encuentra situado en el paraje "Los Simones" en el término municipal de Albox(Almería).

COORDENADAS ETRS89 HUSO 30	X	Y
CTI 34999 "LOS.SIMONES"	571767	4144017

INSTALACIÓN

- Sustitución de transformador de potencia actual de 50 kVA por uno nuevo de 100kVA.
- Sustitución de seccionador tripolar, cut-out y autoválvulas pararrayos actuales por nuevos cut-out y autoválvulas pararrayos.

ORGANISMO AFECTADO

- Ninguno.

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA.

Presupuesto, Euros: 4393,12€

Proyecta el Ingeniero Industrial **D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**, del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

Almería, Mayo de 2.018



MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 “LOS.SIMONES” SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PETICIONARIO:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid



ÍNDICE

1.	PROMOTOR	2
2.	FINALIDAD DEL PROYECTO	2
3.	INSTALACIONES COMPRENDIDAS EN EL PRESENTE PROYECTO	2
4.	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA	2
5.	UBICACIÓN Y ACCESOS	3
6.	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN	4
7.	ELEMENTOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8
	7.5.1. Protección contra defectos internos	10
	7.5.2. Protección contra sobretensiones	13
	7.8.1. Conexionado BT	14
	7.8.1. Interruptor BT	14
	7.8.2. Cuadro BT intemperie	15
	7.8.3. Protecciones en BT	15
8.	PUESTA A TIERRA DEL CTI	17
9.	LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	20
10.	LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EMITIDO POR INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	21
11.	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN.....	21
12.	NORMAS DE CONSULTA UNE Y NORMAS DE ENDESA DISTRIBUCIÓN.....	21
13.	SIGLAS	23

1. Promotor

Se redacta el presente proyecto por encargo de:

Nombre: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.U.
omificio: C/Ribera del Loira nº60, CP 28042 Madrid.
C.I.F: B-82.846.817

A efectos de notificaciones en Almería, en Paraje La Cepa nº10 (rotonda), CP 04230 Huércal (Almería).

2. Finalidad del proyecto

La finalidad de este proyecto es la reforma y ampliación de potencia del Centro de Transformación Intemperie existente 34999 "LOS.SIMONES" de 50 a 100kVA.

3. Instalaciones comprendidas en el presente proyecto

Este proyecto recoge:

- Sustitución de transformador de potencia actual de 50 kVA por uno nuevo de 100kVA.
- Sustitución de seccionador tripolar, cut-out y autoválvulas pararrayos actuales por nuevos cut-out y autoválvulas pararrayos.

4. Reglamentación y Normativa

Para la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación y normativa vigente:

- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.*
- *Real Decreto. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.*
- *Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.*
- *Real Decreto. 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.*

- *Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.*
- *Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas*
- *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.*
- *Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*
- *Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).*
- *Orden FOM/1382/2002, de 16 mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.*
- *Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)*
- *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.*
- *Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.*
- *Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento, definan características de elementos integrantes de los CTI.*
- *Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.*
- *Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.*
- *Orden IET/2660 / 2015, de 11 de diciembre, por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de inversión, de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado.*
- *Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.*

5. Ubicación y accesos

El CTI estará situado en terrenos de dominio público en una zona cuya ubicación y accesos cumplan con los siguientes factores:

- Permitir el transporte, movimiento e instalación de los elementos integrantes del centro de transformación con medios mecánicos.

- Permitir la ejecución de los trabajos necesarios para la explotación del centro cumpliendo siempre con la reglamentación en materia de seguridad para las personas que realicen los trabajos.
- El emplazamiento del centro de transformación debe permitir el mantenimiento y sustitución del material que compone el mismo.

En los casos en los que no sea posible la instalación en dominio público podrá instalarse excepcionalmente en terrenos de propiedad privada si se obtiene la cesión del terreno donde está ubicado y la servidumbre de paso.

6. Características eléctricas de la instalación

El CTI deberá estar integrado en redes trifásicas hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. Se definirá mediante los valores nominales de tensión, nivel de aislamiento y potencia del transformador.

6.1. Tensiones en MT

La instalación se considera de tercera categoría en su parte de alta tensión según los Artículos 3 del RD 223/08 y del RD 337/2014, y estará prevista para la siguiente tensión nominal y niveles de aislamiento.

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial Ud (kV eficaces)	Tensión de choque soportada a impulsos tipo rayo (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

El aislamiento se dimensionará en función del nivel de tensión de la red proyectada y de los requerimientos indicados en la ITC-RAT 12 de acuerdo a lo indicado en la tabla del punto anterior.

Para el caso de zonas con tensiones de suministro inferiores a la tensión nominal de las infraestructuras que mayoritariamente puedan encontrarse en esas zonas, se definirá la tensión más elevada para el material como la correspondiente a estas últimas tensiones normalizadas. Por ejemplo, en el caso de nuevas infraestructuras desarrolladas a 11kV pero en zonas con tensión normalizada a 25kV, se definirá la tensión más elevada para el material como 36kV cuando esté previsto el cambio de la tensión de suministro a la normalizada de la zona.

6.2. Aislamiento MT

Con la finalidad de mantener el nivel de aislamiento necesario, la separación al aire entre fases y entre fases y tierra, será como mínimo de 22 cm para tensiones de aislamiento 24 kV y 32 cm para tensiones de aislamiento de 36kV según se indica en la tabla 1 de la ITC-RAT 12 "Aislamiento", para instalaciones situadas a una altitud inferior a 1000 m.

Para instalaciones situadas a por encima de los 1000 m de altitud, las distancias mínimas en el aire, hasta los 3000 m de altitud, se incrementaran según la siguiente tabla:

ALTITUD entre (m)	NIVELES DE AISLAMIENTO (kV)					
	U _m	U _d	U _p	U _m	U _d	U _p
	24	50	125	36	70	170
Distancia mínima de aislamiento al aire (mm)						
1000 y 1100	223			324		
1100 y 1200	226			329		
1200 y 1300	229			333		
1300 y 1400	232			338		
1400 y 1500	235			342		
1500 y 1600	238			347		
1600 y 1700	242			351		
1700 y 1800	245			356		
1800 y 1900	248			360		
1900 y 2000	251			365		
2000 y 2100	254			369		
2100 y 2200	257			374		
2200 y 2300	260			378		
2300 y 2400	263			383		
2400 y 2500	266			387		
2500 y 2600	269			392		
2600 y 2700	272			396		
2700 y 2800	275			401		
2800 y 2900	279			405		
2900 y 3000	282			410		

6.3. Tensiones en BT

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CTI, se podrán dar los casos recogidos en la tabla siguiente:

Tipo CTI	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
Monotensión	400	Clase B2
Bitensión	230 y 400	Clase B1B2

6.4. Potencias de transformación

El Proyecto contempla el diseño de Centros con las potencias de transformación de 50, 100 y 160 kVA. Para los Transformadores MT/BT será de aplicación la norma GST001 "MV/LV Transformers".

6.5. Esquemas unifilares

Según la solución constructiva elegida al realizar el CTI se dispondrá de los siguientes esquemas eléctricos:

Figura 1.- Esquema Unifilar CTI (Aparamenta y protección en apoyo anterior):

a.- Seccionador Unipolar con fusibles APR.

b- Fusibles XS

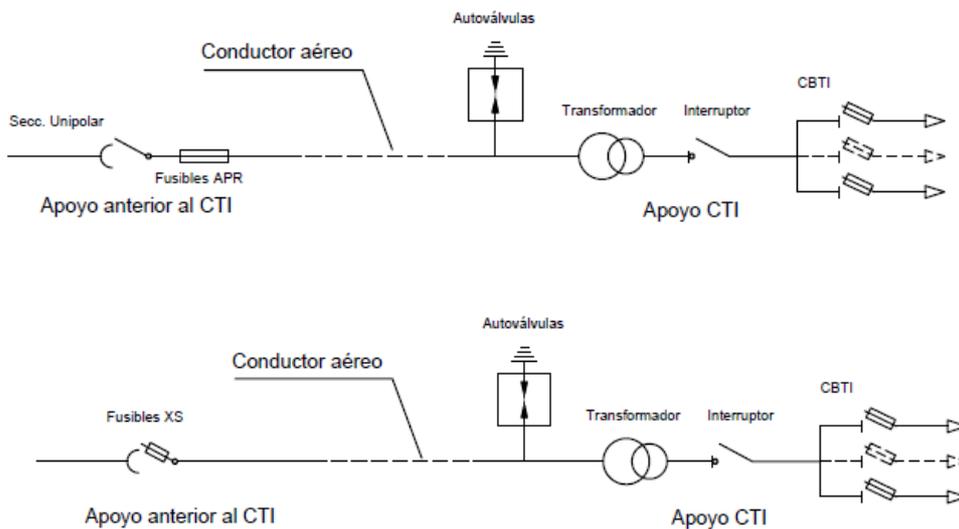


Figura 2.- Esquema Unifilar CTI (Aparamenta en apoyo anterior y protección en apoyo transformador):

a.- Seccionador Unipolar (apoyo anterior) y fusibles APR (apoyo transformador).

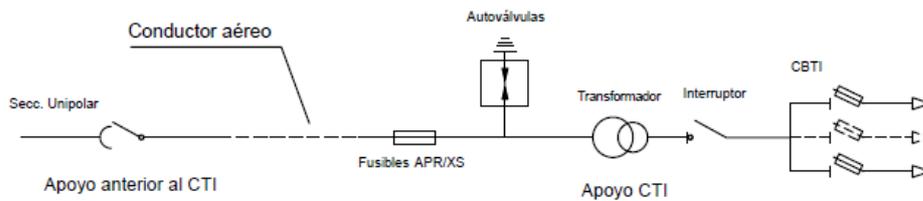
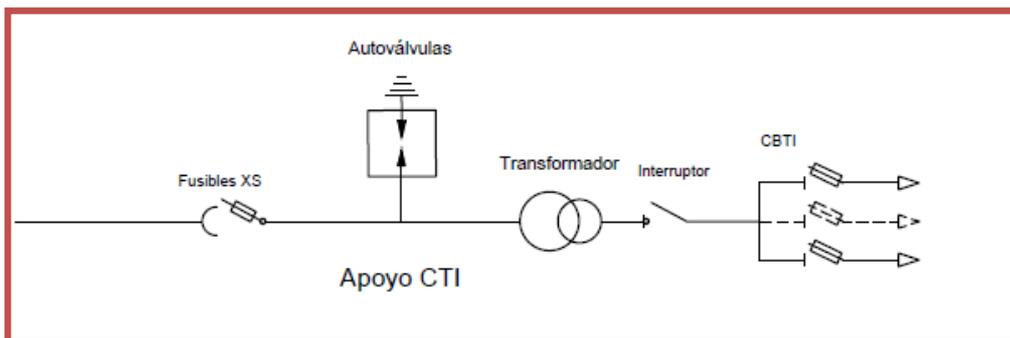
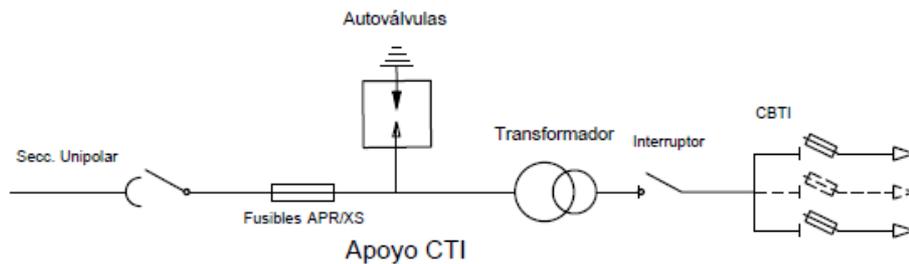


Figura 3.- Esquema Unifilar CTI (Aparamenta y protección en apoyo transformador):

a.- Seccionador Unipolar con fusibles APR.

b.- Fusibles XS.



7. Elementos del Centro de Transformación

7.1. Apoyo de sustentación

Para el cálculo del esfuerzo útil del apoyo de sustentación del CTI se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El apoyo será capaz de resistir los esfuerzos derivados del amarre de la línea de MT que deberá alimentar al CTI, la presión ejercida por el viento y el hielo sobre el propio apoyo, la aparamenta que soporta, así como, la tracción de la línea aérea de BT, en el caso de que existiera.
- El apoyo que sustenta el transformador actuará en todos los casos como final de línea, por lo que deberá cumplir las condiciones que se exigen en el vigente *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión* (Apartado 3 de la ITC-LAT 07).

La instalación completa del CTI puede situarse en un único apoyo, o bien en dos apoyos de modo que el transformador estará situado en un apoyo y la aparamenta de MT en el apoyo anterior asociado, dependiendo de las características de la línea, según apartado 5.2.3 de ITC-RAT 15 "Instalaciones eléctricas de exterior".

El apoyo donde se instale el CTI será metálico de celosía según la norma AND001 "Apoyos y Armados de perfiles metálicos para Líneas de MT hasta 30 kV".

Se establecerán las siguientes soluciones constructivas:

- CTI con la aparamenta y protección en apoyo anterior:
 - Seccionador unipolar, mas fusibles APR.
 - Fusibles XS.
- CTI con la aparamenta en apoyo anterior y protección en apoyo transformador:
 - Seccionador unipolar (apoyo anterior) y fusibles APR (apoyo transformador).
- CTI con la aparamenta y protección en apoyo de transformador:
 - Seccionador unipolar mas fusibles APR.
 - **Fusibles XS.**

El criterio de utilización de fusibles APR ó XS se indica en el apartado 7.5.1.

7.2. Herrajes

Para la elección de los herrajes se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores.

Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán según la norma AND009 "*Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV*".

7.3. Circuito de MT

El circuito de MT estará constituido por la protección contra protección contra cortocircuitos, y sobretensiones, el transformador y sus respectivas conexiones eléctricas.

El apoyo de sustentación del CTI se completará con las semicrucetas atirantadas en triángulo necesarias para amarrar la línea de MT y derivarla hacia el transformador.

La línea de alimentación de MT será aérea, en simple circuito trifásico, construida con conductores compuestos de alambres de aluminio y de un alma de acero galvanizado, generalmente del tipo 47-AL1/8-ST1A.

Los conductores se ajustarán a la Norma GSC003 "*Concentric-lay-stranded bare conductors*".

En aquellas líneas afectadas de muy alta contaminación según documento de referencia NNZ009 "*Mapas de contaminación salina e industrial*", deberá utilizarse conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio (tipo A20SA).

En el apoyo del transformador se efectuará, en general, amarre sencillo, mediante cadena de aisladores horizontales sujetos al armado. El tipo de aislador y su configuración dependerá de la tensión nominal de la línea y de la contaminación de la zona.

7.4. Aparamenta de MT

La aparamenta de maniobra y protección es la indicada en el apartado 7.1 Apoyo Sustentación.

Esta aparamenta y para cada uno de los casos deberá cumplir con las normas siguientes:

- AND005 "*Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV*"
- AND007 "*Cortacircuitos Fusibles de Expulsión de LAAT hasta 30 kV*".

Se dispondrá en un plano vertical paralelo al eje del apoyo de manera que las partes activas queden suficientemente alejadas de los armados en los que se puedan posar las aves.

La disposición del transformador se ha previsto tan próxima como sea posible al eje del apoyo y opuesto a la llegada de la línea de MT, con la finalidad de compensar en parte los esfuerzos del mismo.

El soporte del transformador estará situado a una altura mayor o igual de 5 m del suelo para el caso más desfavorable según ITC-RAT 15 “Instalaciones eléctricas de exterior”. El espacio libre inferior se utilizará para la instalación de BT.

7.5. Protecciones en MT

Seguirán lo dispuesto en la ITC-RAT 09 “Protecciones”, contemplándose los siguientes casos:

7.5.1. Protección contra defectos internos

Con el objeto de proteger la red y el transformador contra cortocircuitos se instalarán cortacircuitos fusibles de expulsión XS o cortacircuitos fusibles tipo APR del calibre apropiado a la potencia y tensión nominal del transformador.

Los cortacircuitos fusibles estarán formados por la base unipolar y el tubo de expulsión o por la base unipolar y el tubo fusible.

Se instalarán fusibles de expulsión en CTI a conectar en redes de distribución con una intensidad de cortocircuito trifásico menor de 8 kA. Para valores de 8 kA o superiores, en lugar de fusibles de expulsión se instalarán fusibles de alto poder de ruptura (APR).

Con carácter general se fija el valor de la intensidad de cortocircuito trifásico (intensidad asignada de corta duración) en 16 kA en barras de MT de Subestación. De forma aproximada, la distancia en metros desde ese punto, a partir de la cual se puede considerar el valor de 8 kA, se muestra en la siguiente tabla:

	U _n (kV)		
	15	20	25
	Longitudes (m)		
LA 56	1100	1200	1200
LA 110	1550	1700	1700
LA 180	1644	1880	1880
LARL 56	1100	1200	1200
LARL 78	1300	1400	1400
LARL 125E	1600	1700	1700

LARL 145E	1700	1800	1800
LARL 180	1775	1875	1875
D145	1700	1800	1800

El valor de la intensidad de cortocircuito trifásico ($I_{cc3\phi}$) deberá ser confirmado por EDE.

Para la elección del calibre del fusible a instalar en MT en el transformador se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Intensidad nominal del transformador

La protección contra sobrecargas en la red BT han de prestarla las protecciones en las salidas BT.

El fusible MT debe garantizar su No Fusión a la corriente nominal del transformador por lo que debe tener un calibre superior a ella.

A efectos de proteger el transformador sin que el fusible se halle permanentemente en su zona nominal (lo que reduciría su vida media) se determina un calibre del fusible de al menos dos veces la corriente nominal del transformador.

b) Intensidad máxima de cortocircuito en BT

El transformador deberá soportar durante 2 segundos la corriente máxima provocada por un cortocircuito trifásico en sus bornes de BT, como una de sus características constructivas, que deberá estar garantizada por su fabricante y descrita en la Norma UNE-EN 60076-5.

Conocida la corriente máxima de cortocircuito en bornes BT para cada transformador, se elegirá un fusible de calibre tal que funda antes de 2 segundos para la corriente en MT resultante de un de cortocircuito trifásico en BT.

c) Intensidad magnetizante

En el momento de la conexión del transformador al sistema eléctrico, y a efectos de evitar la fusión del fusible MT por la corriente magnetizante del transformador (corriente de avalancha), el tiempo de operación (prearco) del fusible debe ser mayor que 0,1 segundos para 12 veces la corriente nominal del transformador.

d) Selectividad con las protecciones en BT

Manteniendo los criterios de selectividad expuestos, para la corriente máxima de cortocircuito en BT, el fusible MT debe tener un tiempo de respuesta superior al del mayor fusible o protección instalado en las salidas BT.

Es decir, tiene que haber un margen de al menos 250 milisegundos entre las respuestas del fusible MT (prearco) y la protección instalada en BT, para la corriente máxima de cortocircuito en bornes BT. Esta selectividad se tiene que mantener a todo lo largo de las curvas de respuesta de las protecciones, verificando que no haya solape en la actuación de estas protecciones a valores bajos de corriente.

Esta selectividad debe establecerse entre la curva mínima de respuesta de la protección de MT (curva mínima de prearco del fusible MT), y la curva de máxima respuesta de la protección de BT (curva máxima de funcionamiento del fusible BT ó curva de actuación en frío del magnetotérmico BT).

Conocida la $I_{cc3\phi}$ en BT de un transformador y el fusible de mayor calibre en sus salidas de BT, se puede hallar el tiempo máximo de actuación de dicho fusible, ya que la respuesta tiempo/corriente de estos fusibles está perfectamente especificada en la Norma UNE-EN 60269-1.

Estos tiempos máximos en fusibles “gG” son:

Potencia Transformador (kVA)	Tensión AT del transformador			
	>24 kV		<24 kV	
	Calibre Fusible BT	Tiempo (segundos)	Calibre Fusible BT	Tiempo (segundos)
50	80	0,03	80	0,02
100	160	0,05	160	0,03
160	250	0,07	250	0,045

Con estas respuestas en los fusibles BT, la característica de prearco del fusible MT debe estar por encima del punto correspondiente a la $I_{cc3\phi}$ del transformador en un tiempo de 320 milisegundos.

Este tiempo se determina tomando el tiempo máximo en que actúa un fusible BT (70 ms, en la tabla) y sumando los 250 milisegundos establecidos como margen de selectividad.

e) Intensidad máxima de cortocircuito en MT

La corriente máxima que puede atravesar a los fusibles MT, es la corriente máxima de cortocircuito trifásico en bornes MT del transformador en cuestión:

Intensidad máxima de cortocircuito en MT (kA) según la Potencia de cortocircuito del Sistema							
Potencia de Cortocircuito del Sistema (MVA)	Tensión nominal MT (kV)						
	30	25	20	16	13,2	11	10
500	10	12	14	18	22	26	29
200	4	5	6	7	9	10	12
100	2	2	3	4	4	5	6
Tensión asignada (kV)	36		24			12	
Mínimo Poder de corte	20		30			60	

(KA)			
------	--	--	--

Una vez hallados los puntos críticos de un transformador, tal y como se han descrito anteriormente, se debe comparar éstos con la curva de respuesta real del fusible propuesto.

No obstante, lo que determinará el calibre del fusible MT es que su actuación se produzca por debajo de 2 segundos para la intensidad máxima de cortocircuito en BT del transformador, verificando posteriormente el cumplimiento del resto de criterios descritos

A modo orientativo se seguirá la tabla siguiente para la selección del calibre de los fusibles de MT de protección del transformador.

Para los casos con CT de intemperie, $P_n \leq 160\text{KVA}$ e $I_{cc} < 8\text{kA}$, se instalarán fusibles de expulsión con curva K de los valores que se indican en la tabla adjunta.

TENSIÓN E RED (kV)	6	10	11	13.2	15	20	25	30
POTENCIA DEL TRANSFORMADOR (KVA)								
50	20	12	12	10	10	6	5	5
100	40	25	20	20	15	12	10	8
160	65	40	30	30	25	20	15	12

Para los casos de CT de interior o CT intemperie e $I_{cc} \geq 8\text{kA}$, se instalarán fusibles del tipo APR con los siguientes calibres.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	FUSIBLES APR RECOMENDADOS (A)							
	6 KV	10 KV	11 KV	13,2 KV	15 KV	20 KV	25 KV	30 KV
50	20	10	10	10	6,3	6,3	5	5
100	32	20	20	16	16	10	6,3	6,3
160	50	32	32	25	20	16	10	10

7.5.2. Protección contra sobretensiones

Se instalarán sobre el transformador pararrayos de óxidos metálicos como protección frente a sobretensiones de origen atmosférico en el mismo CTI. El tipo a utilizar será en función de la tensión nominal de la red.

La norma que establece las especificaciones de este equipo es la AND015 “Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para Redes de MT hasta 36 kV”.

7.6. Conexionado de MT

De modo general se seguirá lo dispuesto en ITC-RAT 05 “Circuitos eléctricos”.

El conexionado hasta los bornes del transformador se efectuará utilizando conductor del mismo tipo que el de la línea forrado con aislamiento según Norma BNA001 “Forros de Protección Antielectrocución de la Avifauna en Líneas Eléctricas de Distribución” 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 la borna del transformador se hará con terminales bimetálicos.

Las cadenas de amarre se adecuarán a las normas AND008 “Aisladores de vidrio para cadenas de LAAT hasta 36 kV” o AND012 “Aisladores Compuestos para cadenas líneas aéreas MT hasta 30 kV”.

7.7. Transformadores de potencia MT/BT

Los transformadores serán trifásicos y sus características seguirán la Norma GST001 “MV/LV Transformers”.

7.8. Circuito de BT

La instalación de BT estará formada por la conexión que une el transformador con el interruptor automático y con el cuadro de BT intemperie (conjunto de maniobra y protección al que se conectan las líneas de salida en BT).

7.8.1. Conexionado BT

La unión entre los bornes del transformador, el interruptor automático y el cuadro de BT, se realizará a través de cables trenzados de 3x150 Al + 80 alm mm², aislados con polietileno reticulado (XLPE) tipo RZ 0,6/1kV. Las uniones serán bimetálicas en caso que los bornes de trafo y/o embarrado de cuadro BT sean de cobre.

7.8.1. Interruptor BT

Con objeto de proteger el transformador frente a sobrecargas se colocará un interruptor automático de BT de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Potencia transformador	Calibre interruptor	Especificación
50 kVA	80 A	6700525

100 kVA	160 A	6700526
160 kVA	250 A	6700527

7.8.2. Cuadro BT intemperie

Además del interruptor de BT, el CT irá dotado un cuadro de distribución de baja tensión cuya función es la de recibir el circuito principal procedente del interruptor y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales (hasta tres) y alojar el concentrador de telegestión.

El cuadro cumplirá con la norma FNL001 “Cuadros de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie” y las bases portafusibles BT con la>NNL012 “Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco”.

7.8.3. Protecciones en BT

Seguirán lo dispuesto en la ITC-RAT 09 “Protecciones”.

Las líneas de salida en BT estarán individualmente protegidas con fusibles curva “gG” del calibre apropiado a la longitud y carga de las mismas. Estos fusibles estarán situados en el cuadro BT.

Conocida la máxima corriente de cortocircuito trifásico en bornes BT del transformador que alimente a dicho conductor, el poder de corte del fusible del conductor debe superar ampliamente este valor, de modo que sea capaz de cortar la intensidad máxima de cortocircuito fundiendo solamente, sin deterioro de su estructura externa. Esto también es aplicable al conjunto portador del elemento fusible (contactos, base,...).

Para una salida BT determinada el calibre del fusible vendrá impuesto por:

- La intensidad nominal del conductor
- La respuesta térmica del conductor
- La potencia del transformador MT/BT

Siendo el valor menor que resulte de aplicar estos criterios el que determine el calibre del fusible a aplicar.

- **Intensidad nominal del conductor.**

El fusible elegido con este criterio permite la plena utilización del conductor. Se tomará la intensidad máxima permanente admisible del conductor, en condiciones habituales de explotación, comparándose ésta con la intensidad convencional de No Fusión de los fusibles, eligiendo el fusible con intensidad de No Fusión inferior.

La intensidad convencional de No Fusión es aquella que el fusible puede soportar durante un tiempo especificado (tiempo convencional, normalmente superior a 1 – 2 horas), sin fundir.

De considerarse solo este criterio, el calibre de los fusibles en las salidas de un CTI sería:

Conductor fase (mm ²)	I nominal aéreo (A) (t=40° C)	I nominal enterrado (A)	Calibre del Fusible "gG"	I de no Fusión
50	150	180	125	156
95	230	260	200	250
150	305	330	250	312
240	---	430	315	394

- **Respuesta térmica del conductor**

Bajo esta condición, se determinan las intensidades que puede soportar el conductor de la salida BT durante un tiempo específico, siendo el método de cálculo empleado del tipo de función de respuesta térmica:

$$I^2 \times t = \text{cte}$$

La característica intensidad/tiempo del conductor tendrá que ser superior a la respuesta del fusible, a efectos de que el fusible proteja al conductor. El conductor puede soportar un valor determinado de corriente durante un tiempo $t_{\text{conductor}}$; para este mismo valor de corriente, el fusible debe fundir en un tiempo t_{fusible} , menor que $t_{\text{conductor}}$, respetando siempre los criterios de selectividad que se han descrito anteriormente.

$$t_{\text{fusible}} + 250 \leq t_{\text{conductor}}$$

- **La potencia del transformador**

Este criterio determina el calibre máximo del fusible que se puede instalar en una salida de BT del CTI.

Se tomará la intensidad nominal del transformador, en sus condiciones habituales de explotación y se elegirá el calibre del fusible inmediato superior. El fusible elegido permite la plena explotación del transformador.

Potencia Transformador (kVA)	Valores en BT				
	Intensidad Nominal (A)	Fusible tipo gG			
		Calibre	I. Máxima 0,1seg. (A)	Tiempo máximo para $I_{cc}3\phi$ (seg.)	
			U>24 kV	U<24kV	
50	72	80	1100	0,03	0,02
100	144	160	2590	0,04	0,03
160	230	250	4500	0,06	0,04

En la tabla superior, se indica el tiempo máximo de fusión del fusible instalado en BT, del tipo "gG", para la corriente máxima de cortocircuito trifásico, en dos rangos de nivel de tensión MT. El valor de la intensidad para 0,1 segundo, es el máximo que se puede encontrar en la respuesta corriente/tiempo de los fusibles de este tipo, y servirá como referencia para determinar la selectividad frente al fusible o protección instalados en el lado MT.

Instalar un fusible en la BT de mayor calibre que el indicado, implica:

- La no-selectividad con el fusible de MT. El fusible instalado en BT tiene su zona de actuación dentro de la misma zona que el fusible de MT, o la supera, llegando a fundir antes el fusible de MT.
- La zona de actuación del fusible de BT está por encima de la respuesta térmica del conductor. La eliminación del defecto solo la puede efectuar el fusible instalado en el lado MT.

8. Puesta a tierra del CTI

El CTI estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CTI.

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el de Protección y el de Servicio. que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V. La separación mínima entre los electrodos de las tierras de protección y de servicio se calcula en el capítulo *“Calculo de la Instalación de Puesta a Tierra”* del Documento Cálculos justificativos

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra de protección sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

8.1. Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial.

Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

8.2. Puesta a Tierra de Servicio

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37 Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un cliente,

protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0,65 \cong 24$).

8.3. Ejecución del circuito de puesta a tierra

Al circuito de puesta a tierra de protección se conectará el apoyo, todos los herrajes, cuba del transformador y la tierra de los pararrayos.

En la instalación de puesta a tierra de protección y en los elementos conectados a la misma, deberán darse las siguientes condiciones:

- La conexión del electrodo con la instalación general de conexión de tierra se realizará en un punto accesible, el cual permitirá tomar medidas de la resistencia del electrodo enterrado.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otro tipo.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito en serie, sino que se hará mediante derivaciones individuales.

La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido con cable aislado 0,6/1 kV de cobre 50 mm² sección. Se habrá de prever un tubo de paso de polietileno PN 160, a través de la solera.

Los circuitos de conexión de tierra de servicio cumplirán las dos primeras condiciones, señaladas para la puesta a tierra de protección.

En el apoyo donde se instalará el transformador, será necesario efectuar una losa o solera de hormigón tipo HM-20 de 20 cm de altura sobre el terreno, cuyas dimensiones serán las adecuadas para que de cada arista de esta solera a la parte más saliente del apoyo (dispositivo antiescalada) quede a una distancia mínima de 1,10 m.

Rodeando la cimentación con una separación de 1 m y enterrado a una profundidad de 0,50 m (0,80 m en aquellas zonas donde se prevean heladas) se instalará un electrodo horizontal en forma de anillo con cable de cobre desnudo de 50 mm² formando un electrodo difusor de forma cuadrada bajo la solera. Unidas a este electrodo y en los vértices se clavarán en el terreno picas de acero - cobre de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro.

En el caso de que no se pueda conseguir la resistencia a tierra requerida se podrán instalar electrodos verticales profundos o agrupar en paralelo más de un electrodo.

Embebido en la solera, aproximadamente a 15 cm por debajo de su superficie, se instalará, un mallazo constituido por redondos de acero de diámetro no inferior a 4 mm, con los nudos electrosoldados, formando cuadrículas no superiores a 30x30 cm por lado y se conectará al electrodo de tierra de protección en al menos dos puntos opuestos.



Figura 4.- Solera CTI con mallazo electrosoldado.

Todo el conjunto de picas y anillo difusor se unirá a la toma de tierra del apoyo mediante grapas de conexión y cable de cobre atravesando la solera mediante tubos de PVC, PG-36. Las grapas de conexión se recubrirán de cinta de protección anticorrosiva.

Los apoyos asociados al CTI que soporten apartamento de MT, se dotarán de electrodos de tierra en anillo, debiendo cumplir los requisitos exigidos por el apartado 7 de la ITC-LAT 07 a los apoyos frecuentados con respecto a los valores admisibles de las tensiones de paso y contacto

- Dispositivo antiescalada

Se instalará dispositivo antiescalada según indica ICT RAT 14 al considerarse como frecuentados:

- Apoyo en el que se instala el CTI
- Apoyo anterior con maniobra en MT.

El dispositivo antiescalada podrá ser de obra de fábrica según plano correspondiente. También podrá ser de chapa galvanizada con aisladores o placas de poliéster reforzado con fibra de vidrio según Norma **AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía**.

8.4. Sistemas de protección para reducción de tensiones de paso y contacto

Para evitar que no aparezcan tensiones de paso o contacto superiores a las permitidas, en el apoyo, se podrán utilizar diversos sistemas de protección en función de las posibilidades que ofrezca la zona de instalación.

Instalación de una cubeta sobre la losa de hormigón mediante un reborde perimetral de 6 cm de altura, impregnar la superficie de hormigón con la emulsión asfáltica “Emulsión catiónica ECR-1”, para facilitar el agarre del asfalto en frío tipo “Mezcla bituminosa en frío AF-12” que se verterá hasta el ras del reborde dejado.

Existen otras alternativas al uso del asfalto en frío como aislante, por ejemplo la solera de hormigón tratada con pintura aislante o recubierta de gres cerámico, que sólo deben utilizarse en casos excepcionales..

8.5. Electrodo de puesta a tierra

Dependiendo de las características del CT, la composición de los electrodos podrá estar formada por:

- Picas de acero recubierto de cobre, según Norma NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).
- Una combinación de picas y conductores horizontales:

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la del extremo superior de las picas.

9. Limitación de campos magnéticos

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no superan los valores establecidos en dicho Real Decreto se detalla en el documento **FPY30006 “Informe de Campos Magnéticos”** incluido en este PT.

De este modo, si el proyecto real de CTI se realiza conforme a la disposición y configuración de este Proyecto Tipo, los cálculos de campos magnéticos para la instalación real se pueden considerar idénticos a los del Proyecto Tipo, no siendo necesario incluir cálculos específicos adicionales.

10. Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Se tendrá en cuenta el apartado 3.16 de la ITC-RAT 15 y se respetarán los niveles acústicos que obliguen otras administraciones (Ayuntamientos o CCAA). El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medio ambiente exterior.

11. Seguridad y señalización

Los apoyos en los que se instale el transformador dispondrán de un dispositivo antiescalada según norma **AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía** También podrán ser de obra de fábrica a una altura de 2,5 m para dificultar la subida y entrada en contacto con partes peligrosas.

En caso de encontrarse el CTI en terreno forestal, se dispondrá alrededor del apoyo un cortafuegos perimetral de las características y dimensiones recogidas en el plano FPY30111 "Losa Perimetral Cortafuegos". En caso de que los fusibles se encuentren en un apoyo distinto al del transformador, también deberá rodearse el apoyo correspondiente de otro cortafuegos perimetral igual al anteriormente descrito.

Atendiendo a lo indicado en el apdo. 2.4.7 de la ITC-LAT 07, el apoyo deberá contar con las siguientes señalizaciones:

- Placa de riesgo eléctrico.
- Placa de Identificación de la empresa y número del CTI.
- Fabricante del apoyo y tipo.

12. Normas de consulta UNE y Normas de Endesa Distribución

12.1. Normas UNE

UNE-EN 50182	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 60076-5	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60085	Aislamiento eléctrico. Evaluación y designación térmica.
UNE-EN 60269-1	Fusibles de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.

UNE-EN 60695-2-10	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-10: Método de ensayo del hilo incandescente. Equipos y procedimientos comunes de ensayo.
UNE-EN 60695-2-11	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-11: Método de ensayo del hilo incandescente. Ensayo de inflamabilidad para productos terminados.
UNE-EN 60695-2-12	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-12: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Método de ensayo de inflamabilidad del hilo incandescente (GWFI) para materiales.
UNE-EN 60695-2-13	Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-13: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Métodos de ensayo de ignición con hilo incandescente para materiales.
UNE-EN 61439-1	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
UNE-EN 61439-3	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO).
UNE 207017	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.

12.2. Normas EDE

AND001	Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.
AND005	Seccionadores Unipolares Para LAAT hasta 36 kV.
AND007	Cortacircuitos Fusibles de Expulsión Seccionadores hasta 36 kV.
AND008	Aisladores de vidrio para cadenas de LAAT hasta 30 kV.
AND009	Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV
AND012	Aisladores Compuestos para cadenas líneas aéreas MT hasta 30 kV.
AND015	Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para Redes de MT hasta 36 kV.
AND017	Antiescalos metálicos para apoyos de celosía.
BNL001	Conductores de Aluminio Aislados Cableados en haz para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.
BNA001	Forros de Protección Antielectrocución de la Avifauna en Líneas Eléctricas de Distribución.
FNL001	Cuadro de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie
NNZ009	Mapas de contaminación salina e industrial.
NNL012	Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco.
GST001	MV/LV Transformers

GSC003

Concentric-lay-stranded bare conductors.

13. Siglas

EDE: Endesa Distribución Eléctrica

CTI: Centro de Transformación Intemperie

MT: Media Tensión

BT: Baja Tensión

RD: Real Decreto

XLPE: Aislamiento de Polietileno Reticulado

En Almería, Mayo de 2.018

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
Colegiado 2116





CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 “LOS.SIMONES” SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PETICIONARIO:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	25
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	25
2.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	25
2.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....	25
3. DATOS INICIALES	25
4. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	26
4.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD.....	26
4.2 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.....	28
4.2.1 Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CTI	28
4.2.2 Determinación de la intensidad de defecto.....	29
4.2.2.1 Neutro aislado	29
4.2.2.2 Neutro a tierra	29
4.2.3 Tiempo de eliminación del defecto	30
4.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. SELECCIÓN DEL ELECTRODO.....	31
4.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO.....	33
4.4.1 Agrupación de electrodos en paralelo	34
4.5 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES	36
4.6 COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS	38
4.6.1 Seguridad para las personas.....	38
4.6.1.1 Tensión de contacto y tensión de paso sobre la superficie equipotencial.....	38
4.6.1.2 Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CTI.....	38
4.6.2 Protección del material	38
4.6.3 Garantía de eliminación de la falta	39
4.7 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.....	39
5. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	39
6. SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO.....	40
7. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	40
8. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	40

1. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra de los CTI se realizará según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Al disiparse dicha intensidad por la red de tierra aparecen en el terreno gradientes de potencial. En el diseño del sistema de puesta a tierra de protección se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

2.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseñará bajo la premisa de que su valor sea inferior a 37Ω . Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V ($37 \times 0.65 \cong 24$).

3. DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U Tensión de servicio de la red MT (V).
- U_{bt} Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).
- ρ Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a' Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t' Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- K', n' Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a'' Intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A);
- t'' Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- K'', n'' Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

- C_a Capacidad homopolar de la línea aérea (F/Km). Normalmente se adopta $C_a=0,006 \mu\text{F/Km}$.
- L_a Longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).
- C_c Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta $C_c=0,25 \mu\text{F/Km}$.
- L_c Longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (Km).
- ω Pulsación de la corriente ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$).

Para el caso de red con neutro a tierra:

- R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).
- X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

A continuación se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

4. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

4.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD.

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

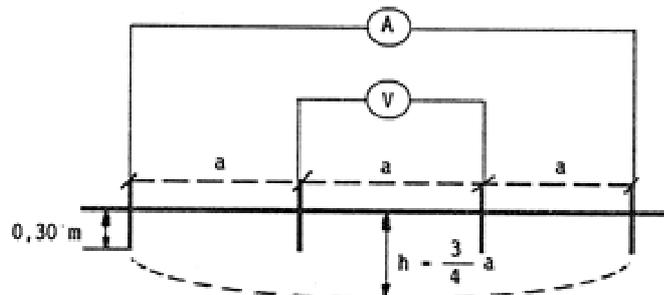
Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Tabla 1. Resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ω -m)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.



Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CTI (h), calcularemos la interdistancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{U}{I}$$

la resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

siendo:

- ρ_h Resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h ($\Omega \cdot m$).
- r Lectura del equipo de medida (Ω).
- a Interdistancia entre picas en la medida (m).

4.2 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

4.2.1 Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CTI

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CTI, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del CTI la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_d}$$

4.2.2 Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

4.2.2.1 **Neutro aislado**

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación que alimenta el CTI.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

en la que:

- c Factor de tensión, c=1'1.
- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 3. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

4.2.2.2 **Neutro a tierra**

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Donde:

- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- c Factor de tensión, $c=1,1$.
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).
- R_n Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).
- X_n Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

4.2.3 Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT que alimentan los CTI disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

- I'_d Intensidad de defecto (A)
- I'_a Intensidad de ajuste del relé de protección (A)
- α, k Constantes características de la curva de protección
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección
- t' Tiempo de actuación del relé de protección (s)

En la tabla siguiente se dan valores de la contante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Tabla 2. Curvas de disparo habituales

	Normal inversa ($\alpha = 0,02$)	Muy inversa ($\alpha = 1$)	Extremadamente inversa ($\alpha = 2$)
k	0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{k}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

$$t = t' + t''$$

4.3 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. SELECCIÓN DEL ELECTRODO.

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tabla 3. Resistencia electrodos habituales

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de $\Omega.m$.
- L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodos de entre las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

- A Dimensión del lado mayor del electrodo (dm).
- B Dimensión del lado menor del electrodo (dm).
- C Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

- A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).
- B Número de picas.
- C Longitud de las picas (m).

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma, dimensiones exteriores de la planta del CTI y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del *Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA* sus parámetros característicos:

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$)
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$)

4.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO.

A continuación se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t'), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (U_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R_t' = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

$$\text{Para neutro aislado: } I_d' = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t')^2}}$$

$$\text{Para neutro a tierra: } I_d' = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_n^2 + (R_n + R_t')^2}}$$

Tensión de defecto:

$$U_d' = R_t' \cdot I_d'$$

En general, la tensión de paso (U_p') y la tensión de contacto (U_c') se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso máxima:

$$U_p' = I_d' \cdot \rho \cdot K_p$$

Tensión de contacto máxima:

$$U_c' = I_d' \cdot \rho \cdot K_c$$

Al existir una superficie equipotencial en la solera del CTI conectada al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto, por lo tanto:

Tensión de paso máxima en el acceso:

$$U'_{p(acc)} = I'_d \cdot \rho \cdot K_c$$

Debido a que se dispone de una superficie equipotencial en la solera del CTI desaparece el riesgo de la tensión de contacto ante u eventual defecto a tierra, por lo que es necesario realizar su cálculo, que será prácticamente nulo.

De igual modo, la tensión de paso sobre dicha superficie también se considera nula.

4.4.1 Agrupación de electrodos en paralelo

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

- La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del CTI, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{K_{ri}}}$$

- Dado que los electrodos se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de

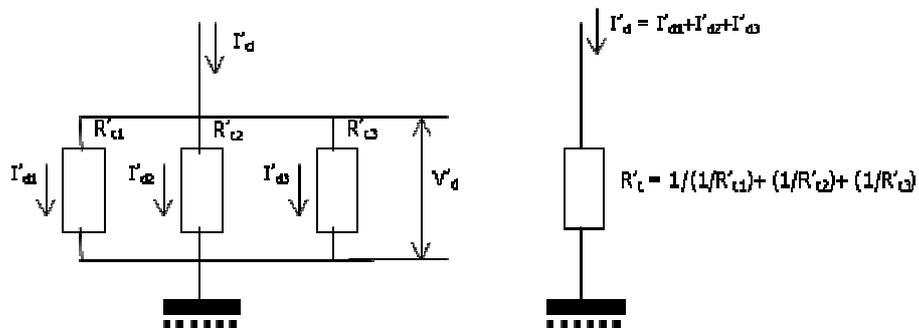
defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

$$U'_d = R'_t \cdot I'_d$$

- La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{U'_d}{R'_{ti}}$$

Figura 2.- Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo.



- La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (K_{pi}) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa (I'_{di}):

$$U'_{pi} = K_{pi} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (U'_p) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$U'_p = \text{máx}(U'_{pi})$$

- De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso ($U'_{p(acc)i}$) como:

$$U'_{p(acc)i} = K_{ci} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

$$U'_{p(acc)} = \text{máx}(U'_{p(acc)i})$$

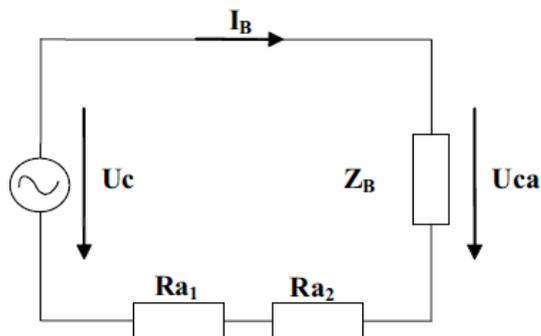
4.5 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

De acuerdo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta (calculada en el apartado 4.2.2), según se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 1 ITC-RAT 13

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

U_{ca}	Tensión de contacto aplicada admisible
U_{pa}	Tensión de paso aplicada admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ según ICT-RAT-13)
Z_B	Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000 Ω)
I_B	Corriente a través del cuerpo
U_c	Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
U_p	Tensión de paso máxima admisible en la instalación
R_{a1}	Resistencia adicionales (calzado)
R_{a2}	Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c y U_p , considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 Ω
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm² de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000 Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Siendo:

- C_s Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
- ρ Resistividad del terreno natural
- ρ^* Resistividad de la capa superficial
- h_s Espesor de la capa superficial en m.

4.6 COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

4.6.1 Seguridad para las personas

4.6.1.1 Tensión de contacto y tensión de paso sobre la superficie equipotencial

La solera del CTI estará dotada de la correspondiente superficie equipotencial, por tanto no existirá riesgo por tensiones de contacto ni de paso sobre dicha superficie, ya que serán prácticamente nulas.

4.6.1.2 Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CTI

La tensión de paso en el exterior del CTI, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$U'_p \leq U_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al CTI para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U'_{p(acc)} \leq U_{p(acc)}$$

4.6.2 Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CTI:

$$U'_d \leq U_{bt}$$

4.6.3 Garantía de eliminación de la falta

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la tensión de defecto:

$$I'_d > I'_a \text{ y } I'_d > I''_a$$

4.7 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones indicadas en el apartado anterior, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R'_t , y en consecuencia los valores de U_p' y $U_{p(acc)'}'$.

5. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de 37 Ω .

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K''_r) cumpla la condición:

$$K''_r \leq K'_r$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37 Ω :

$$R'_{bt} = K''_r \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

6. SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

siendo:

- D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)
- ρ Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$)
- I_d Intensidad de defecto (A)
- U_i Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta $U_i = 1000$

7. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Si se cumple que la elevación de potencial, como consecuencia de un eventual defecto a tierra den las instalaciones de MT del CT, es inferior o igual a 1.000 V, se podrá prescindir de la tierra de servicio y conectar el neutro de la baja tensión del transformador a la tierra de protección del CT.

$$R \cdot I_d \leq 1.000V \rightarrow \text{tierra única}$$

siendo:

- R Resistencia de puesta a tierra de protección (Ω)
- I_d Intensidad de defecto (A)

8. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En la práctica, para un determinado CTI en proyecto, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.

Hoja de cálculo para la aplicación del método UNESA en el diseño de instalaciones de puesta a tierra, en Centros de Transformación de tercera categoría, con el neutro conectado a Tierra

Características del terreno

Resistividad del terreno = **300** Ohmios.m

Tabla 1 de la instrucción MIE-RAT 13 Tipo de Terreno = Suelo pedregoso cubierto de césped

Resistividad del terreno: Mínima = 300 Ohmios.m
Máxima = 500 Ohmios.m

Parámetros de la red

Tensión U = **25** kV
Neutro puesto a tierra Rn = **10** Ohmios
Xn = **72** Ohmios
Tiempo de eliminación del defecto, t = **↑** s
Intensidad de defecto máxima, Idm = **300** A
Nivel de aislamiento B.T. , Vbt = **10** kV

Cálculos

Condiciones de Máxima resistencia e intensidad de defecto

$$Id \cdot Rt \leq Vbt$$

$$Id = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(Rn + Rt)^2 + Xn^2}}$$

Rt máxima = **79,68** Ohmios
Id (Rt máxima) = **125,51** A
Máxima Tensión aplicable al cuerpo humano, Vca = K/(t^n) = **78,50** V
Máxima tensión de paso admisible, Vp = **2198,00** V
Máxima tensión de contacto admisible, Vc = **113,83** V
Máxima tensión de paso an el acceso al CT, Vpacc = **8556,50** V

Resistencia a tierra deseada; Rt = **20** Ohmios

Kr = **0,06667** Factor que deberá cumplir el electrodo

Resultados		Código	Kr	Rt		Kp	Vp (V)	Kc	Vc (V)	Tierra	
				(ohmios)	Id (A)					única	separada
Bucle rectang. de cable desnudo		ERROR	0,00000	#####	#####	0,00000	#####	###	0,00000	#####	###
Picas de 2 m	en Rectangulo	70-40/8/82	0,06600	19,8	185,23	0,01010	561,25 OK	0,02940	1633,73 NO	3668	NO
Picas de 4 m	en Rectangulo	70-35/5/44	0,06600	19,8	185,23	0,01380	766,85 OK	0,02790	1550,38 NO	3668	NO
Picas de 6 m	en Rectangulo	50-25/5/46	0,06600	19,8	185,23	0,01380	766,85 OK	0,02620	1455,91 NO	3668	NO
Picas de 8 m	en Rectangulo	20-20/8/48	0,06600	19,8	185,23	0,01020	566,80 OK	0,02640	1467,02 NO	3668	NO
Picas de 2 m	Alineadas	5/82	0,05720	17,2	187,57	0,00345	194,13 OK			3219	NO
Picas de 4 m	Alineadas	5/44	0,05720	17,2	187,57	0,00919	517,12 OK			3219	NO
Picas de 6 m	Alineadas	5/36	0,05280	15,8	188,69	0,00853	482,85 OK			2989	NO
Picas de 8 m	Alineadas	5/28	0,06270	18,8	186,12	0,01070	597,45 OK			3501	NO



CÁLCULO ELÉCTRICO DEL PUENTE DE BT



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	44
2. INTENSIDAD EN BT	44
3. DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES BT.....	45

1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se pretende justificar que la sección propuesta para el puente de baja tensión indicada en la memoria resulta adecuada, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador, que la intensidad que circule por el mismo sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

2. INTENSIDAD EN BT

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

siendo:

- S Potencia nominal del transformador (kVA).
- Us Tensión del primario del transformador (BT) en kV.
- Is Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.

En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del secundario objeto del presente PT.

Tensión nominal del secundario (kV)	Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del secundario (A)
	50	72
B2 – 0,4	100	144
	160	231
B1 – 0,23	50	94 (*)
	100	188 (*)
	160	301 (*)

(*) En transformadores clase B1B2 se ha considerado un 75% de la potencia nominal para el nivel de tensión B1 (230 V).

3. DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES BT

3.1 MÁXIMA INTENSIDAD

Según la Tabla 3 de la ITC-BT-06 para conductores trenzados de 150 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 305.

El cálculo de las conexiones de BT se realiza partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 4.2.2 de la ITC-BT-06):

- Instalación expuesta directamente al sol. Consideraremos un factor de corrección a aplicar $f_1 = 0,90$ (apartado 4.2.2.1. de la ITC-BT-06).
- Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser $f_2 = 0,90$ (Tabla 7).
- Agrupación de cables. Para dos ternas de cables aislados en haz, instalados al aire, el factor de corrección es $f_3 = 0,89$ (Tabla 6 apartado 4.2.2.2. de la ITC-BT-06).

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B 2 (4 0 0 V)				
	Composición del puente (fases) (mm ² Al)	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A) por fase	f_3	I_{adm} (A) puente BT $I_{adm} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot I_{m\acute{a}x}$
50	3x1x150Al / 80Alm	72	305	1	247
100	3x1x150Al / 80Alm	144	305	1	247
160	3x1x150Al / 80Alm	231	305	1	247

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B 1 (2 3 0 V)				
	Composición del puente (fases) (mm ² Al)	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A) por fase	f_3	I_{adm} (A) puente BT $I_{adm} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot I_{m\acute{a}x}$
50	3x1x150Al / 80Alm	94	305	1	247
100	3x1x150Al / 80Alm	188	305	1	247
160	3x2x150Al / 80Alm	301	305	0,89	440

En Almería, Mayo de 2.018

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
Colegiado 2116





ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

**PROYECTO DE
REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI
EXISTENTE 34999 “LOS.SIMONES” SITO EN PARAJE
LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).**

PETICIONARIO:

**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid**



ÍNDICE

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	48
1.1. INTRODUCCIÓN.....	48
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	48
1.2.1 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.....	48
1.2.2 Principios de la acción preventiva.....	48
1.2.3 Evaluación de los riesgos.....	49
1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección.....	50
1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores.....	50
1.2.6 Formación de los trabajadores.....	50
1.2.7 Medidas de emergencia.....	50
1.2.8 Riesgo grave e inminente.....	50
1.2.9 Vigilancia de la salud.....	51
1.2.10 Documentación.....	51
1.2.11 Coordinación de actividades empresariales.....	51
1.2.12 Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.....	51
1.2.13 Protección de la maternidad.....	51
1.2.14 Protección de los menores.....	51
1.2.15 Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.....	52
1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.....	52
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	52
1.3.1 Protección y prevención de riesgos profesionales.....	52
1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	52
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	53
1.4.1 Consulta de los trabajadores.....	53
1.4.2 Derechos de participación y representación.....	53
1.4.3 Delegados de prevención.....	53
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	53
2.1. INTRODUCCIÓN.....	54
2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.....	54
3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	54
3.1. INTRODUCCIÓN.....	54
3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.....	55
3.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.....	55
3.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.....	56
3.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas. 57	
3.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.....	57
3.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.....	58
4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	59
4.1. INTRODUCCIÓN.....	59



4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	59
4.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.....	59
4.2.2 Medidas preventivas de carácter general.....	60
4.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.....	62
4.2.4 Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas en alta tensión.....	65
4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	66
5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	67
5.1. INTRODUCCIÓN.....	67
5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.....	67
5.2.1. Protectores de la cabeza.....	67
5.2.2. Protectores de manos y brazos.....	68
5.2.3. Protectores de pies y piernas.....	68
5.2.4. Protectores del cuerpo.....	68
5.2.5. Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión.....	68

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

1.2.2 Principios de la acción preventiva.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3 Evaluación de los riesgos.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.
- Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:
 - Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
 - La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
 - Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
 - El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.

Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:

- Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
- Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
- Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
 - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la

pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.

- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2.6 Formación de los trabajadores.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

1.2.7 Medidas de emergencia.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

1.2.8 Riesgo grave e inminente.



Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9 Vigilancia de la salud.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

1.2.10 Documentación.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.

1.2.11 Coordinación de actividades empresariales.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

1.2.12 Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

1.2.13 Protección de la maternidad.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14 Protección de los menores.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el

grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

1.2.15 Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.3.1 Protección y prevención de riesgos profesionales.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores. En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

1.3.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1 Consulta de los trabajadores.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2 Derechos de participación y representación.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3 Delegados de prevención.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

2.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, **el Real Decreto 485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

3.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

3.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

3.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

3.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

3.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

3.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada

para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

4.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el **Real Decreto 1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Línea Eléctrica de Alta Tensión se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza.**

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Los Oficios más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

4.2.2 Medidas preventivas de carácter general.



Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras.

Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la

ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

4.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y gardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:
- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos



- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
-

Montaje de elementos metálicos.

- Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.
- El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.



- Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

4.2.4 Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas en alta tensión.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

- Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.
- Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.
- Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.
- La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.
- Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura
- Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.



- Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).
- En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.
- En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.
- Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.
- Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.
- Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.
- Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.
- En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.
- El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.
- Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.
- Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.
- Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en

materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

5.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las **normas de desarrollo** reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

5.2.1. Protectores de la cabeza.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

5.2.2. Protectores de manos y brazos.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

5.2.3. Protectores de pies y piernas.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

5.2.4. Protectores del cuerpo.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

5.2.5. Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión.

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.



- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T

En Almería, Mayo de 2.018

AUTOR:
D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
Colegiado 2116

Documento VISADO electrónicamente con número: EAL1800460. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: alfsao1s246201826684552





PLIEGO CONDICIONES

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 “LOS.SIMONES”SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PETICIONARIO:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid



ÍNDICE

1. CONDICIONES GENERALES	71
1.1. OBJETO	71
1.2 CAMPO DE APLICACIÓN	71
1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES	71
1.4. ACEPTACIÓN DE LOS EQUIPOS	73
2. CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....	73
3. EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	74
3.1. REALIZACIÓN DE LOS ACCESOS	74
3.2. SUMINISTRO, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO A PIE DE OBRA	74
3.3. EXCAVACIÓN Y EXPLANACIÓN	75
3.3.1. Hormigones	76
3.3.2. Puesta en obra del hormigón	77
3.3.3. Encofrados	77
3.3.4. Áridos	78
3.3.5. Arenas	78
3.3.6. Grava o árido grueso.....	78
3.3.7. Cemento	79
3.3.8. Agua	79
3.3.9. Control de calidad	79
3.3.10. Control de consistencia	79
3.3.11. Control de resistencia.....	79
3.3.12. Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua ..	80
4. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	80
4.1. HORMIGONADO DEL APOYO	80
4.2. Armado e Izado del Apoyo.....	81
4.3. Transformador.....	81
4.4. Aparamenta MT	81
4.4.1. Cortacircuitos fusibles	81
4.4.2. Pararrayos	81
4.4.3. Seccionadores.....	82
4.5. Aparamenta BT	82
4.6. Red de Tierras	82
4.7. Puesta a tierra de protección	82
4.8. Puesta a tierra del neutro de BT	83
5. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	83

1. Condiciones Generales

1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones, tiene por finalidad establecer los requisitos de ejecución de los Centros de Transformación de MT hasta 30 kV destinados a formar parte de la red de distribución de EDE, siendo de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a EDE.

1.2 Campo de aplicación

El Pliego de Condiciones será de aplicación a los Centros de Transformación para tensiones de servicio de hasta 30 kV (redes de 3ª Categoría) y 400 V en Baja Tensión (en adelante BT) instalados sobre apoyos, y alimentación aérea con conductores desnudos.

El Pliego establece las condiciones para el suministro, instalación, pruebas, ensayos, características y calidades de los materiales, y para los trabajos necesarios en la ejecución de los nuevos Centros de Transformación citados, con el fin de garantizar:

- *La seguridad de las personas,*
- *El bienestar social y la protección del medio ambiente,*
- *La calidad en la ejecución de la obra,*
- *La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas*

1.3. Características generales y calidades de los materiales

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan, con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Previamente al inicio de los trabajos será necesario disponer de todos los permisos, de Organismos y propietarios particulares afectados, para la ubicación de los apoyos, servidumbre de la LAMT, accesos, etc.

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

Protecciones:

- AGD001 Guía técnica sobre protecciones contra las sobretensiones en las instalaciones de media tensión.
- FGC001 Guía técnica del sistema de protecciones en la red MT.

- AND015 Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para Redes de MT hasta 36 kV.

Aparamenta

- AND005 Seccionadores Unipolares Para LAAT hasta 36 kV
- AND007 Cortacircuitos Fusibles de Expulsión Seccionadores hasta 36 kV.
- GSM003 MV Pole Mounted Switch-Disconnectors

Apoyos:

- AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.
- AND009 Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV
- AND008 Aisladores de vidrio para cadenas de LAAT hasta 30 kV
- AND012 Aisladores compuestos para cadenas LAMT hasta 30 kV.

Transformadores:

- GST001 MV/LV Transformers

Cuadros de BT

- >NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.
- FNL001 Cuadro de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie

Conductores:

- GSC003 Concentric-lay-stranded bare conductors.
- BNL001 Conductores de Aluminio Aislados Cableados en haz para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.

Otras:

- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial
- AND017 Antiescalos metálicos para apoyos de celosía

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

1.4. Aceptación de los equipos

La Dirección de Obra velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica estén homologados por ENDESA sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

El Director de Obra asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o calidad de ejecución de la obra.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por el Director de Obra, o bien, si éste lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

El resultado satisfactorio de la recepción quedará reflejado en el "Acta de Recepción de Materiales" en cuyo documento estarán detallados los materiales que se van a instalar y que será debidamente cumplimentada por el Contratista y el Director de Obra.

El Contratista se ocupará de recibir, descargar y comprobar el material procedente de los fabricantes y talleres, efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, etc., con el fin de que pueda proceder a su reposición.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de Contratista. En particular, cuidará de que en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos.

2. Condiciones técnicas de ejecución y montaje

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones.

Durante la construcción de las instalaciones EDE podrá supervisar la correcta ejecución de los trabajos. Dichas tareas de supervisión podrán ser realizadas directamente por personal de EDE o de la Ingeniería por ella designada.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, tienen el carácter de recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión parcial que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación de garantizar la correcta ejecución de las instalaciones hasta la recepción definitiva de las mismas.

3. Ejecución de la obra civil

3.1. Realización de los accesos

Los caminos que se efectúen para el acceso al CTI se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno. A tal fin se utilizarán preferentemente los caminos existentes, aunque en algunos casos su desarrollo o características no sean los más adecuados.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes propietarios.

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

Para aquellos apoyos ubicados en cultivos, prados, olivares, etc., o cuando resulte necesario atravesar este tipo de terrenos para acceder a los apoyos, se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- Señalizar el acceso a cada apoyo de manera que todos los vehículos realicen las entradas y salidas por un mismo lugar y utilizando las mismas rodadas.
- Alrededor de cada apoyo se limitará el espacio de servidumbre a ocupar para realizar los trabajos y nunca se ocupará más espacio del estrictamente necesario.
- Causar el mínimo daño posible, aunque el camino propuesto por la propiedad sea de mayor desarrollo.
- Mantener cerradas en todo momento las cercas o cancelas de propiedades atravesadas, a fin de evitar movimientos de ganado no previstos.
- Podrá utilizarse material de aportación en el acondicionamiento de pasos para el acceso con camión a los apoyos, pero cuando no esté prevista una utilización posterior de estos pasos, se efectuará la restitución de la capa vegetal que previamente se habrá retirado.
- En huertos, frutales, viñas y otros espacios sensibles, se analizará el uso de vehículos ligeros (Dumper), caballerías, etc.

3.2. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder de la Dirección de Obra con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por la Dirección de Obra, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en los componentes.

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

3.3. Excavación y Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación para la correcta ubicación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, y en caso de ser necesario el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Se cuidará el marcado de los hoyos con respecto a las estacas de replanteo y el avance vertical de las paredes de la excavación para obtener las distancias necesarias entre éstas y los anclajes de los apoyos.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. La explanación se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.
- Cuando al realizar la excavación, se observe que el terreno es anormalmente blando, pantanoso o relleno, se analizará cada caso por si fuese necesario aumentar sus dimensiones. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o deslizante.
- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones

Las dimensiones de la excavación se ajustarán, en lo posible, a las indicadas en los planos de cimentaciones.

La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia lo aconsejaren, se realizará la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de los hoyos.

Tanto las excavaciones que estén terminadas como las que estén en ejecución se señalarán y delimitarán para evitar la caída de personas o animales en su interior. Las que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos dificulten el uso normal del terreno, por su volumen o naturaleza, se procederá a su retirada a vertedero autorizado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, aplicando las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en las excavaciones, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Se evitará, en lo posible, el uso de explosivos. Cuando su empleo sea imprescindible, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto la legislación vigente que regula el uso de este tipo de material.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

En estos casos se retirarán de las cercanías los ramajes o cualquier materia que pueda propagar un incendio. Caso de que existan líneas próximas o cualquier otro obstáculo que pudiera ser dañado, se arroparán los barrenos convenientemente, con el fin de evitar desperfectos.

Cuando se efectúen desplazamientos de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable.

Terminada la excavación se procederá a la colocación del electrodo de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto Tipo.

3.3.1. Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm² (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm² (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m ³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

3.3.2. Puesta en obra del hormigón

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Iniciado el hormigonado, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado

3.3.3. Encofrados

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado, en su caso, presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que la Dirección de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada es extensivo para los recrecidos.

3.3.4. Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

3.3.5. Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

3.3.6. Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

3.3.7. Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización de la Dirección de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa de la Dirección de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte de la Dirección de Obra.

3.3.8. Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

3.3.9. Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

3.3.10. Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

3.3.11. Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar a la Dirección de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Dirección de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes

3.3.12. Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo de la Dirección de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa de la Dirección de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por la Dirección de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

4. Ejecución de la Instalación

4.1. Hormigonado del Apoyo

En primer lugar la base de apoyo se colocará sobre una loseta de hormigón de forma de tronco piramidal cuadrada invertida de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en los planos desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

Posteriormente, se colocara sobre ella la base del apoyo o el apoyo completo, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo en el primer caso, o bien se aplomara el apoyo completo en el segundo caso, inmovilizando dicho apoyo por medio de vientos.

El vertido del hormigón se realizará siempre de forma suave y con ayuda de una canal de chapa de madera de gran pendiente. No se hormigonará por debajo de 0°C, ni tan siquiera empleando aditivos.

A medida que se vaya vertiendo el hormigón en la excavación se vibrará el mismo mediante vibrador electromecánico o neumático de agujas hasta que se extienda llenando todos los huecos que quedan en el hoyo. El tiempo de vibrador será variable y terminará en el momento que aparezca la lechada en la superficie.

Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo 10 cm como mínimo en terrenos normales y en 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior del macizo, en ambos casos, estará terminada en forma de punta de diamante con un mortero rico en cemento y con una pendiente del 10% como mínimo como vierteaguas.

Se dejarán dos tubos de PVC rígido de Pg 36 de las características y forma especificadas, para poder alojar en su interior el conductor de puesta a tierra del CTI.

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.

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.

4.2. Armado e izado del Apoyo

El armado de los apoyos metálicos se realizará teniendo en cuenta la concordancia entre diagonales y montantes. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de sus tornillos y tuercas adecuados.

Si en el transcurso del montaje aparecen dificultades de ensamblaje o defectos sobre alguna de las piezas que necesiten su sustitución o modificación, el Contratista los notificará a ENDESA DISTRIBUCIÓN. No se empleará ningún elemento metálico, doblado, torcido, etc. Solo podrán enderezarse barras, agrandar taladros, quitar rebabas o cortar ingletes bajo expresa autorización de ENDESA DISTRIBUCIÓN.

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente ni golpeado. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material en la cara de menor esfuerzo.

Los apoyos deberán ser izados con grúa o pluma, evitando que el aparejo o partes salientes dañen las aristas o montantes del apoyo.

Después del izado y antes del amarre de los conductores de la línea aérea, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tomillo irá provisto de su correspondiente arandela y deberá sobresalir de la tuerca por lo menos un paso de rosca, el cual se graneteará para evitar que pueda aflojarse.

La parte inferior del apoyo irá recubierto con un antiescalo construido en chapa galvanizada o de obra civil según estándar EDE.

4.3. Transformador

El transformador se dejará previamente nivelado y aplomado, procurando hacerlo siempre que sea posible con la propia grúa que transporta el transformador, o bien, colocando en el apoyo el útil para izado de transformadores y con la ayuda de un polipasto.

4.4. Aparamenta MT

4.4.1. Cortacircuitos fusibles

Los cortacircuitos fusibles se instalarán, según la memoria del PT, bien en el apoyo del CTI, o bien en un apoyo anterior. Se montarán en armados normalizados y se colocarán de forma tal que, al interrumpir el circuito la cuchilla caiga por gravedad y se quede sin tensión.

Los puentes de unión entre la línea aérea MT y los bornes del transformador se realizará utilizando el mismo conductor que el de la línea, forrado a base de polietileno reticulado, sin empalmes o piezas de conexión.

4.4.2. Pararrayos

Se montarán sobre el transformador MT/BT con el herraje apropiado.

La toma de tierra de los pararrayos consistirá en un cable aislado de cobre de 50 mm² de sección, que descenderá sujeto al angular o montante del apoyo hasta la toma de tierra de masas del CTI.

4.4.3. Seccionadores

Los seccionadores, unipolares o tripolares, se instalarán en armados normalizados por ENDESA DISTRIBUCIÓN.

Los seccionadores unipolares se colocarán de forma tal que, al interrumpir el circuito, la cuchilla caiga por gravedad y se quede sin tensión.

Los puentes de unión en MT serán según lo descrito en el apartado 5.1 Cortacircuitos fusibles.

4.5. Aparamenta BT

Los armarios de BT utilizados serán del tipo normalizado por ENDESA DISTRIBUCIÓN con los elementos apropiados para su sujeción al apoyo.

Los cables de unión del transformador al armario de BT serán de tipo aislado, debidamente engrapados al apoyo, teniendo cuidado de no deteriorar el aislamiento de los circuitos y aparellaje de BT por rozaduras, cortes, etc

4.6. Red de Tierras

Se dispondrán dos instalaciones de puesta a tierra. Una puesta a tierra de masas para pararrayos, carcasa del transformador, herrajes y apoyo, y otra puesta a tierra del neutro de BT, que podrán unirse en una única según se indica en el Proyecto Tipo FPY30000 de Centros de Transformación Intemperie instalados sobre apoyo.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

En cada una de las bajadas a tierra se dispondrá de una caja de registro para comprobación de la resistencia óhmica de puesta a tierra de la instalación.

4.7. Puesta a tierra de protección

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por cuatro picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro clavadas verticalmente en el terreno a una profundidad de 0,50 m o 0,80 m si en la zona se prevén heladas. Las picas se unirán mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm² formando un anillo alrededor del apoyo.

La línea de tierra, que conecta el electrodo de puesta a tierra a los elementos que deban quedar puestos a tierra, será de cable de cobre desnudo de 50 mm². Se procurará que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazas tortuosas y curvas de poco radio.

Para controlar la tensión de paso y contacto, se colocará una losa de hormigón de espesor no inferior a 20 cm que cubra, como mínimo, hasta 1,10 m de las aristas exteriores de la cimentación de los apoyos. Dentro de la losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la excavación, se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción con redondo de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m.

Esta losa se aislará con una capa de mortero, espesor 7 cm, de "Mezcla bituminosa en frío AF-12"; previamente para su enganche se impregnará el hormigón con la "Emulsión catiónica ECR-11".

4.8. Puesta a tierra del neutro de BT

En el caso de independizar la puesta a tierra de neutro de BT de la puesta a tierra de protección, se establece una toma de tierra del neutro de BT a una distancia no inferior a 20 m del CTI, a determinar en función de las características del terreno y de la red eléctrica.

La línea de tierra que partirá del borne de BT de neutro del transformador se realizará con cable de Cu aislado 0,6/1 kV 50 mm² sección; en su trayecto subterráneo, irá alojada en una zanja de 0,50 m de profundidad hasta el electrodo de puesta a tierra, formado por una o varias picas.

5. Recepción de las Obras

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección de Obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales están homologados por Endesa. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará atención sobre la verificación de los siguientes puntos:

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:

Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.

En el caso de que proceda se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

ELEMENTOS DE MANIOBRA

Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos correspondientes.

En Almería, Mayo de 2.018

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
Colegiado 2116





PRESUPUESTO

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 "LOS.SIMONES" SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PETICIONARIO:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid





CAPÍTULO 01: REFORMA Y AMPLIACION DEL CTI 34999 "LOS.SIMONES"				
UCC	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WCAB01	CAMBIO TRAFOS CTI	1	130,28	130,28
WCCI02	DESMONTAJE SECCIONADOR O RUPTOFUSIBLE MT	3	15,24	45,72
WCAE01	INSTALACION CONJUNTO PARARRAYOS MT	3	225,1	675,3
WCCJ02	PUENTE BT CT TRAFOS HASTA 400KVA	1	134,96	134,96
WCCJ01	PUENTE MT CT	1	67,63	67,63
WACA01	INSTALAR BASE PORTAFUSIBLES XS 24 O 36 KV	3	193,8	581,4
M6703264	TUBO PORTAFUSIBLES CC EXPULSION 36 Kv	3	63,08	189,24
WZB001	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA	1	63,22	63,22
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
170191	PARARRAYOS 25 KV 10 KA N PAT	3	33	99
110475	TR 100 KVA/25 B2 E	1	2.406,37	2.406,37
TOTAL CAPÍTULO 01:				4.393,12 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
Cap. 01	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMPORTE
	REFORMA Y AMPLIACION DEL CTI 34999 "LOS.SIMONES"	1	4.393,12 €
TOTAL PRESUPUESTO:			4.393,12 €

Asciende el presupuesto general, a la cantidad de **CUATRO MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y TRES CON DOCE CÉNTIMOS DE EURO.**

En Almería, marzo de 2.018
 AUTOR:
 D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
 Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
 Colegiado 2116





PLANOS

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 "LOS.SIMONES" SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PETICIONARIO:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/Ribera del Loira nº60
28042 - Madrid



ÍNDICE

- PLANO Nº1: SITUACIÓN.
- PLANO Nº2: EMPLAZAMIENTO.
- PLANO Nº3: CTI ESTADO INICIAL
- PLANO Nº4: CTI ESTADO REFORMADO
- PLANO Nº5: ESQUEMA UNIFILAR MODIFICADO



ANEXO I: GESTIÓN DE RESIDUOS

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 "LOS.SIMONES" SITIO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PROMOTOR:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/ Ribera del Loira nº 60
28042 - Madrid



CERTIFICADO CUMPLIMIENTO RD 105/2008

ANTECEDENTES

En aquellas obras donde se generen residuos de construcción y demolición (RCDs), es de aplicación el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En caso de generar este tipo de residuos es obligatorio Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición**, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generaran en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinaran los residuos que se generaran en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formara parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

CERTIFICADO

Por el presente escrito se certifica que en el Proyecto cuyo Título es **PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 "LOS.SIMONES" SITIO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA)**, redactado por el técnico D. Alejandro Rey-Stolle Degollada, con fecha de visado expuesta en el margen derecho no le es de aplicación el Decreto 105/2008 y por tanto no incluye un anexo con un Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición

En Almería, Mayo de 2.018

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental
Colegiado 2116





ANEXO II: **INFORME DE CAMPOS MAGNÉTICOS**

PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 “LOS.SIMONES”SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA).

PROMOTOR:

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.
CIF: B- 82.846.817
C/ Ribera del Loira nº 60
28042 - Madrid



ÍNDICE

1. OBJETO	89
2. NORMATIVA VIGENTE.....	90
3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	91
4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO.....	95
5. RESULTADOS	99
6. CONCLUSIONES	101
7. REFERENCIAS	101
8. ANEXOS.....	103
8.1 Anexo A: Planos Centro de transformación intemperie, con transformador en poste, con fusibles tipo “XS”	103

1. OBJETO

El objeto de este estudio, es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, del varios tipos de centro de transformación intemperie con transformador en poste, perteneciente a ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (EDE), con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente. Los tipos considerados son:

- Centro de transformación intemperie, con transformador en poste, con fusibles tipo “XS”
- Centro de transformación intemperie, con transformador en poste, con seccionadores unipolares y fusibles tipo “APR”
- Centro de transformación intemperie, con transformador en poste, con interruptor-seccionador tripolar y fusibles tipo “APR”

Los centros de transformación tipo intemperie con transformador en poste, engloban centros de transformación, con una distribución similar a la calculada, con transformador intemperie en poste, y niveles de tensión MT de 10, 11, 13,2, 15 y 20 kV. En BT el nivel de tensión es 0,4 kV.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de los centros de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2. NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
2. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
3. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
4. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.”

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una instalación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. También se han realizado medidas de campo en la subestación de Utebo y se han comparado con los resultados obtenidos con la aplicación. El desarrollo de ambos métodos de validación se recoge en el anexo B de este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos.

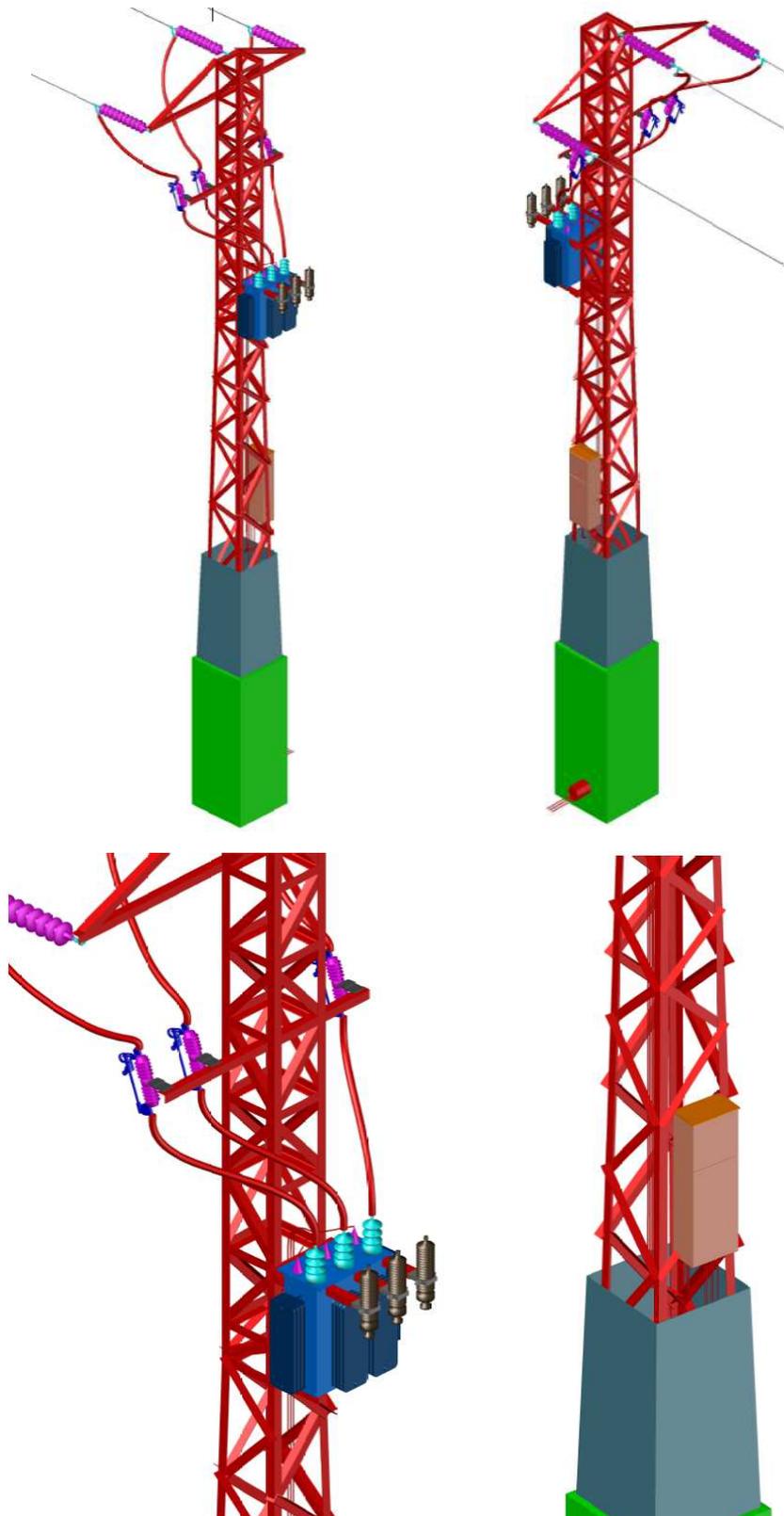


Fig. 1: Vistas 3D del centro de transformación tipo transformador en poste con fusibles tipo

"XS".

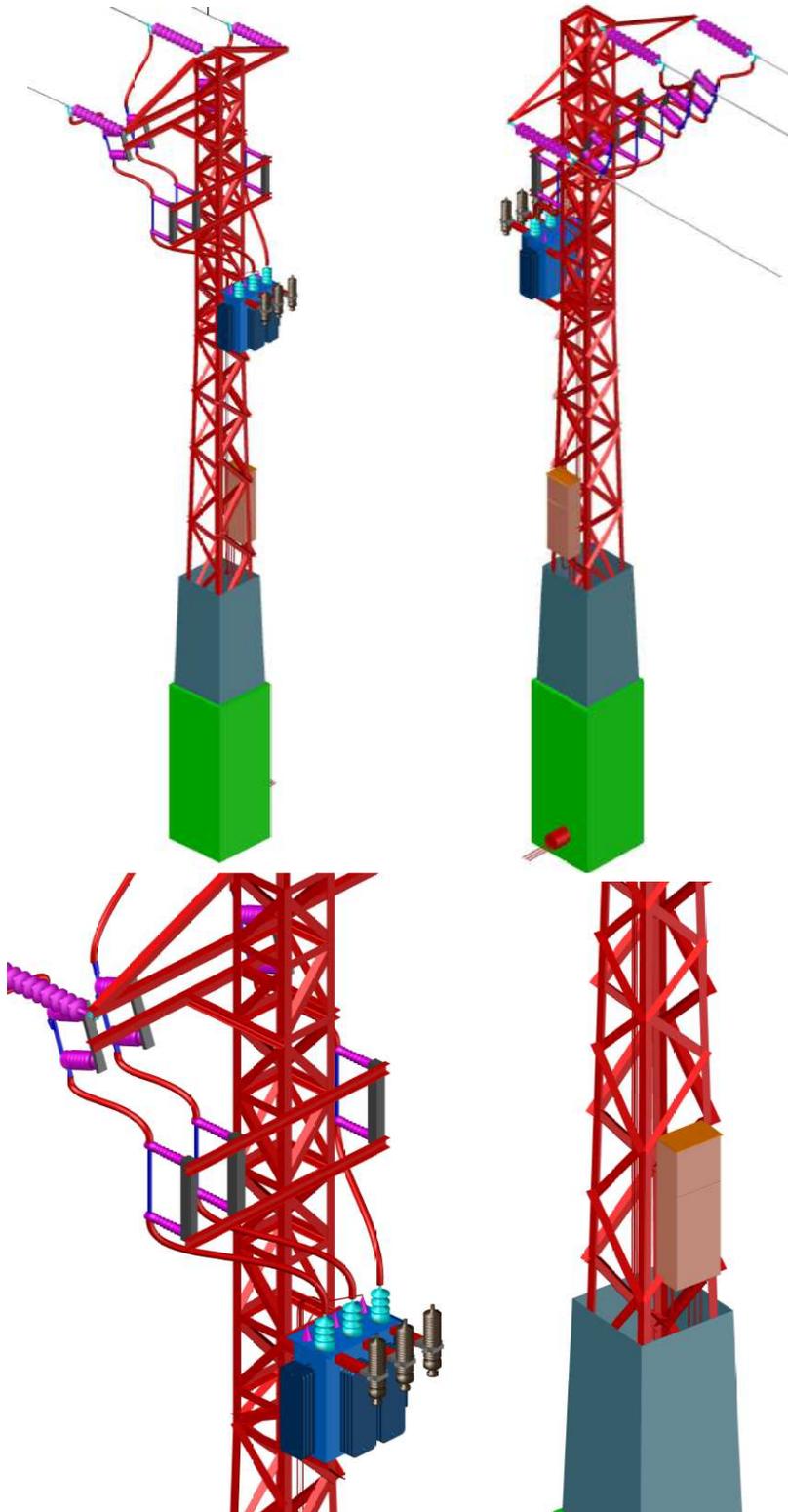


Fig. 2: Vistas 3D del centro de transformación tipo transformador en poste con seccionadores unipolares y fusibles tipo "APR".

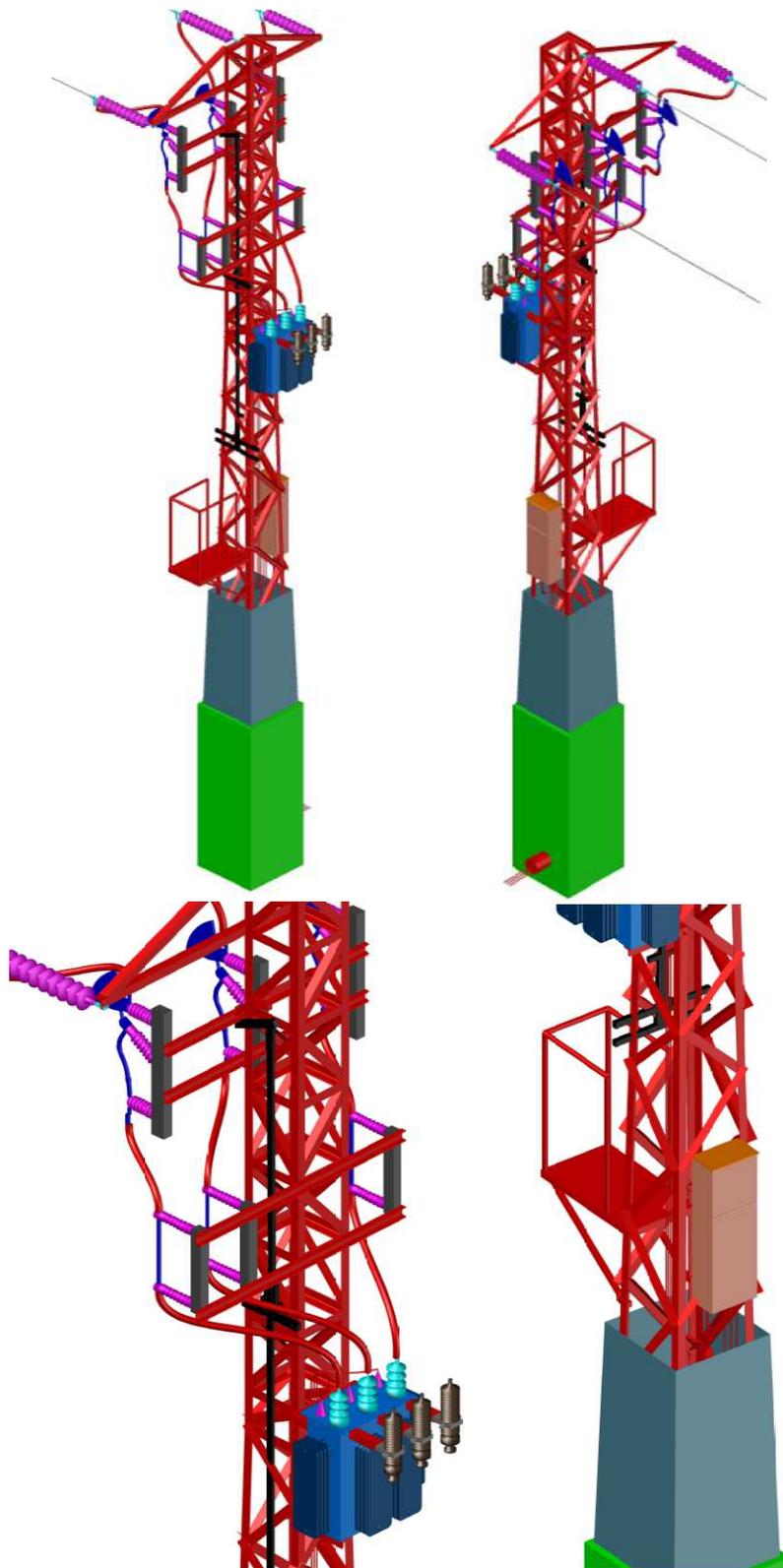


Fig. 3: Vistas 3D del centro de transformación tipo transformador en poste con interruptor-seccionador tripolar y fusibles tipo "APR".

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

Los centros de transformación tipo intemperie con transformador en poste calculados, constan de 2 niveles de tensión, 15 y 0.4 kV, y una unidad de transformación de 160 KVA.

Nivel de 15 kV.

- Tipo: intemperie convencional
- Topología: N/A
- Posiciones de línea: 1
- Posiciones de transformador : 1
- Superficie (Base del poste): 1 m²

El unifilar para los tres centros de transformación considerados es el siguiente, la tipología del seccionador es diferente en cada caso, pero eso no afecta a la intensidades.

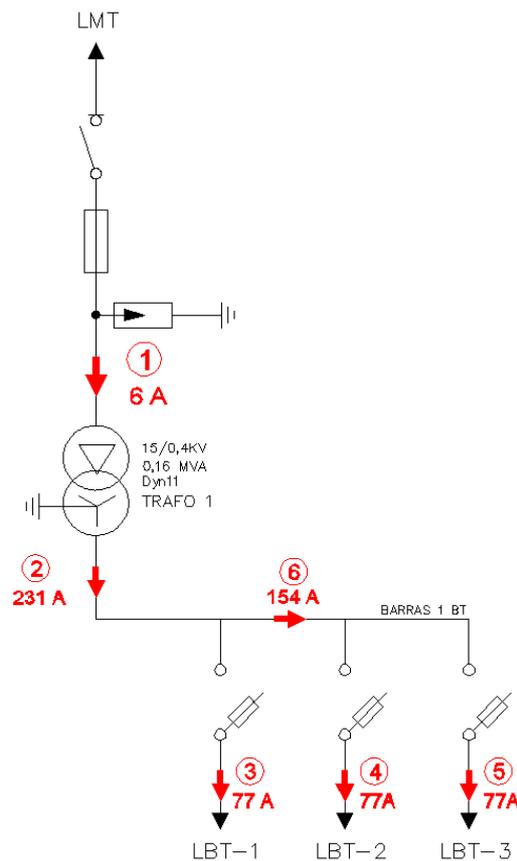


Fig. 4: Unifilar con intensidades consideradas.

Nivel de 0.4 kV.

- Tipo: Intemperie

- Topología Simple barra.
- Posiciones de línea: 3
- Posiciones de transformador : 1
- Posiciones de barras: 1

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que EDE ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos, debido a su instalación en altura y el límite de la instalación, permite reducir los niveles de exposición al público en general, fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes en los tres casos:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Trafo 1 - Línea 1 15 kV	1	6 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,4 kV	2	231 ₍₁₎	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	3 - 5	77	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Trafo 1- Línea 1	2	231	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 1- Línea 2	6	154	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	5	77	30	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 160 KVA.

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia, suministrada por la única línea de MT existente.

En el lado de BT, el transformador alimenta a un embarrado del que parten tres líneas que se reparten equitativamente la potencia del transformador.

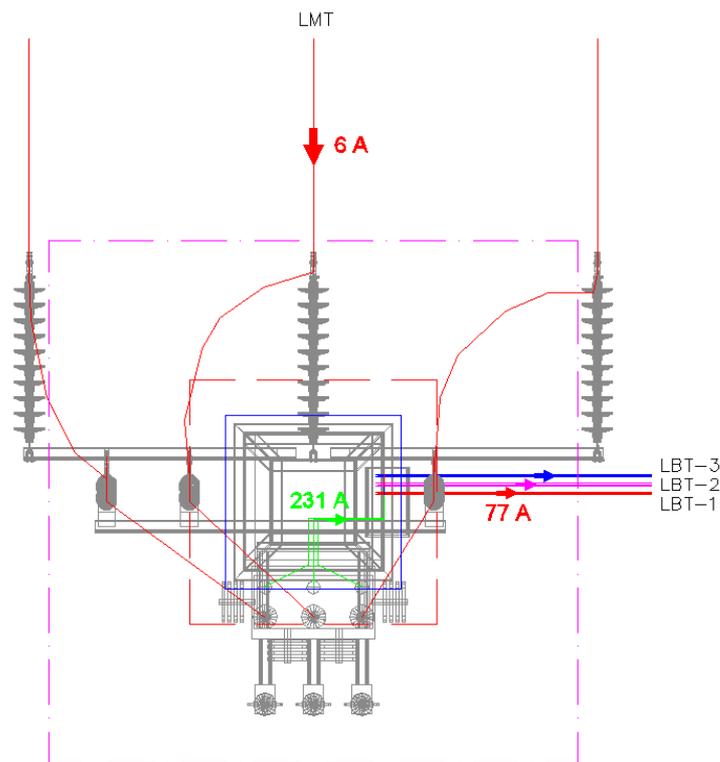


Fig. 5 Intensidades para cálculo de campo magnético. Centro de transformación tipo transformador en poste, con fusibles tipo "XS".

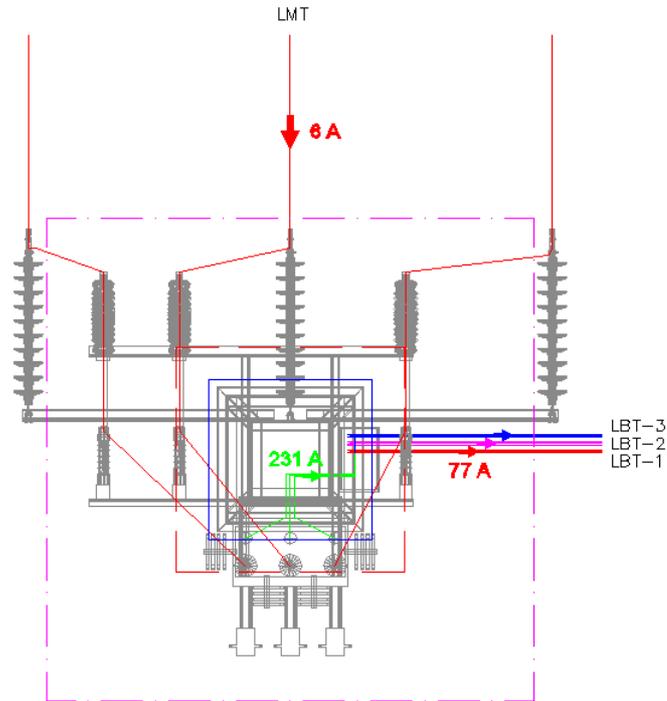


Fig. 6 Intensidades para cálculo de campo magnético. Centro de transformación tipo transformador en poste con seccionadores unipolares y fusibles tipo "APR".

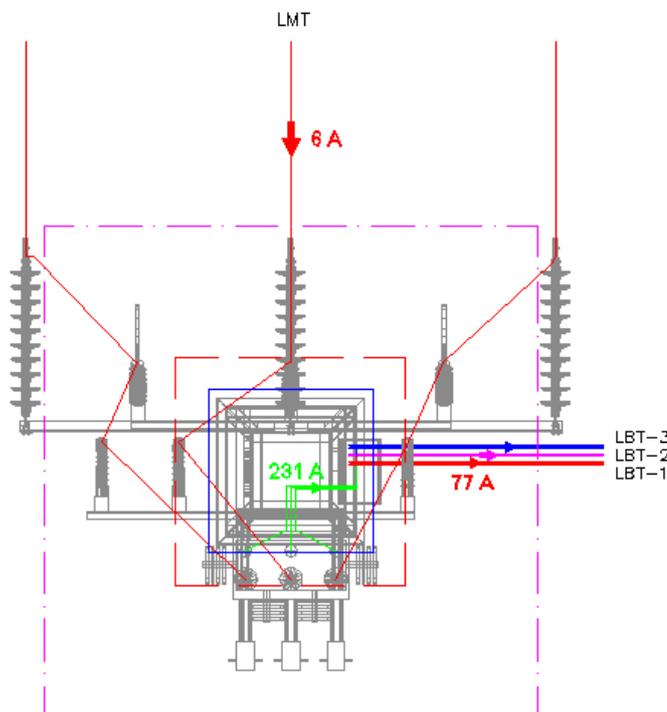


Fig. 7 Intensidades para cálculo de campo magnético. Centro de transformación tipo transformador en poste con interruptor-seccionador tripolar y fusibles tipo "APR".

5. RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de las instalaciones, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo. En este caso como límite del centro de transformación se ha considerado el perímetro de la cimentación del poste que sobresale del suelo.

Se han presentado los resultados del campo magnético alrededor del poste, a una distancia de **0,2 m** del mismo, según las líneas de cálculo de la figuras 8,9 y 10.

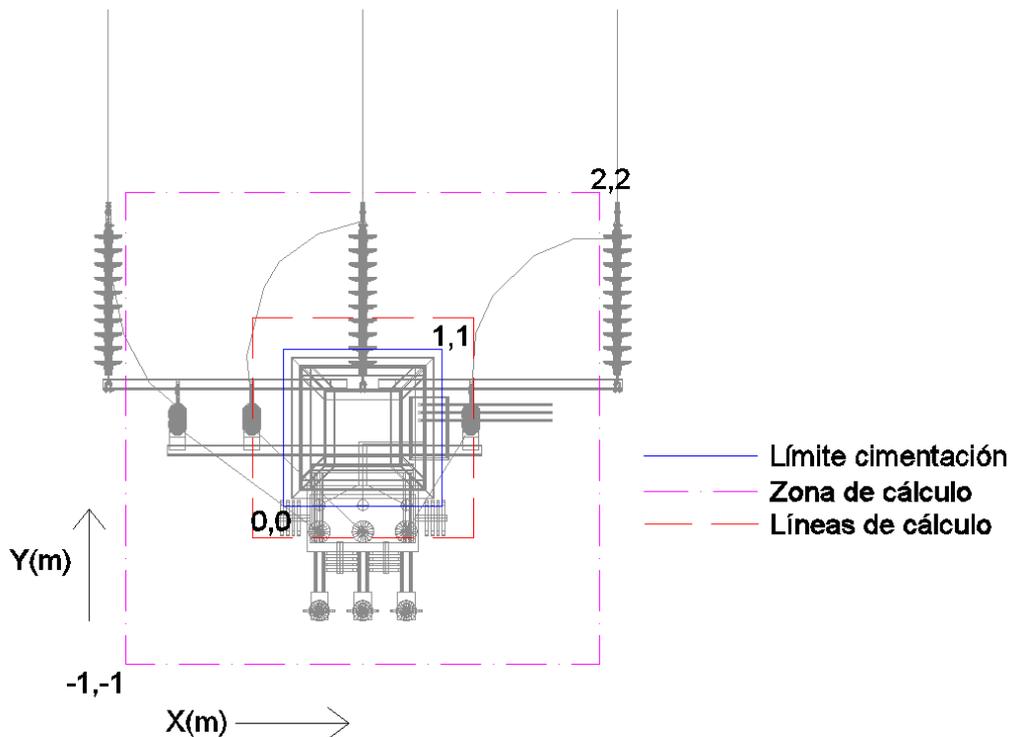


Fig. 8 Pared exterior y zonas límite del cálculo. Centro de transformación tipo transformador en poste con fusibles tipo "XS".

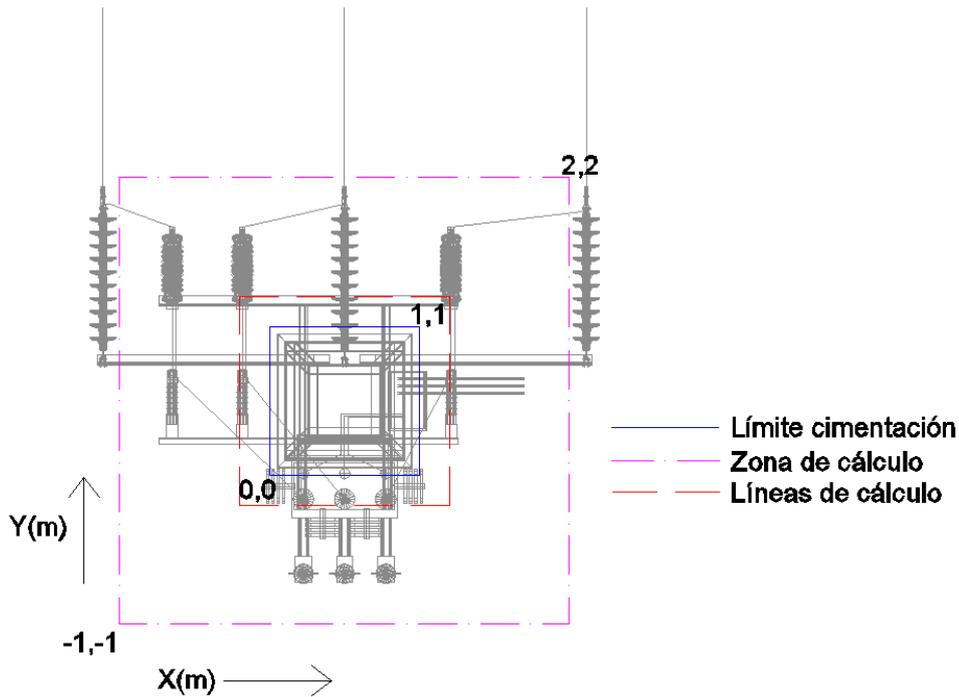


Fig. 9 Pared exterior y zonas límite del cálculo. Centro de transformación tipo transformador en poste con seccionadores unipolares y fusibles tipo "APR".

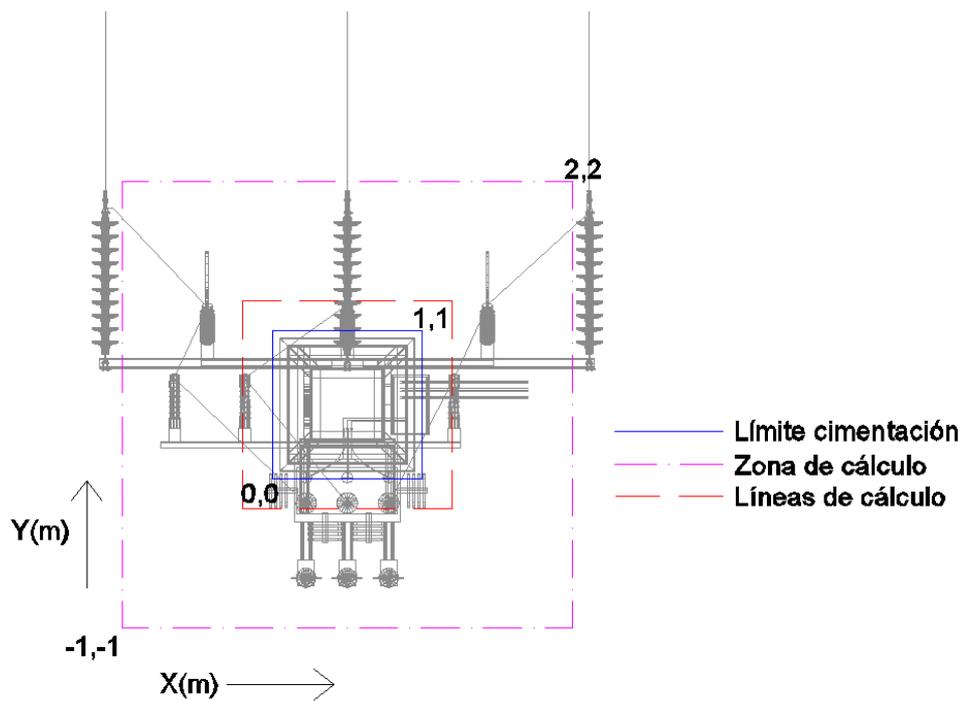


Fig. 10 Pared exterior y zonas límite del cálculo. Centro de transformación tipo transformador en poste con interruptor-seccionador tripolar y fusibles tipo "APR".

Los valores más elevados obtenidos para cada caso son:

En el caso del Centro de transformación tipo transformador en poste, con fusibles tipo "XS", 7,06 μ T en la zona de las bajantes de las salidas de BT.

En el caso del Centro de transformación tipo transformador en poste, con seccionadores unipolares y fusibles tipo "APR", 7,06 μ T en la zona de las bajantes de las salidas de BT.

En el caso del Centro de transformación tipo transformador en poste, con interruptor-seccionador tripolar y fusibles tipo "APR", 6,93 μ T en la zona de las bajantes de las salidas de BT.

Debido a la disposición en altura de los transformadores y la disposición de las salidas de BT de los mismos, que transportan una intensidad considerable, se han repetido los cálculos para una altura de 2 metros. El valor máximo se da en el mismo lugar que a la altura de 1 m. Los valores son los siguientes.

En el caso del Centro de transformación tipo transformador en poste, con fusibles tipo "XS", 6,70 μ T.

En el caso del Centro de transformación tipo transformador en poste, con seccionadores unipolares y fusibles tipo "APR", 6,71 μ T.

En el caso del Centro de transformación tipo transformador en poste, con interruptor-seccionador tripolar y fusibles tipo "APR", 6,59 μ T.

Los resultados tanto a uno como a dos metros de altura se incluyen en los anexos de planos.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad de los centros de transformación tipo intemperie con transformador en poste, propiedad de EDE, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, (hipótesis de carga máxima realizable) y como puede observarse en el anexo de cálculos, se obtiene que los valores de radiación emitidos están por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

7. REFERENCIAS

[1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup "Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations" 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.

[2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa "Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power



Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE

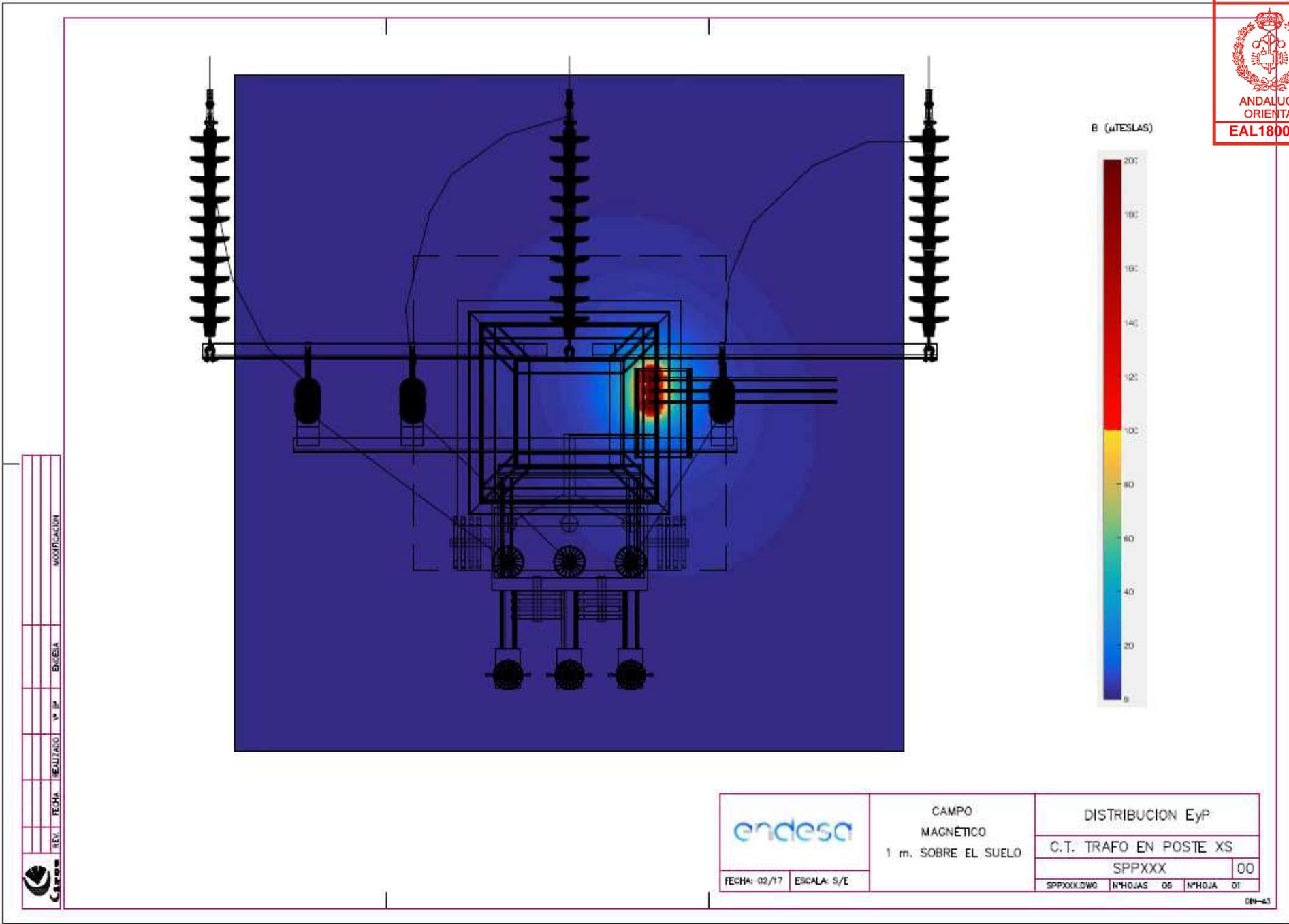
[3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference

[3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference

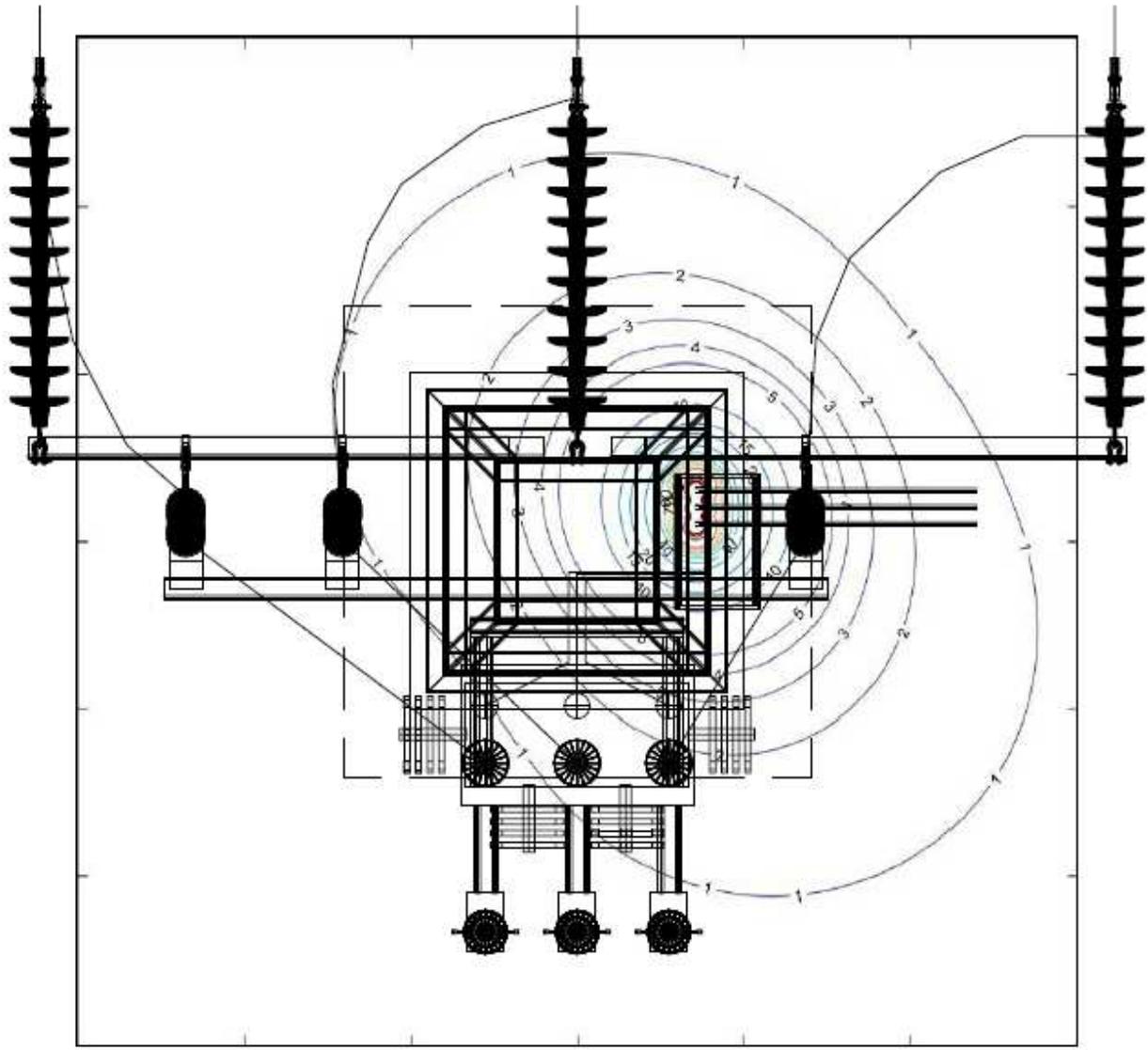


8. ANEXOS

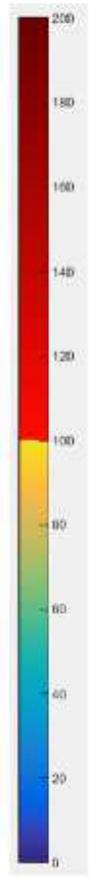
8.1 Anexo A: Planos Centro de transformación intemperie, con transformador en poste, con fusibles tipo "XS"



PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACIÓN DE POTENCIA DEL CTI EXISTENTE 34999 "LOS.SIMONES" SITO EN PARAJE LOS SIMONES, T.M. ALBOX (ALMERÍA)



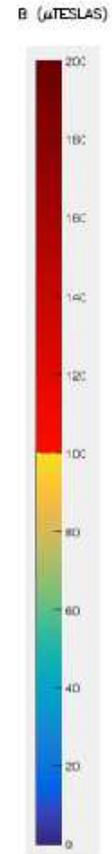
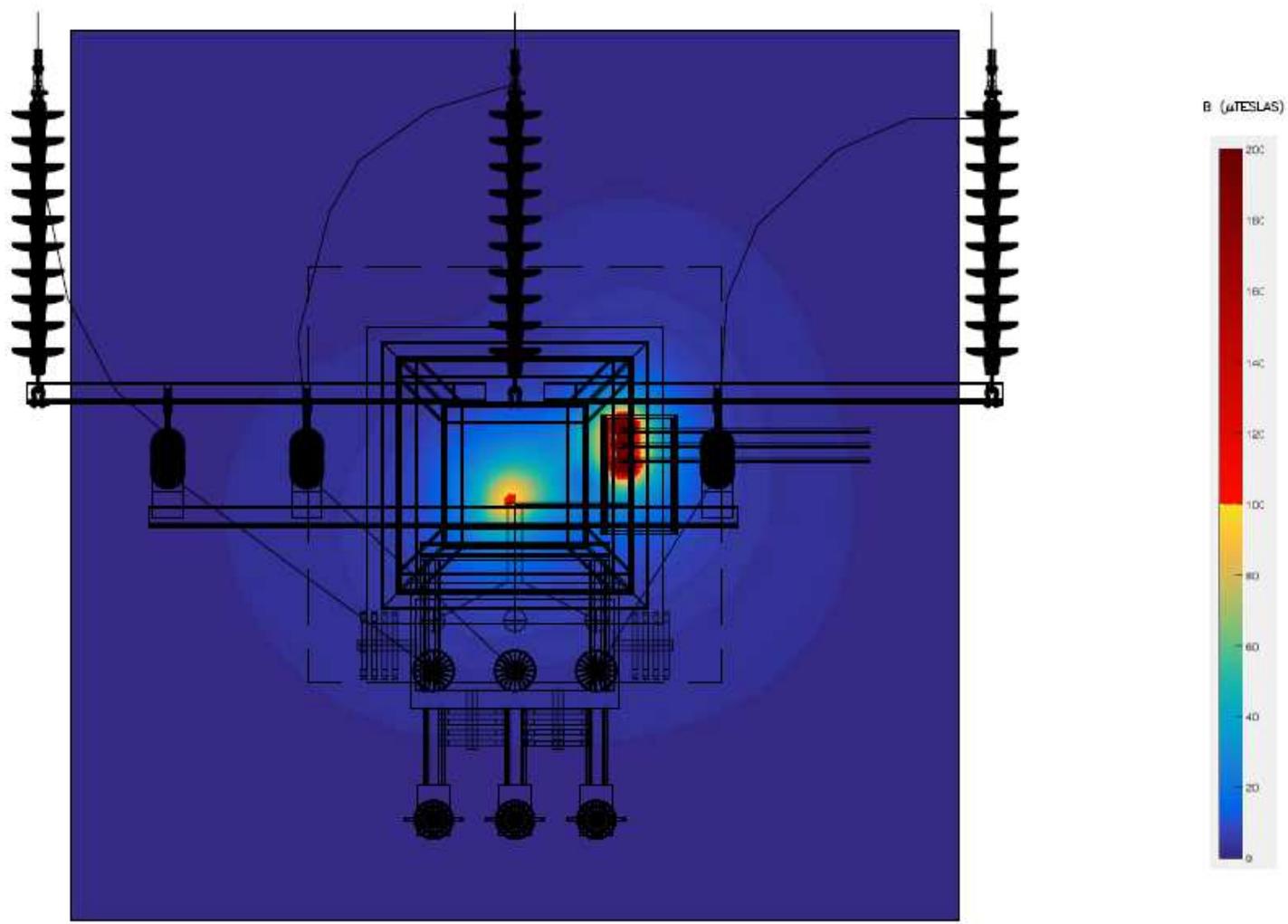
B (μTESLAS)



REV.	FECHA	REALIZADO	V. B.	ENDESA	MODIFICACION

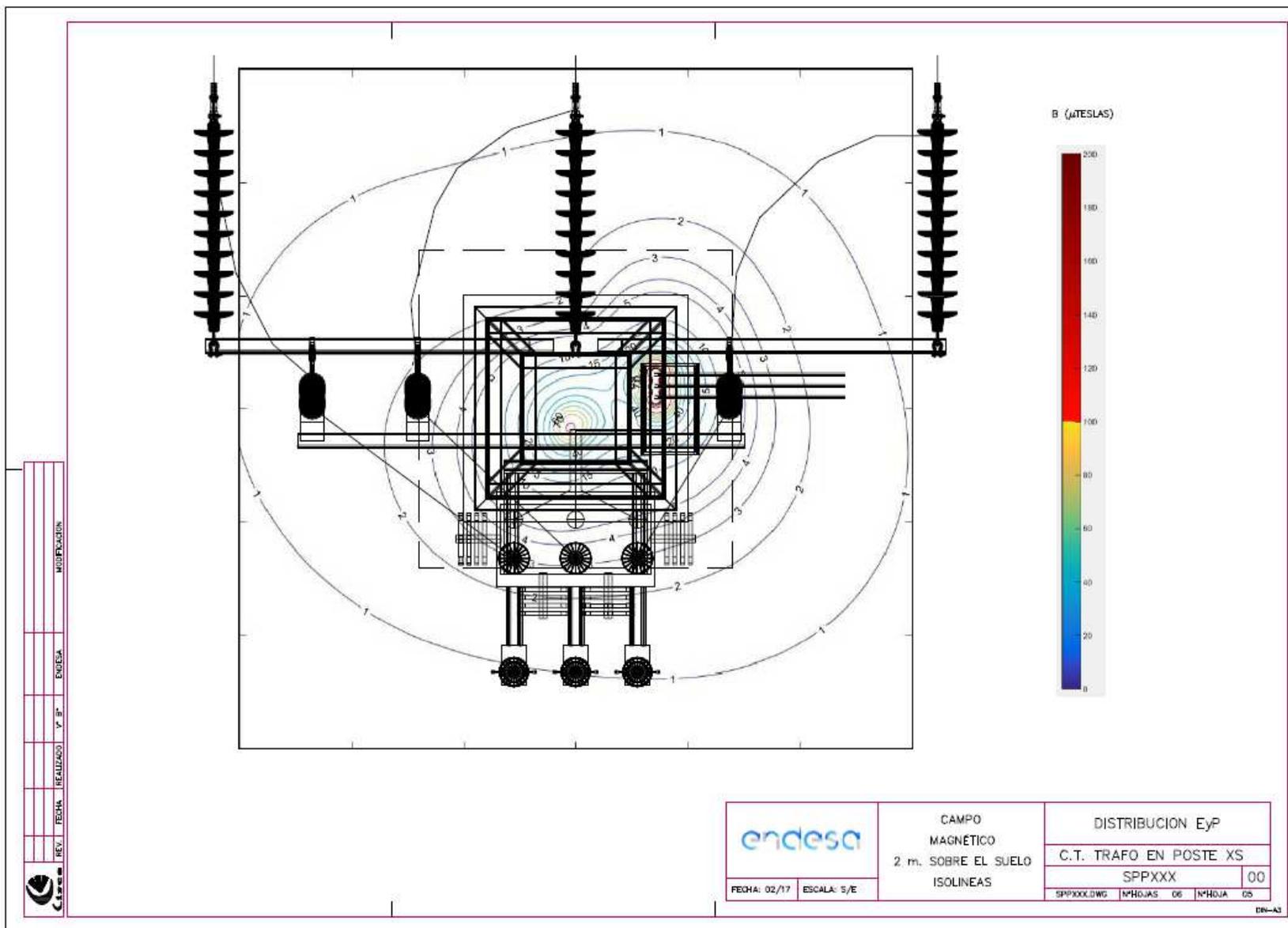


 CAMPO MAGNÉTICO 1 m. SOBRE EL SUELO ISOLINEAS	DISTRIBUCION EyP	
	C.T. TRAF0 EN POSTE XS	
FECHA: 02/17	ESCALA: S/E	SPPXXX 00
		SPPXXX.DWG N°HOJAS 06 N°HOJA 02

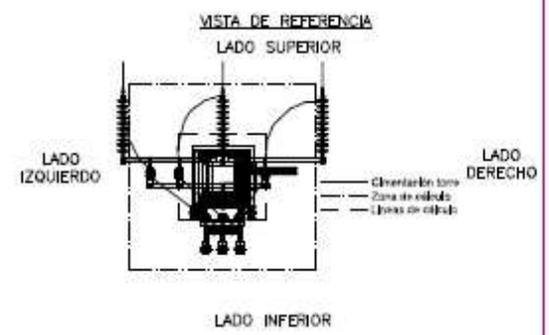
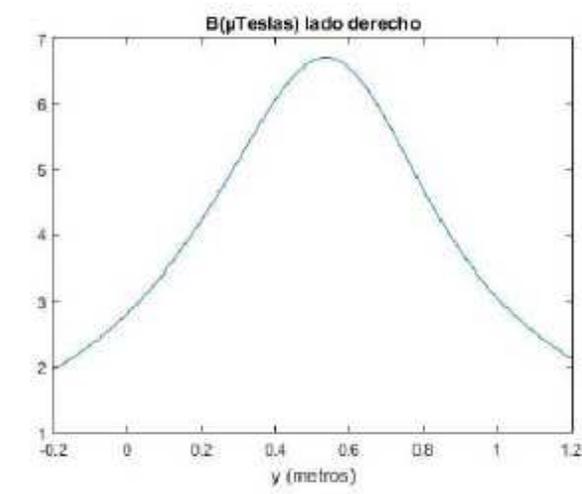
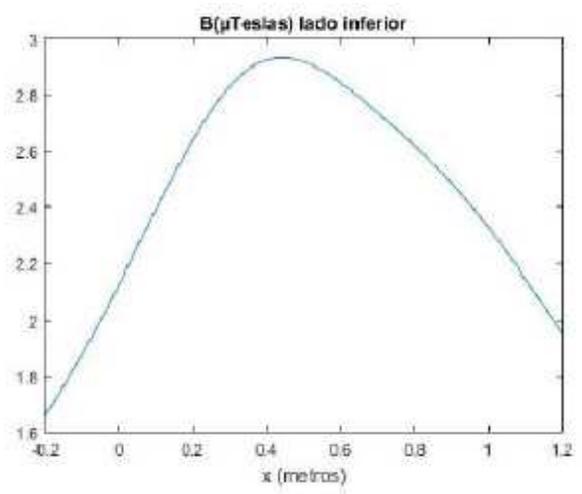
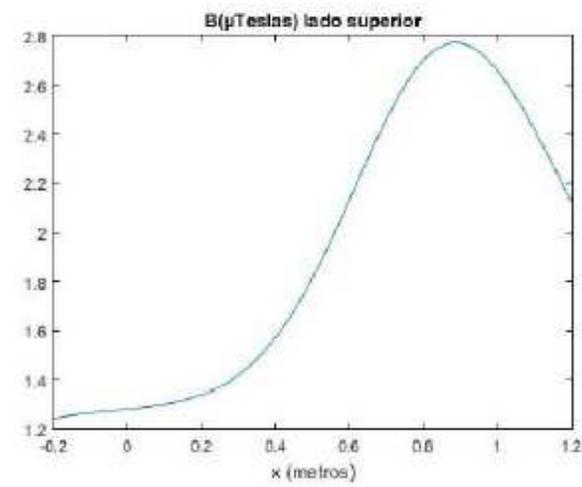
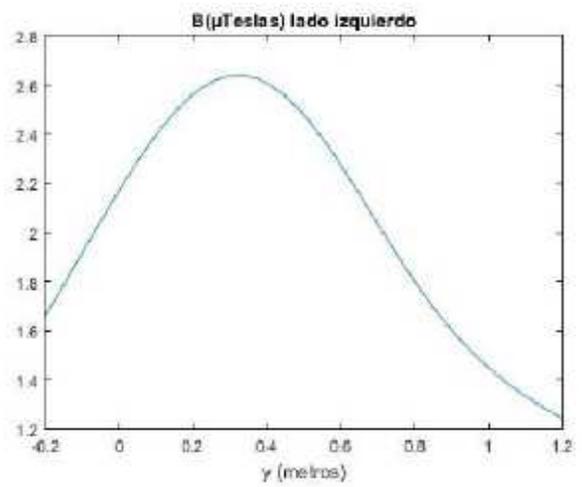


REVISIONES	FECHA	REALIZADO	Y.º	ENLIZA	MODIFICACION

	CAMPO MAGNÉTICO 2 m. SOBRE EL SUELO	DISTRIBUCION EyP	
		C.T. TRAF0 EN POSTE XS	
FECHA: 02/17	ESCALA: 5/E	SPPXXX	00
		SPPXXX.DWG	NºHOJAS 06 NºHOJA 04



CAMPO MAGNÉTICO (μ TESLAS) A 0.2 METROS ALREDEDOR DE LA TORRE
(LINEAS DISCONTINUAS EN VISTA DE REFERENCIA) Y DOS METROS SOBRE EL SUELO



REV.	FECHA	REALIZADO	Vº	ENESIA	MODIFICACION

	CAMPO MAGNETICO EXTERIOR 2 m. SOBRE EL SUELO Y 0.2m DEL POSTE	DISTRIBUCION EyP	
		C.T. TRAF0 EN POSTE XS	
FECHA: 02/17	ESCALA: 5/E	SPPXXX	00
		SPPX00.DWG	NºHOJA 05 / NºHOJA 06