

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Código: **IT.08023.ES-DE.NOR**

Edición: 1

Responsable	
Elaborado	Diseño e Innovación de Red D. RUBEN RICO D. EDUARDO IRABURU
Revisado	Arquitectura y Diseño de Red D. ANGEL RAMOS
Aprobado	Gestión de Activos D. JULIO GONZALO
Registros de aprobación en el Navegador de Normativa	

**IT.08023.ES-DE.NOR**

**Edición: 1**

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## Histórico de Revisiones

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 2 de 157

**Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente**

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## Índice

	Página
1. Memoria	5
1.1. Introducción	5
1.2. Objeto	5
1.3. Campo de aplicación	5
1.4. Reglamentación	5
1.5. Características	6
1.5.1. Características generales	6
1.5.1.1. Materiales	7
1.5.1.2. Características de la instalación	11
1.5.1.3. Ubicación, acceso, distancias, señalización y medidas antiescalo	14
1.5.1.4. Instalación de puesta a tierra	15
1.5.2. Características particulares	18
1.5.2.1. Memoria	18
1.5.2.2. Diseño y cálculo justificativo del sistema de puesta a tierra	19
1.5.2.3. Planos	19
1.5.2.4. Presupuesto	19
1.5.2.5. Estudio de impacto ambiental	19
1.6. Cálculos	20
1.6.1. Cálculos eléctricos	20
1.6.1.1. Intensidades nominales	20
1.6.1.2. Intensidad de cortocircuito	21
1.6.2. Cálculos mecánicos	22
1.6.2.1. Cálculo de cimentaciones	22
1.6.2.2. Solicitaciones mecánicas debidas a los elementos constitutivos del CTI	25
1.6.2.3. Solicitaciones mecánicas de la línea aérea de alta tensión	26
1.6.2.4. Cálculos mecánicos para postes (HVH)	26
1.6.2.5. Cálculos mecánicos para apoyos de celosía (C)	47
1.6.2.6. Selección de apoyos	65
1.6.2.7. Tablas	66
1.6.3. Calculo de la instalación de puesta a tierra	79
1.6.3.1. Prescripciones generales de seguridad	79
1.6.3.2. Procedimiento de cálculo	83
1.6.3.3. Configuración tipo	90

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 3 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

2. Pliego de condiciones técnicas	96
2.1. Objeto	96
2.2. Campo de aplicación	96
2.3. Ejecución del trabajo	96
2.3.1. Obra civil	96
2.3.1.1. Excavación	96
2.3.1.2. Transporte y acopio a pie de excavación	97
2.3.1.3. Cimentaciones	97
2.3.2. Izado de apoyos y transformador	99
2.3.3. Instalación eléctrica	99
2.3.3.1. Amarre de línea aérea de AT	99
2.3.3.2. Ejecución de puesta a tierra	99
2.4. Materiales	100
2.4.1. Admisión de materiales	100
2.4.2. Dispositivo de protección contra sobretensiones	100
2.4.3. Transformador	101
2.4.3.1. Intensidades nominales	101
2.4.3.2. Intensidad de cortocircuito	102
2.4.4. Gestor de Centro de Transformación de Intemperie (GCTI)	102
2.4.5. Puentes de BT del transformador al interruptor automático de BT	102
2.4.6. Cables de la red de distribución BT	102
2.4.7. Interruptor automático de baja tensión	102
2.4.7.1. Envolvente de interruptor automático de baja tensión	102
2.4.7.2. Dispositivo de maniobra del interruptor automático BT, enclavamiento	103
2.4.8. Puesta a tierra	103
2.4.9. Accesorios diversos	103
2.5. Recepción de obra	103
3. Planos	104
4. Normas de prevención de riesgos laborales y de protección de medio ambiente	142
4.1. Objeto	142
4.2. Legislación de Seguridad Aplicable	143
4.3. Normativa medioambiental	153
4.3.1. Objeto y campo de aplicación	153
4.3.2. Ejecución del trabajo	153
Anexos	156

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

 UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 4 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1. Memoria

### 1.1. Introducción

El presente documento constituye el PROYECTO TIPO de UNIÓN FENOSA distribución, en adelante UFD, aplicable a centros de transformación de distribución intemperie sobre poste de hormigón armado vibrado hueco o apoyo metálico de celosía.

### 1.2. Objeto

Tiene por objeto el presente PROYECTO TIPO, establecer y justificar todos los datos técnicos y constructivos que presenta la ejecución de cualquier obra, que responda a las características indicadas anteriormente, sin más que aportar en cada Proyecto concreto las particularidades específicas del mismo, tales como plano de situación, línea de alta tensión que lo alimenta, potencia del transformador, cálculos mecánicos del apoyo, cálculo de la puesta a tierra y presupuesto.

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

En lo sucesivo, en este documento, el Centro de Transformación de Intemperie se le denominará por las siglas CTI.

### 1.3. Campo de aplicación

El presente PROYECTO TIPO será de aplicación en el diseño, cálculo y construcción de los CTI sobre postes de hormigón armado vibrado hueco (HVH) o apoyos metálicos de celosía, en terrenos sin vallar, cuando se trate de instalaciones de 3<sup>a</sup> categoría, según ITC-RAT-15 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión con conductores desnudos.

### 1.4. Reglamentación

Para la confección del presente PROYECTO TIPO se ha tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Real Decreto 233/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 5 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

- 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.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) nº 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Ordenanzas Municipales.
- Normalización nacional (normas UNE y UNE-EN).
- Recomendaciones AMYS.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de Agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión.

## 1.5. Características

### 1.5.1. Características generales

Los CTI objeto del presente PROYECTO TIPO cumplirán las características generales siguientes:

- Alimentado en alta tensión por líneas aéreas de conductor desnudo.
- Tipos de apoyo:
  - postes de hormigón armado vibrado huecos (HVH) de 11 ó 13 m.
  - apoyos metálicos de celosía (C) de 12 ó 14 m.
- Disposición del transformador: sobre un apoyo.

Los elementos constitutivos del CTI serán:

- Poste de hormigón armado vibrado hueco o apoyo metálico de celosía.
- Armado (cruceta).
- Aparamenta de alta y baja tensión.
- Transformador de distribución.
- Gestor Centro de Transformación en Armario Intemperie (GCTI).
- Herrajes de la apertura y del transformador.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 6 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.1. Materiales

### 1.5.1.1.1. Apoyo

El apoyo empleado será preferentemente del tipo metálico de celosía (C), que se ajustará a la norma UNE 207017.

En las zonas de fácil acceso podrá emplearse excepcionalmente un poste de hormigón armado vibrado hueco (HVH) según UNE 207016, cuando debido a los esfuerzos aplicados, no sea posible emplear uno de los apoyos de celosía indicados en el presente Proyecto Tipo.

El apoyo y el armado soportarán las solicitudes mecánicas de los elementos constitutivos del CTI además de los transmitidos por la línea de alta tensión.

De acuerdo con el apartado 2.4.1 del ITC-LAT 07, el tipo seleccionado para esta función es el denominado "apoyo de principio o fin de línea".

Los apoyos seleccionados serán los que se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla 1

Apoyos	Alturas (m)			
	11	12	13	14
HVH-1600	X		X	
HVH-2500	X		X	
C-2000		X		X
C-3000		X		X

### 1.5.1.1.2. Armado

El armado del CTI lo constituirá el elemento sustentador de los conductores de la línea de alta tensión.

El armado estará normalmente constituido por piezas férreas protegidas mediante galvanización en caliente según las Normas UNE-EN ISO 1461 y UNE-EN ISO 10684.

Las crucetas empleadas para el presente proyecto serán del tipo:

- CR-1, en poste de hormigón armado vibrado hueco (HVH).
- H-35, en apoyos metálicos de celosía.

### 1.5.1.1.3. Aparamenta de alta y baja tensión

Estará compuesta por los dispositivos de maniobra y los sistemas de protección del CTI.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 7 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.1.4. Dispositivos de maniobra en alimentación de alta tensión

Se empleará un juego de cortacircuitos de expulsión, según Norma UNE 21120-2, instalado en el apoyo anterior al del transformador.

## 1.5.1.1.5. Transformador de distribución

Los transformadores y sus características estarán de acuerdo con lo especificado en las normas UNE-EN 50464-1 y UNE 21428-1.

Los transformadores serán del tipo intemperie, su potencia máxima será de 160 kVA y los valores máximos garantizados serán los indicados a continuación:

Tabla 2

Potencia asignada (kVA)	A <sub>0</sub> , Pérdidas en vacío (W)	C <sub>k</sub> , Pérdidas en carga a 75°C (W)	A <sub>0</sub> , Nivel de ruido dB(A)
50 kVA	90	1.100	39
100 kVA	145	1.750	41
160 kVA	300(*)	3.102 (*)	47

(\*) Los valores garantizados de pérdidas en vacío y en carga para los transformadores de 160 kVA son los establecidos en la tabla I.6 del Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión Europea de 21 de mayo de 2014, y se corresponden a una clase C<sub>0</sub> en vacío y C<sub>k</sub>+32% en carga.

La relación entre las pérdidas en vacío, medidas al 110 y al 100% de la tensión asignada, no debe exceder de 1,45.

## 1.5.1.1.6. Gestor Centro de Transformación en Armario Intemperie (GCTI)

Conjunto de equipos destinados a la telegestión de medida, supervisión de baja tensión y la supervisión del propio CT. Estará dotado con los equipos de comunicación necesarios para la evacuación y recepción de la información.

La parte inferior del GCTI quedará ubicado a una altura de 2,8 metros respecto al suelo y se instalará en el propio apoyo del transformador según planos adjuntos.

Incluirá el soporte de escalera para acceso a GCTI, que será una estructura de acero galvanizado situado a una distancia de 2,50 metros de terreno, amarrado a la estructura del poste, constituyendo el punto de apoyo de una escalera que permita el acceso al GCT en Armario Intemperie.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 8 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.1.7. Herrajes de la apertura y del transformador

Para la fijación del transformador y de la apertura se proveerán los herrajes compuestos por piezas férreas protegidas mediante galvanización en caliente según las Normas UNE-EN ISO 1461 y UNE-EN ISO 10684.

## 1.5.1.1.8. Conductores

### 1.5.1.1.8.1. Conductores en alta tensión

El conductor empleado en líneas de alta tensión será del tipo aluminio-acero LA-56.

Tabla 3

DENOMINACION		LA-56	
Sección transversal	Aluminio mm <sup>2</sup>	46,80	
	Acero mm <sup>2</sup>	7,79	
	Total mm <sup>2</sup>	54,60	
Composición	Aluminio	Nº Alambres	6
		Diámetro mm	3,15
	Acero	Nº Alambres	1
		Diámetro mm	3,15
Diámetro	Núcleo de acero mm	3,15	
	Cable completo mm	9,45	
Carga de Rotura daN		1629	
Resistencia eléctrica a 20° C Ω/km		0,613	
Masa kg/m		0,189	
Peso daN/m		0,186	
Módulo de elasticidad teórico daN/mm <sup>2</sup>		7900	
Coeficiente de dilatación lineal °C <sup>-1</sup> x 10 <sup>-6</sup>		19,1	

La intensidad máxima de corriente para cada conductor en régimen permanente de corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deducirá de las densidades máximas de corriente y los coeficientes de reducción indicados en el Apdo. 4.2.1 de la ITC-LAT-07.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 9 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 4

Conductor	Densidad máxima de corriente (A/mm <sup>2</sup> )	Intensidad (A)
LA-56	3,65	199,35

La conexión de la línea al transformador o a los elementos de maniobra y protección, y de estos al transformador se podrá realizar por medio de conductores de las mismas características que la línea aérea, o mediante cobre.

La línea aérea se amarrará al armado a través de cadenas de aisladores. Los cables de conexión en alta tensión cumplirán con la norma:

- UNE-EN 50182 y UNE 21018 sobre conductores de Aluminio y Acero.

## 1.5.1.1.8.2. Conductores de baja tensión

Se considerarán como tales:

- Puentes de BT del Transformador al interruptor automático de BT.
- Salidas de BT desde el interruptor automático de BT (red de distribución BT).

Estos conductores serán los contemplados en la norma UNE 21030 sobre conductores de aluminio, aislados, del tipo RZ, cableados en haz, para líneas de baja tensión.

Las secciones nominales necesarias para los cables, estarán de acuerdo con las características nominales de los transformadores y corresponderán a las intensidades máximas admisibles permanentes y de cortocircuito.

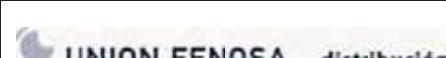
Dentro del rango de potencias normalizadas la sección mínima por fase del cable se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5

CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR		CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR 0,6/1 kV			
Potencia kVA	Clase	Sección mm <sup>2</sup>			
		Fase		Neutro	
≤ 160	B2	150	AI	80	Alm

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1



Fecha: 30/01/2017

Página: 10 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.2. Características de la instalación

### 1.5.1.2.1. Características eléctricas

#### 1.5.1.2.1.1. Tensión prevista más elevada para el material

Dependiendo de la tensión nominal de alimentación al CTI, la tensión prevista más elevada para el material, excepto transformadores de potencia, será la indicada en la siguiente tabla:

Tabla 6

Tensión asignada (U) (Valor eficaz) (kV)	Tensión más elevada para el material (Valor eficaz) (kV)	Tensión de ensayo al choque (Valor cresta) (kV)	Tensión de ensayo a frecuencia industrial(Valor eficaz) (kV)
U ≤ 20	24	125	50

#### 1.5.1.2.1.1.2. Tensión soportada en baja tensión

Los materiales para la conexión entre transformadores e interruptor de baja tensión, interruptor de baja tensión y salidas de éste hacia la red de distribución deberán ser capaces de soportar, por su propia naturaleza, tensiones de hasta 10 kV a frecuencia industrial y de 20 kV a impulso tipo rayo (1,2/50 µs).

#### 1.5.1.2.1.1.3. Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones en alta tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos según la norma UNE-EN 60099.

La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible, derivando de la conexión directa de la línea con las bornas del transformador.

Las conexiones a tierra deberán establecerse mediante conductores de cobre desnudo, entre el borne de tierra del pararrayos y la línea de puesta a tierra de las masas. Su longitud deberá ser lo más corta posible con objeto de minimizar los efectos de la autoinducción y de la resistencia óhmica.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 11 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.2.1.1.4. Protección contra sobreintensidades

Según ITC-RAT 09 los transformadores estarán protegidos:

- contra cortocircuitos (punto 4.2.1.b de ITC-RAT 09):
  - de origen externo en el lado de salida
  - de origen interno en el circuito de alimentación
- contra sobrecargas (punto 4.2.1.a de ITC-RAT 09)

### Protección en alta tensión

Se empleará un juego de cortacircuitos de expulsión clase A instalado en el apoyo anterior al del transformador.

La corriente asignada de la base será de 200 A.

Los fusibles empleados serán de tipo K con las siguientes características principales:

Tabla 7

Potencia del transformador (kVA)	In (A)		Poder de Corte (A)	
	U = 15 kV	U = 20 kV	U = 15 kV	U = 20 kV
50	3	2	8.000	8.000
100	8	6	8.000	8.000
160	10	8	8.000	8.000

### Protección en baja tensión

Se protegerá el transformador del CTI contra riesgos de sobrecargas y cortocircuitos mediante un interruptor tetrapolar (tres polos protegidos). Este interruptor estará asociado a un relé de imagen térmica que sigue fielmente la curva de calentamiento del transformador, protegiendo este, evitando que alcance una temperatura peligrosa.

Las principales características eléctricas de este interruptor serán:

Tabla 8

Características	Valor
Intensidad asignada térmica	265 A
Poder de corte	6400 A ( $\cos\phi=0,4$ )

Este interruptor irá albergado bajo envolvente de material aislante que cumplirá con un grado de protección de IP33 e IK7. La protección en baja tensión se situará en el mismo apoyo que el transformador.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 12 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

La apertura de este interruptor no interrumpirá la puesta a tierra del neutro del transformador. En posición de abierto se establecerá una conexión eléctrica entre el neutro del transformador y la tierra de herrajes de la envolvente mediante un fleje metálico ubicado en el interior de la envolvente.

## 1.5.1.2.2. Condiciones acústicas

Los CTI 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 RD 1367/2007 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.

También se tomarán en consideración los niveles sonoros permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas si estos fuesen más restrictivos.

## 1.5.1.2.3. Compatibilidad Electromagnética (CEM)

Los CTI se diseñarán para minimizar en el exterior de la instalación los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones según lo indicado en la ITC-RAT-15.

De acuerdo con lo indicado en el apartado 3.15 de la ITC-RAT 15, el diseño de la instalación debe ser tal que no se superen los niveles establecidos en el RD 1066/2001 de 28 de septiembre, que para el campo magnético, a la frecuencia de 50 Hz, son:

Campo magnético [ $\mu$ T]
100

Ver cálculos justificativos en el Anexo 01.

## 1.5.1.2.4. Cimentaciones

Las cimentaciones de todos los apoyos serán del tipo monoblock, realizadas en hormigón.

En el caso de suelos o aguas agresivos, dicho hormigón dispondrá del tratamiento adecuado.

Para evitar el estancamiento del agua en la superficie superior de la cimentación, ésta sobresaldrá 10 cm por encima del nivel del terreno y su terminación será en forma de punta de diamante.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 13 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.2.5. Protección contraincendios

Conforme a ITC-RAT-15 se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
- La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.

El CTI dispondrá de dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador (fusibles de expulsión aguas arriba) y las distancias serán suficientes para evitar que el fuego se propague.

## 1.5.1.2.6. Configuración tipo de puesta a tierra

En el apartado 1.6.3.3 se establece la configuración tipo de puesta a tierra y se realizan los cálculos justificativos de la misma. En el apartado 3 "Planos", se incluyen un plano tipo del sistema de puesta a tierra.

## 1.5.1.3. Ubicación, acceso, distancias, señalización y medidas antiescalo

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes:

1. Reparto de cargas en líneas de baja tensión.
2. Características del terreno, referidas a cimentaciones y red de tierras.
3. Accesibilidad.

El acceso al apoyo del CTI y al apoyo anterior (donde se instalará la protección en media tensión) será directo desde la vía pública. En caso de que no fuese posible, podrá accederse desde una vía privada debiendo existir la correspondiente servidumbre de paso.

La ubicación y los accesos deberán permitir:

- El movimiento y colocación de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación con medios mecánicos.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.
- El mantenimiento y sustitución del material que compone el mismo.

Las distancias de los conductores y elementos del CTI cumplirán con lo especificado en el apartado 5 del ITC-LAT 07 y las prescripciones del RD 1432/2008 para zonas de protección de avifauna.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 14 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

La altura y disposición de los apoyos serán tales que las partes que en servicio se encuentren bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se situarán como mínimo a 5 metros de altura sobre el suelo.

La parte inferior de las masas de los equipos (cuba de transformador, interruptor, etc.) deberá estar situada respecto al suelo a una altura no inferior a 3 metros.

En los apoyos del CTI se dispondrá de forma muy visible carteles indicadores de riesgo eléctrico de acuerdo a las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10. Asimismo se colocará la placa identificadora del CTI.

Se señalizará la instalación con el Lema Corporativo.

Para dificultar el escalamiento hasta las proximidades de elementos con tensión, en el caso de apoyos de celosía, se instalarán siempre medidas antiescalo, recubrimiento de ladrillo u otras medidas hasta 2,0 metros del suelo.

#### 1.5.1.4. Instalación de puesta a tierra

El CTI estará provisto de un sistema de puesta a tierra.

Al diseñarse los electrodos de puesta a tierra deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

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

El diseño en cada caso del sistema de puesta a tierra del CTI se efectuará mediante aplicación de la ITC-RAT-13.

En el apartado 1.6.2.7 se contempla el proceso de diseño y cálculo del sistema de puesta a tierra a seleccionar.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 15 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.4.1. Sistema de puesta a tierra

Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por uno o varios electrodos enterrados y por las líneas de puesta a tierra que conecten dichos electrodos a los elementos que deben quedar a tierra.

Las líneas de puesta tierra tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra (ver apartados 1.5.1.4.1.1 y 1.5.1.4.1.2 con sus correspondientes tierras exteriores).

Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas, químicas o de cualquier otra índole.

### 1.5.1.4.1.1. Elementos a conectar a tierra por motivos de protección

Se conectarán a esta tierra los siguientes elementos:

- Apoyo.
- Chasis y bastidores de los elementos de maniobra y protección.
- Cuba metálica del transformador.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Pararrayos de alta tensión.
  - Según los apartados 6.2 y 7.1 de la ITC-RAT-13, los pararrayos se conectarán a la puesta a tierra del aparato o aparatos que protejan.
  - Según el apartado 7.2.4 de la ITC-LAT-07, la conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras en el caso de postes de hormigón armado vibrado hueco.

Los elementos conectados a tierra, no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

### 1.5.1.4.1.2. Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio

Se conectará a tierra el siguiente elemento:

- Neutro del transformador de potencia.

Los secundarios de los TI's de baja tensión no se conectarán a tierra y quedarán flotantes. Desde cada secundario de TI de baja tensión se llegarán con dos hilos (seis hilos en total) al GCTI donde internamente se cerrará la estrella.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 16 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.1.4.1.3. Tierra general. Tierra del neutro de baja tensión

Los elementos descritos anteriormente se conectarán a una instalación de tierra general.

Para evitar tensiones peligrosas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación se conectarán a una tierra separada de la general, denominada tierra del neutro de baja tensión. Excepcionalmente podrán ir juntas cuando la tensión de defecto sea inferior o igual a 1.000 V.

Con tierras separadas, la tierra del neutro de baja tensión tendrá un aislamiento y separación respecto de la tierra general tal que la tensión transferida ( $U_{TR}$ ) a la baja tensión debida a la intensidad de defecto no sea superior a 1.000 V. La distancia mínima entre ambos sistemas se indica en el apartado 1.6.3.2.8.

Como regla general la puesta a tierra del neutro de BT estará situada en el primer apoyo de la línea de BT. Se deberá garantizar que la resistencia global de puesta a tierra del neutro de la red de distribución de baja tensión sea inferior a  $37 \Omega$ .

## 1.5.1.4.2. Elementos constitutivos del sistema de puesta a tierra

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra en el CTI son:

- Líneas de puesta a tierra
- Electrodos de puesta a tierra

### 1.5.1.4.2.1. Líneas de puesta a tierra.

Están constituidas por conductores de aluminio (preferentemente), cobre o su sección equivalente en otro tipo de material no ferromagnético.

La línea de tierra general estará realizada:

- preferentemente con conductor de aluminio de  $50 \text{ mm}^2$  de sección (como mínimo).
- o, conductor de cobre desnudo semirrígido de  $35 \text{ mm}^2$  de sección (como mínimo).

La línea de tierra del neutro de baja tensión estará realizada:

- preferentemente con cable de aluminio de  $50 \text{ mm}^2$  de sección (como mínimo) con aislamiento 0,6/1 kV.
- o, cable de cobre semirrígido de  $35 \text{ mm}^2$  de sección (como mínimo) con aislamiento 0,6/1 kV.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 17 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Con tierras separadas, la línea de tierra del neutro de baja tensión estará aislada de la tierra general del CT, en todo su trayecto, con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min.) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1'2/50 µs).

## 1.5.1.4.2.2. Electrodos de puesta a tierra.

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos:

### a) Picas (electrodo vertical)

Serán picas cilíndricas acopladas de 2 metros de longitud, pudiendo ser éstas de la siguiente clase:

- Picas de acero con protección catódica según UNE 20003.
- Picas de acero-cobre según norma UNE 21056.

Habitualmente se emplearán picas cilíndricas de acero-cobre, nunca de hierro, de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

### b) Conductores enterrados horizontales (electrodo horizontal)

El conductor de cobre enterrado horizontalmente deberá tener como mínimo una sección de 50 mm<sup>2</sup>.

## 1.5.2. Características particulares

Cada proyecto concreto diseñado en base al presente PROYECTO TIPO deberá aportar los siguientes documentos característicos del mismo.

### 1.5.2.1. Memoria

En ella se justifica la finalidad del Centro de Transformación de intemperie sobre apoyo, razonando su necesidad o conveniencia.

A continuación se indicará el emplazamiento de forma que pueda identificarse con facilidad, (nombre de calle, camino, paraje, etc.).

Se identificará el punto y la línea aérea a la que se conecta, las características del transformador de distribución, apoyos, cimentaciones, armados, herrajes, niveles de aislamiento, dispositivos de maniobra en alta tensión, protección contra sobretensiones, protección de baja tensión, sistema de puesta a tierra, y medidas adicionales de seguridad.

Se citará claramente que el diseño del CTI se ha realizado en base al PROYECTO TIPO.

No será necesario describir los elementos constructivos ni incluir cálculos eléctricos ni mecánicos, bastando citar que todo ello se ajusta al presente PROYECTO TIPO.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 18 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.5.2.2. Diseño y cálculo justificativo del sistema de puesta a tierra

Se calculará el sistema de puesta a tierra de acuerdo con ITC-RAT-13. Complementariamente se tomará en consideración lo indicado en ITC-LAT-07 e ITC-LAT-09.

El cálculo se define en el apartado 1.6.3 del presente documento.

## 1.5.2.3. Planos

En este documento se incluirá un plano de situación a escala 1:50.000 ó 1:25.000 para que la localización del CTI sea perfectamente identificable.

En caso necesario se concretará el emplazamiento con un plano escala 1:10.000.

Se incluirá asimismo plano de montaje eléctrico, esquema unifilar y un plano de la red de tierras.

## 1.5.2.4. Presupuesto

El presupuesto de ejecución material se obtendrá, especificando la cantidad de cada una de las distintas unidades constructivas y sus correspondientes precios unitarios.

Para obtener el Presupuesto General, será preciso incrementar el Presupuesto de Ejecución Material en los porcentajes de Gastos Generales, Beneficio Industrial, Dirección de Obra, y cualquier otro que proceda.

## 1.5.2.5. Estudio de impacto ambiental

Se realizará el Estudio de Impacto Ambiental cuando éste sea preceptivo, o en su caso, se llevará a cabo la correspondiente consulta al organismo competente sobre su necesidad, cuando así sea preciso, vinculado en todo caso con las características de la línea de alta tensión que alimenta al CTI.

En el presente apartado, se realizan los cálculos justificativos siguientes:

- Cálculos eléctricos.
- Cálculos mecánicos y de cimentaciones.
- Cálculo de la instalación de puesta a tierra.

Para la acometida de alta tensión, se utilizará el conductor LA-56, cuyas características se describen en el apartado 1.5.1.1.8.1.

El cálculo mecánico se plantea para el caso más desfavorable de instalación de un transformador de 160 kVA.

Se considera un desnivel de terreno despreciable entre el apoyo final de línea en el que se instalará el CTI y el inmediatamente anterior.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 19 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6. Cálculos

### 1.6.1. Cálculos eléctricos

#### 1.6.1.1. Intensidades nominales

##### 1.6.1.1.1. Alta tensión

###### 1.6.1.1.1.1. Transformador

La intensidad nominal del transformador en el circuito de AT, suponiendo un factor de potencia unitario, viene dada por:

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

siendo:

$I_n$  = intensidad nominal en A.

S = potencia del transformador en kVA.

U = tensión compuesta en kV.

La intensidad nominal en alta tensión en función de la tensión nominal y la potencia del transformador se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9

Potencia del transformador (kVA)	$I_n$ (A)	
	$U = 15$ kV	$U = 20$ kV
50	1,9	1,4
100	3,8	2,9
160	6,2	4,6

##### 1.6.1.1.2. Baja tensión

###### 1.6.1.1.2.1. Transformador

La intensidad nominal del transformador en el circuito de BT, suponiendo un factor de potencia unitario, viene dada por:

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

siendo:

$I_n$  = intensidad nominal en A.

S = potencia del transformador en kVA.

U = tensión compuesta en kV.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 20 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

La intensidad nominal en baja tensión en función de la potencia del transformador, para  $U = 0,4 \text{ kV}$ , se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10

Potencia del transformador (kVA)	$I_n (\text{A})$
50	72
100	145
160	231

## 1.6.1.2. Intensidad de cortocircuito

### 1.6.1.2.1. Transformador

Para poder dimensionar los interruptores automáticos de protección térmica a emplear en cada caso de instalación de un transformador, se realizan los cálculos de las intensidades de cortocircuito en salida de transformador, con objeto de conocer el poder de corte mínimo necesario.

La intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador se calcula de la siguiente forma:

$$I_{cc} = \frac{100 \cdot I_n}{U_{cc}}$$

siendo:

$I_{cc}$  = intensidad de cortocircuito (A).

$I_n$  = intensidad nominal (A).

$U_{cc}$  = tensión de cortocircuito = 4%.

La intensidad de cortocircuito en función de la potencia del transformador se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11

Potencia del transformador (kVA)	$I_{cc} (\text{A})$
50	1800
100	3625
160	5775

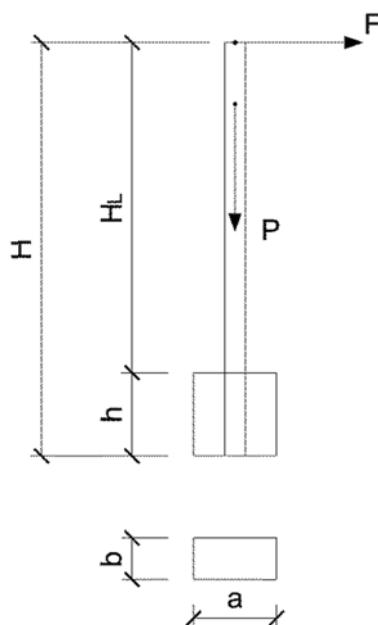
# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2. Cálculos mecánicos

### 1.6.2.1. Cálculo de cimentaciones

Las cimentaciones de todos los apoyos estarán constituidas por monobloques de hormigón, habiéndose verificado al vuelco por la fórmula de Sulzberger con coeficiente de seguridad de 1,5.

Figura 1



El momento al vuelco viene dado por:

$$M_v = F \cdot \left( H_L + \frac{2}{3}h \right) = F \cdot \left( H - \frac{1}{3}h \right)$$

donde:

$M_v$  = Momento al vuelco (daN x m)

$F$  = Esfuerzo nominal del apoyo (daN)

$H_L$  = Altura libre del apoyo (m), coincidente con la distancia entre la base del apoyo y el punto de aplicación de los esfuerzos horizontales.

En el caso de los postes de HVH, según la norma UNE 207016 el punto de aplicación de las cargas horizontales ( $F$ ) sitúa a 0,25 m de la cogolla:

$$H_{L \text{ Postes HVH}} = H_L - 0,25 \text{ (m)}.$$

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 22 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Según norma UNE 207017 el punto de aplicación de las cargas horizontales (F) en los apoyos de celosía se sitúa en la parte superior de la cabeza.

$$H_{L \text{ Apoyo C}} = H_L \text{ (m)}.$$

H = Longitud total del apoyo (m).

h = Profundidad del macizo (m)

El momento estabilizador se calcula con la siguiente expresión:

$$M_e = M_1 + M_2 = \frac{b \cdot h^3}{36} \cdot C_h \cdot \operatorname{tg} \alpha + P \cdot a \cdot \left[ 0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^2 \cdot b \cdot C_h \cdot 10^6 \cdot \operatorname{tg} \alpha}} \right]$$

siendo:

$C_h$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m ( $\text{kg/cm}^2 \times \text{cm}$ ).

$$C_h = \frac{C_2}{2} h$$

El primer término representa el momento debido a la reacción lateral del terreno y el 2º término es el momento debido a la reacción vertical del terreno, que se puede simplificar para  $\operatorname{tg} (\alpha) \leq 0,01 = 0,01$ .

$$M_e = 139 \cdot b \cdot C_2 \cdot h^4 + P \cdot a \left[ 0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{a^2 \cdot b \cdot C_2 \cdot h \cdot 10^4}} \right]$$

donde:

$M_e$  = momento estabilizador debido a las reacciones laterales y verticales del terreno, (daN x m)

a = b= Anchura del macizo (supuesto cuadrado) (m)

h = Profundidad del macizo (m)

P = Peso del conjunto de la cimentación (daN).

$C_2$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2,00 m ( $\text{kg/cm}^2 \times \text{cm}$ ).

En el presente PROYECTO TIPO, se han considerado los siguientes coeficientes de compresibilidad,  $C_2$ :

- 8  $\text{kg/cm} \times \text{cm}^2$  para terreno flojo
- 12  $\text{kg/cm} \times \text{cm}^2$  para terreno normal
- 16  $\text{kg/cm} \times \text{cm}^2$  para terreno rocoso

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

 UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 23 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 12

Terreno	C <sub>2</sub> (kg/cm x cm <sup>2</sup> )
Arcilloso fluido / blando	2 a 5
Arcilloso semiduro / duro	6 a 10
Grava arenosa / terrenos arenosos	8 a 12
Terrenos no coherentes compactos / Rocas	20 a 80

Las cimentaciones tipo monoblock diseñadas para el presente proyecto tipo cumplen la condición:

$$C.S. = \frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

siendo C.S., el coeficiente de seguridad.

En los apartados 1.6.2.4 y 1.6.2.5 se mostrarán las tablas de cimentaciones para los apoyos del presente proyecto tipo.

Cuando las cimentaciones sean de otro tipo, el proyectista justificará los cálculos.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 24 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

## 1.6.2.2. Solicitaciones mecánicas debidas a los elementos constitutivos del CTI

En los apoyos del CTI se tendrá en cuenta los esfuerzos debidos a:

- a) Cargas permanentes.

Se consideran las cargas verticales debidas al propio peso de los distintos elementos que componen el CTI (transformador, pararrayos, conductores, aisladores, herrajes, crucetas, etc.).

- b) Esfuerzos debidos a la presión del viento.

Se aplicarán los valores de presiones debidos al viento, según lo expresado en el apartado 3.1.2 del ITC-LAT 07.

- Esfuerzos del viento sobre el propio apoyo.

Para los apoyos no se considerará este esfuerzo, dado que en la definición de esfuerzo nominal ( $F$ ), según las normas UNE 207017 y UNE 207016, para apoyos tipo C y HVH, respectivamente, ya está incluido el efecto del viento reglamentario sobre el propio apoyo.

- Esfuerzos del viento sobre los elementos constitutivos del CTI.

Se calcularán sobre las superficies que presentan al viento, en dirección principal y transversal, los elementos que componen el CTI.

- Esfuerzos del viento sobre los conductores del vano.

- c) Esfuerzos debidos a la formación de hielo.

Se aplicarán los valores de sobrecargas motivadas por el hielo, según lo expresado en el apartado 3.1.3 del ITC-LAT 07.

- Esfuerzos sobre los conductores.

- Esfuerzos transmitidos al apoyo por la acumulación de hielo sobre la superficie de los equipos instalados (transformador, interruptor tetrapolar y GCTI).

En el caso de transformadores, y dado que el transformador es el elemento de mayor incidencia a estos efectos, en la siguiente tabla, se indican los valores máximos de pesos y superficies a considerar para la determinación de las solicitudes mencionadas.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 25 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 13

Características	Transformadores		
Potencia transformador (kVA)	50	100	160
Tensión más elevada	$\leq 24 \text{ kV}$		
Peso (kg)	650	800	1050
Superficie Planta ( $\text{m}^2$ )	$1,10 \times 0,74 = 0,81$	$1,10 \times 0,74 = 0,81$	$1,20 \times 0,83 = 1,00$
Superficie Frontal ( $\text{m}^2$ )	$1,10 \times 1,52 = 1,67$	$1,10 \times 1,52 = 1,67$	$1,20 \times 1,57 = 1,88$
Superficie Lateral ( $\text{m}^2$ )	$0,74 \times 1,52 = 1,12$	$0,74 \times 1,52 = 1,12$	$0,83 \times 1,57 = 1,30$

## 1.6.2.3. Solicitaciones mecánicas de la línea aérea de alta tensión

Los esfuerzos transmitidos por la línea de alta tensión se determinarán, según las hipótesis correspondientes del siguiente proyecto tipo:

- Proyecto tipo líneas eléctricas aéreas hasta 20 kV.

## 1.6.2.4. Cálculos mecánicos para postes de hormigón armado vibrado hueco (HVH)

De acuerdo a lo especificado en los planos para postes de hormigón armado vibrado hueco (HVH) en el Proyecto tipo líneas eléctricas aéreas hasta 20 kV, y cumpliendo con lo especificado en la norma UNE 207016, los esfuerzos correspondientes a los postes a comprobar son los siguientes:

Tabla 14

POSTES	ESFUERZOS	
	NOMINAL (daN) (C.S. = 2,25)	TORSIÓN (daNm) (C.S.= 1,80 para hipótesis anormales)
HVH-1600	1600	4230
HVH-2500	2500	5130

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 26 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2.4.1. Calculo de cimentaciones

De acuerdo a lo especificado en el apartado 1.6.2.1, el cálculo de cimentaciones se realizará siguiendo el Método de Sulzberger.

El momento de fallo al vuelco del poste será:

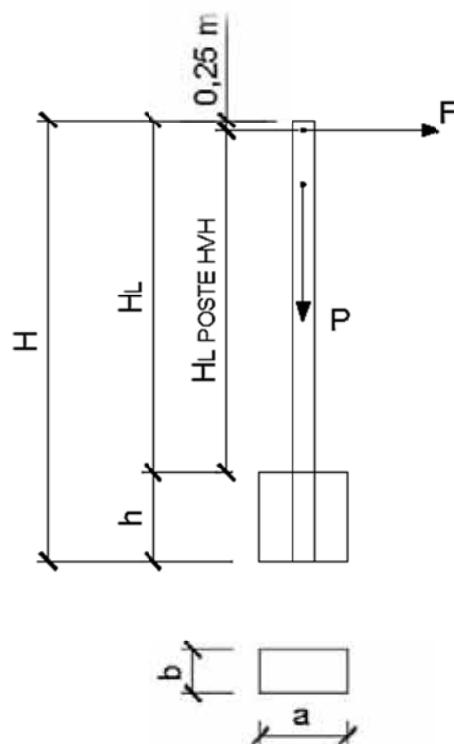
$$M_V = F \cdot \left( H_L + \frac{2}{3} h \right) = F \cdot \left( H - \frac{1}{3} h \right)$$

En el caso de los postes de HVH, según la norma UNE 207016, el punto de aplicación de las cargas horizontales ( $F$ ) se sitúa a 0,25 m de la cogolla:

$$H_L \text{ Postes HVH} = H_L - 0,25 \text{ (m)}.$$

$$M_V = F \cdot \left( H_{L \text{ POSTE HVH}} + \frac{2}{3} h \right) = F \cdot \left( (H_L - 0,25) + \frac{2}{3} h \right)$$

Figura 2



Los pesos de los elementos a tener en cuenta en el cálculo de las cimentaciones serán:

- Peso del macizo de hormigón =  $(a^2 \cdot h \cdot 2200) - P_P$  (daN)

Siendo " $P_P$ " el peso de hormigón a descontar, correspondiente a la longitud del poste embebida en la cimentación.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 27 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 15

Postes	Alturas (m)	$P_P$ (daN)		
		$C_2 = 8$ (kg/cm x cm <sup>2</sup> )	$C_2 = 12$ (kg/cm x cm <sup>2</sup> )	$C_2 = 16$ (kg/cm x cm <sup>2</sup> )
HVH-1600 daN	11	441	421	400
	13	558	533	509
HVH-2500 daN	11	530	486	464
	13	662	610	583

- Peso del poste:

Tabla 16

Postes	Alturas (m)	Peso (daN)
HVH-1600 daN	11	3200
	13	4200
HVH-2500 daN	11	3500
	13	4500

- Peso de la cruceta, pararrayos y aisladores:

Se considera un peso de cruceta de 94 daN, correspondientes a la cruceta tipo CR-1.

Se considera un peso total correspondiente a los pararrayos instalados (3 uds) de 18 daN.

El peso total de los aisladores de amarre es de 6 daN.

Sumando las cargas verticales correspondientes al peso del poste, la cruceta, los pararrayos, los aisladores y la cimentación, se obtiene que el peso total del conjunto es:

$$\text{PESO TOTAL} = (a^2 \cdot h \cdot 2200 - P_P) + P_{\text{apoyo}} + P_{\text{cruceta}} + P_{\text{pararrayos}} + P_{\text{aisladores}} \text{ (daN)}$$

No se tienen en cuenta los pesos de los equipos instalados (transformador, GCTI e interruptor tetrapolar) para obtener el Momento Estabilizador más restrictivo.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 28 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## Momento Estabilizador

De acuerdo con el apartado 1.6.2.1 el momento estabilizador es:

$$M_e = 139 \cdot b \cdot C_2 \cdot h^4 + P \cdot a \left[ 0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{a^2 \cdot b \cdot C_2 \cdot h \cdot 10^4}} \right]$$

Operando de esta forma, llegamos al cuadro de valores que se indican en la Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19, donde se dimensionan las cimentaciones correspondientes a cada tipo de terreno.

Se debe cumplir:

$$C.S. = \frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

Tabla 17

POSTES	$C_2 = 8 \text{ (kg/cm x cm}^2\text{)}$					
	a (m)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )	$M_e$ (daN.m)	$M_v$ (daN.m)	C.S.
HVH - 1600 - 11	1,1	2,1	2,55	27.245	16.080	1,70
HVH - 1600 - 13	1,1	2,2	2,67	32.587	19.227	1,70
HVH - 2500 - 11	1,3	2,3	3,89	46.450	24.959	1,87
HVH - 2500 - 13	1,3	2,4	4,06	54.627	29.875	1,83

Tabla 18

POSTES	$C_2 = 12 \text{ (kg/cm x cm}^2\text{)}$					
	a (m)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )	$M_e$ (daN.m)	$M_v$ (daN.m)	C.S.
HVH - 1600 - 11	0,9	2,0	1,62	26.059	16.134	1,62
HVH - 1600 - 13	1,0	2,1	2,10	35.535	19.280	1,85
HVH - 2500 - 11	1,2	2,1	3,03	43.685	25.125	1,74
HVH - 2500 - 13	1,2	2,2	3,17	52.192	30.042	1,74

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 19

POSTES	$C_2 = 16 \text{ (kg/cm} \times \text{cm}^2)$					
	a (m)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )	M <sub>e</sub> (daN.m)	M <sub>v</sub> (daN.m)	C.S.
HVH - 1600 – 11	0,9	1,9	1,54	28.365	16.187	1,76
HVH - 1600 – 13	0,9	2,0	1,62	34.657	19.334	1,80
HVH - 2500 – 11	1,1	2,0	2,42	43.155	25.209	1,72
HVH - 2500 - 13	1,1	2,1	2,55	52.122	30.125	1,74

## 1.6.2.4.2. Datos de partida para el cálculo del CTI

### Postes

Postes del tipo HVH con sección interior octogonal y sección exterior cuadrada, conforme con el apartado 1.5.1.1.1.

Tabla 20

POSTES SELECCIONADOS		
H (m)	11	13
H <sub>l</sub> (m)	9,40	11,20
H <sub>l</sub> Poste HVH	9,15	10,95
H <sub>cgt</sub> (m)	6,57	8,37
Empotramiento (m)	1,60	1,80

H = Altura del poste.

H<sub>l</sub> = Altura libre sobre el terreno.

H<sub>l</sub> Postes HVH = H<sub>l</sub> - 0,25 (m) = Punto de aplicación de los Esfuerzos Horizontales.

H<sub>cgt</sub> = Altura del centro geométrico del transformador respecto al suelo.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 30 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

## Características del transformador (160 kVA):

Dimensiones: 1570x1200x830 mm (alto x ancho x fondo)

Distancia centro gravedad trafo-apoyo: 0,30 m

Peso del transformador: 1050 daN

Superficies expuestas:

- Frente =  $1,19 \times 1,20 = 1,42 \text{ m}^2$ .
- Lateral =  $1,19 \times 0,83 = 0,98 \text{ m}^2$ .

Para el cálculo de la superficie expuesta, la altura del transformador (1,57 m) se reduce a 1,19 m, correspondiente a la altura del bloque macizo del equipo.

## Características del GCTI:

Dimensiones: 500x500x300 mm (alto x ancho x fondo).

Peso: 55 daN.

Altura del centro geométrico del GCTI respecto al suelo: 3,05 metros.

Superficies expuestas:

- Frente =  $0,25 \text{ m}^2$ .
- Lateral =  $0,15 \text{ m}^2$ .

## Características del interruptor tetrapolar:

Dimensiones: 600x360x360 mm (alto x ancho x fondo).

Peso: 20 daN.

Altura del centro geométrico respecto al suelo:

- 5,67 metros en apoyo de H = 11 metros.
- 7,47 metros en apoyo de H = 13 metros.

Superficies expuestas:

- Frente =  $0,22 \text{ m}^2$ .
- Lateral =  $0,22 \text{ m}^2$ .

## Tensión máxima del conductor LA-56:

- Postes HVH – 2500: 543 daN.
- Postes HVH – 1600: 450 daN.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 31 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2.4.3. Hipótesis de cálculo

La carga vertical de los distintos elementos que soporta el poste no se ha tenido en cuenta dado que se trata de un poste HVH, sin referencia alguna, según Norma UNE 207016, a la carga vertical soportada.

Se consideran las 4 hipótesis reglamentarias:

### 1ª HIPÓTESIS (VIENTO)

Se considerará el viento en sentido transversal y longitudinal según las siguientes hipótesis:

a) Esfuerzo transversal.

Acción combinada del viento sobre los conductores (eolovano) y sobre la cara lateral del transformador, interruptor tetrapolar y GCTI.

Condiciones:

- Para Zona A:  $\theta = -5^\circ\text{C} + \text{sobrecarga de Viento}$  (velocidad de viento de 120 km/h).
- Para Zona B:  $\theta = -10^\circ\text{C} + \text{sobrecarga de Viento}$  (velocidad de viento de 120 km/h).
- Para Zona C:  $\theta = -15^\circ\text{C} + \text{sobrecarga de Viento}$  (velocidad de viento de 120 km/h).

b) Esfuerzo longitudinal.

Acción del viento sobre la cara frontal del transformador, del interruptor tetrapolar y del GCTI, teniendo en cuenta la tracción de los conductores sobre el poste en estas condiciones.

Condiciones:

- Para Zona A:  $\theta = -5^\circ\text{C} + \text{sobrecarga de Viento}$  (velocidad de viento de 120 km/h).
- Para Zona B:  $\theta = -10^\circ\text{C} + \text{sobrecarga de Viento}$  (velocidad de viento de 120 km/h).
- Para Zona C:  $\theta = -15^\circ\text{C} + \text{sobrecarga de Viento}$  (velocidad de viento de 120 km/h).

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

 UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 32 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS (HIELO)

De acuerdo con el ITC-LAT-07, sólo se considerará en las zonas B y C.

- Esfuerzo longitudinal.

Condiciones:

- ZONA B:  $\theta = -15^\circ +$  sobrecarga de hielo
- ZONA C:  $\theta = -20^\circ +$  sobrecarga de hielo

## 3<sup>a</sup> HIPOTESIS (DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES)

Por tratarse de un Apoyo Fin de Línea, de acuerdo con las Tablas 6 y 8 del ITC-LAT-07, no aplica el cálculo de esta hipótesis por ya haberse tenido en cuenta en las hipótesis anteriores de viento y de hielo.

## 4<sup>a</sup> HIPOTESIS (ROTURA DE CONDUCTORES)

Se consideraran las cargas permanentes y los conductores sometidos a las siguientes condiciones:

Condiciones:

- ZONA A,  $\theta = -5^\circ +$ VIENTO
- ZONA B,  $\theta = -15^\circ +$ HIELO
- ZONA C,  $\theta = -20^\circ +$ HIELO

considerándose la rotura del conductor que provoque el mayor esfuerzo de torsión sobre el poste.

### **1.6.2.4.3.1. 1º Hipótesis: Viento Transversal**

- Vano máximo

A fin de mantener una distancia mínima de los conductores al suelo de 6,00 metros, en el vano de línea entre el apoyo anterior y el CTI, la flecha máxima posible para los postes de 11 y 13 metros, será:

$$f_{11} = H_{11} - 6,00 - 0,152 = 9,40 - 6,00 - 0,152 = 3,248 \text{ m.}$$

$$f_{13} = H_{13} - 6,00 - 0,152 = 11,20 - 6,00 - 0,152 = 5,048 \text{ m,}$$

siendo 15,2 cm la distancia desde la parte superior de la cogolla del poste hasta el punto de anclaje de los cables conductores (ver Planos de Detalles de Montaje).

(Cuando las líneas eléctricas atravesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas, la altura mínima de los conductores al suelo será de 7,00 metros, reduciéndose la flecha máxima posible para dichos postes).

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 33 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

La longitud máxima de los vanos correspondientes a cada una de las flechas anteriores, con un tensión máximo de 543 daN, para las diferentes zonas establecidas en la ITC-LAT 07, se indican a continuación:

Tabla 21

ALTURA POSTE	CONDUCTOR: LA-56		
	ZONAS		
	A	B	C
11	130	120	90
13	170	150	120

- Fuerzas del sistema.

Se considera el caso más desfavorable que corresponde al CTI en Zona A con vano máximo de 130 y 170 m para postes de 11 y 13 m respectivamente.

## Fuerzas longitudinales (Tiro de los conductores)

Al actuar el viento en sentido transversal a los conductores, estos alcanzan el tensión máximo. La fuerza que actuará en este sentido tendrá por valor:

- a) Con límite  $T_{max} = 543 \text{ daN}$

$$FL = 3 \times T_{max} = 3 \times 543 \text{ daN} = 1629 \text{ daN}$$

Válido para poste HVH-2500.

- b) Con límite  $T_{max} = 450 \text{ daN}$

$$FL = 3 \times T_{max} = 3 \times 450 \text{ daN} = 1350 \text{ daN}$$

Válido para poste HVH-1600.

Siendo  $T_{max}$  el tensión máximo admitido para el conductor.

Esta fuerza estará aplicada a 15,2 cm de la parte superior de la cogolla del poste.

La fuerza equivalente aplicada a una distancia de 0,25 m de la parte superior de la cogolla del poste será:

- a) Con límite  $T_{max} = 543 \text{ daN}$

$$F_{L \text{ HVH-2500-11}} = 1629 \cdot \left( \frac{9,40 - 0,152}{9,40 - 0,250} \right) = 1646,45 \text{ daN}$$

$$F_{L \text{ HVH-2500-13}} = 1629 \cdot \left( \frac{11,20 - 0,152}{11,20 - 0,250} \right) = 1643,58 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 34 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

b) Con límite  $T_{max} = 450$  daN

$$F_{L HVH-1600-11} = 1350 \cdot \left( \frac{9,40 - 0,152}{9,40 - 0,250} \right) = 1364,46 \text{ daN}$$

$$F_{L HVH-1600-13} = 1350 \cdot \left( \frac{11,20 - 0,152}{11,20 - 0,250} \right) = 1362,08 \text{ daN}$$

## Fuerzas transversales (vientos sobre conductores y trafo)

Las fuerzas que actúan en sentido transversal al apoyo son:

- a) Acción de viento sobre los conductores.
- b) Acción de viento sobre la cara lateral del transformador.
- c) Acción del viento sobre la cara lateral del interruptor tetrapolar.
- d) Acción del viento sobre la cara frontal del GCTI.

No se considera la acción del viento sobre ninguna de las dos caras del poste dado que en la definición de esfuerzo nominal ( $F$ ), ya está contemplado el efecto del viento.

a) Acción de viento sobre los conductores

De acuerdo con el apartado 3.1.2. del ITC-LAT 07 se considera una presión del viento sobre los conductores de  $60 \text{ daN/m}^2$ , para una velocidad del viento de 120 km/h (para líneas de tercera categoría).

La fuerza ejercida en el poste por la acción de viento sobre los conductores será:

$$F_v = 3 \times P_v \times A_e \times \phi$$

siendo para conductor LA-56 ( $d \leq 16 \text{ mm}$ ):

$$P_v = 60 \text{ daN/m}^2$$

$A_e$  = eolovano = se considera la mitad del vano para cada conductor: 65 y 85 m, para postes de 11 y 13 m respectivamente.

$\phi$  = diámetro del conductor = 9,45 mm.

$$F_{v11} = 3 \times 60 \text{ daN/m}^2 \times 65 \text{ m} \times 9,45 \times 10^{-3} \text{ m} = 110,57 \text{ daN}$$

$$F_{v13} = 3 \times 60 \text{ daN/m}^2 \times 85 \text{ m} \times 9,45 \times 10^{-3} \text{ m} = 144,59 \text{ daN}$$

Este esfuerzo estará aplicado a 15,2 cm de la parte superior de la cogolla del poste, correspondiente al punto de anclaje del cable conductor.

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

 UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 35 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

La fuerza equivalente aplicada a una distancia de 0,25 m de la parte superior de la cogolla del poste será:

$$F_{v11} = 110,57 \cdot \left( \frac{9,40 - 0,152}{9,40 - 0,250} \right) = 111,75 \text{ daN}$$

$$F_{v13} = 110,57 \cdot \left( \frac{11,20 - 0,152}{11,20 - 0,250} \right) = 145,88 \text{ daN}$$

b) Acción de viento sobre la cara lateral del transformador

De acuerdo con el apartado 3.1.2.4. del ITC-LAT 07, consideramos una presión de viento de 100 daN/m<sup>2</sup>, para una velocidad del viento de 120 km/h. Siendo la superficie lateral del transformador igual a 0,98 m<sup>2</sup>, la fuerza debida al viento será.

$$F_t = SL \times P_v = 0,98 \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 98,00 \text{ daN}$$

Esta fuerza la consideramos aplicada a la altura del centro geométrico del transformador, es decir, 6,57 m ó 8,37 m sobre el suelo, para postes de 11 y 13 metros respectivamente.

c) Acción de viento sobre la cara lateral del interruptor tetrapolar

$$F_t = SL \times P_v = (0,60 \times 0,36) \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 21,60 \text{ daN}$$

Esta fuerza la consideramos aplicada a la altura del centro de gravedad del Interruptor tetrapolar, es decir, 5,67 m ó 7,47 m sobre el suelo, para postes de 11 y 13 metros respectivamente.

d) Acción de viento sobre la cara frontal del GCTI

$$F_t = SL \times P_v = (0,50 \times 0,50) \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 25,00 \text{ daN}$$

Debemos descontar la superficie del apoyo ocupada por el GCTI:

$$S_{ap} = \frac{0,410m + 0,385m}{2} \cdot 0,50 = 0,20m^2$$

Luego la superficie real expuesta será:

$$S = S_T - S_{ap}$$

$$S = 0,25m^2 - 0,20m^2 = 0,05m^2$$

La (FT) Fuerza de viento sobre el GCTI será,

$$FT = S \times P_v$$

$$FT = 0,05 \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 5,00 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 36 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Esta fuerza la consideramos aplicada a la altura del centro de gravedad del GCTI, es decir, a 3,05 m sobre el suelo, para ambos postes de 11 y 13 metros.

El momento producido por esta fuerza respecto al punto de empotramiento, podemos considerarlo igual al producido por otra fuerza aplicada a una distancia de 0,25 m de la cogolla del poste.

$$H_I - 0,25 = 9,40 - 0,25 = 9,15 \text{ m para el apoyo de 11 m;}$$

$$H_I - 0,25 = 11,20 - 0,25 = 10,95 \text{ m, para el apoyo de 13 m.}$$

Esta fuerza tendría por valores para los postes de 11 y 13 metros, los siguientes:

$$F_{T11} = \frac{98 \cdot 6,57}{9,15} + \frac{21,60 \cdot 5,67}{9,15} + \frac{5 \cdot 3,05}{9,15} = 85,72 \text{ daN}$$

$$F_{T13} = \frac{98 \cdot 8,37}{10,95} + \frac{21,60 \cdot 7,47}{10,95} + \frac{5 \cdot 3,05}{10,95} = 91,36 \text{ daN}$$

## Fuerza Transversal Total

Tiene por valor la suma de las dos fuerzas transversales.

$$FT = F_v + F'_T$$

$$FT_{11} = 111,75 \text{ daN} + 85,72 \text{ daN} = 197,47 \text{ daN}$$

$$FT_{13} = 145,88 \text{ daN} + 91,36 \text{ daN} = 237,24 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 37 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## RESULTANTE DEL SISTEMA

La fuerza  $R = FL + FT$ , suma aritmética de los esfuerzos aplicados, tendrá por valores:

Para  $T_{max} = 543$  daN (HVH-2500)

$$R_{11} = 1646,45 + 197,47 = 1843,92 \text{ daN}$$

$$R_{13} = 1623,58 + 237,24 = 1880,82 \text{ daN}$$

Para  $T_{max} = 450$  daN (HVH-1600)

$$R_{11} = 1364,46 + 197,47 = 1561,93 \text{ daN}$$

$$R_{14} = 1362,08 + 237,24 = 1599,32 \text{ daN}$$

En el caso de que el poste deba cumplir con el requisito de seguridad reforzada por cruzamiento, se utilizará un apoyo de esfuerzo superior adecuado.

## Coeficientes de seguridad

Según el fabricante el esfuerzo útil del apoyo es el mismo cualquiera que sea la dirección de la resultante de los esfuerzos aplicados sobre él. Para los postes elegidos de 1600 y 2500 daN de esfuerzo útil se obtiene un coeficiente de seguridad cuyo valor es:

$$C.S. = \frac{F}{R} \times 2,25$$

R = Resultante del sistema

F = Esfuerzo útil (aplicado a 0,25 m por debajo de la cogolla).

a) Para el poste de 11 metros de 1600 daN

$$C.S. = \frac{1600 \text{ daN}}{1561,93 \text{ daN}} \times 2,25 = 2,31$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 38 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

b) Para el poste de 13 metros de 1600 daN

$$C.S. = \frac{1600 \text{ daN}}{1599,32 \text{ daN}} \times 2,25 = 2,26$$

c) Para el poste de 11 metros de 2500 daN

$$C.S. = \frac{2500 \text{ daN}}{1843,92 \text{ daN}} \times 2,25 = 3,06$$

d) Para el poste de 13 metros de 2500 daN

$$C.S. = \frac{2500 \text{ daN}}{1880,82 \text{ daN}} \times 2,25 = 3,00$$

## 1.6.2.4.3.2. 1<sup>a</sup> Hipótesis: Viento Longitudinal

### FUERZAS DEL SISTEMA

#### Tiro de los conductores

Al actuar el viento con la misma dirección que los conductores, el tense adicional que sufren éstos, es muy pequeño; se consideran, por lo tanto, el tense del conductor a t = -5°C y sin viento.

Observando las tablas de tendido expuestas en el apartado 1.6.2.7, para los vanos de 130 y 170 m con conductor LA-56 (máximos permitidos para postes de 11 y 13 m de altura) se pueden obtener los siguientes esfuerzos:

$$F'_{T11} = 3 \times T = 3 \times 296,10 \text{ daN} = 888,30 \text{ daN}$$

$$F'_{T13} = 3 \times T = 3 \times 236,60 \text{ daN} = 709,80 \text{ daN}.$$

Este esfuerzo estará aplicado a 15,2 cm de la parte superior de la cogolla del poste, correspondiente al punto de anclaje del cable conductor.

#### Acción del viento sobre el transformador

De acuerdo con el apartado 3.1.2.4. del ITC-LAT 07., consideramos una presión de viento de  $P_v = 100 \text{ daN/m}^2$ , correspondiente a una velocidad del viento de 120 km/h. Siendo la superficie frontal del transformador igual a  $ST = 1,42 \text{ m}^2$  debemos de descontar la superficie del apoyo ocupada por el transformador:

$$S_{ap} = \frac{b_1 + c_1}{2} \times H$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 39 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

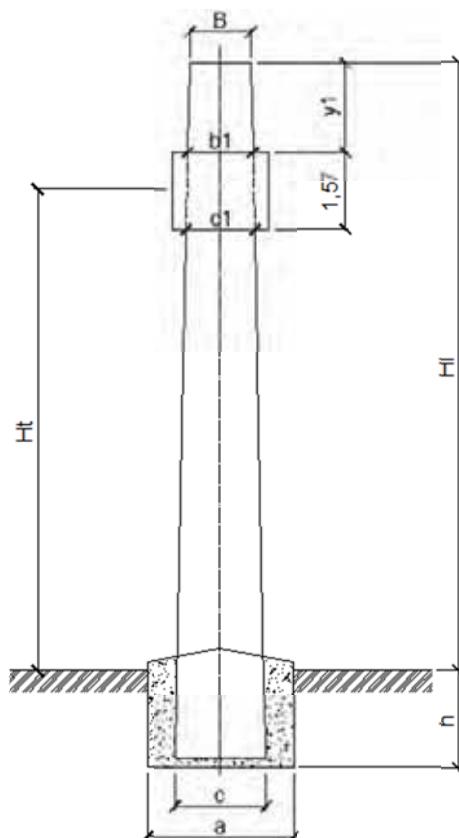
# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

$S_{ap}$  = Superficie del apoyo expuesta al viento.

$$b_1 = B + y_1 \cdot \text{Conicidad}$$

$$c_1 = B + (y_1 + 1,5) \cdot \text{Conicidad}$$

Figura 3



Dado que los transformadores van a igual distancia de la cogolla en los dos tipos de postes la superficie del apoyo ocupada por el transformador es igual para ambos.

$$S_{ap} = \frac{0,336m + 0,306m}{2} \cdot 1,19 = 0,38 m^2$$

Luego la superficie real expuesta será:

$$S = S_T - S_{ap}$$

$$S = 1,42m^2 - 0,38m^2 = 1,04m^2$$

La (FT) Fuerza de viento sobre el transformador.

$$FT = S \times P_v$$

$$FT = 1,04m^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 104,00 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 40 de 157

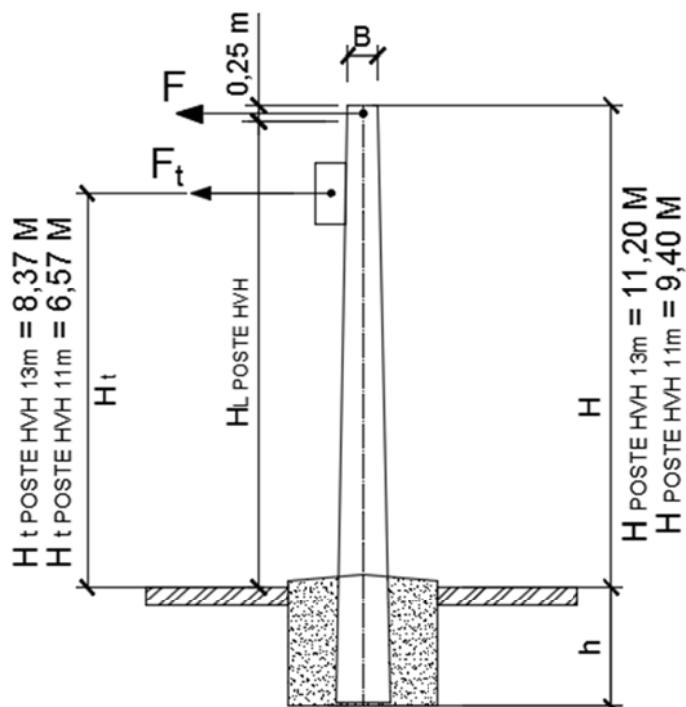
Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

El punto de aplicación de ésta fuerza estaría en el centro de gravedad del transformador es decir, 6,57 para postes de 11 m y a 8,37 m para postes de 13 metros.

Figura 4



### Acción del viento sobre el interruptor tetrapolar

La superficie frontal del Interruptor es  $S_T = 0,60 \times 0,36 = 0,22 \text{ m}^2$

Debemos descontar la superficie del apoyo ocupada por el interruptor:

$$S_{ap} = \frac{0,336\text{m} + 0,351\text{m}}{2} \cdot 0,60 = 0,20 \text{ m}^2$$

Luego la superficie real expuesta será:

$$S = S_T - S_{ap}$$

$$S = 0,22\text{m}^2 - 0,20\text{m}^2 = 0,02 \text{ m}^2.$$

La ( $FT$ ) Fuerza de viento sobre el Interruptor será,

$$FT = S \times P_v$$

$$FT = 0,02 \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 2,00 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 41 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

El punto de aplicación de ésta fuerza estaría en el centro de gravedad del Interruptor, es decir, 5,67 para postes 11 m y a 7,47 m para postes de 13 metros.

## Acción del viento sobre el GCTI

La superficie lateral del GCTI es  $S_T = 0,50 \times 0,30 = 0,15 \text{ m}^2$

La (FT) Fuerza de viento sobre el GCTI será,

$$FT = S \times P_v$$

$$FT = 0,15 \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 15,00 \text{ daN}$$

El punto de aplicación de ésta fuerza estaría en el centro de gravedad del GCTI, es decir, 3,05 para ambos postes de 11 m y 13 metros.

Calculando los esfuerzos equivalentes, aplicados a 0,25 m de la cogolla, tenemos:

$$F_{T11} = \frac{888,30 \text{ daN} \times 9,248 \text{ m} + 104 \text{ daN} \times 6,57 \text{ m} + 2 \text{ daN} \times 5,67 \text{ m} + 15 \text{ daN} \times 3,05}{9,15 \text{ m}} = 978,70 \text{ daN}$$

$$F_{T13} = \frac{709,80 \text{ daN} \times 11,048 \text{ m} + 104 \text{ daN} \times 8,37 \text{ m} + 2 \text{ daN} \times 7,47 \text{ m} + 15 \text{ daN} \times 3,05}{10,95 \text{ m}} = 801,17 \text{ daN}$$

## Coeficiente seguridad del poste HVH-2500

$$\text{C.S. (poste 11m)} = \frac{2500 \text{ daN}}{978,70 \text{ daN}} \cdot 2,25 = 5,75$$

$$\text{C.S. (poste 13m)} = \frac{2500 \text{ daN}}{801,517 \text{ daN}} \cdot 2,25 = 7,03$$

## • Coeficiente de seguridad del poste HVH-1600

$$\text{C.S. (poste 11m)} = \frac{1600 \text{ daN}}{978,70 \text{ daN}} \cdot 2,25 = 3,68$$

$$\text{C.S. (poste 13m)} = \frac{1600 \text{ daN}}{801,17 \text{ daN}} \cdot 2,25 = 4,50$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 42 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2.4.3.3. 2<sup>a</sup> Hipótesis: Hielo

### FUERZAS DEL SISTEMA

#### Tiro de los conductores

Al actuar la sobrecarga de hielo, se produce el tensión máximo sobre los conductores. La fuerza que actuará en este sentido sobre el conductor LA-56 tendrá por valor:

- a) Con límite  $T_{max} = 543 \text{ daN}$

$$FL = 3 \times T_{max} = 3 \times 543 \text{ daN} = 1629 \text{ daN}$$

- b) Con límite  $T_{max} = 450 \text{ daN}$

$$FL = 3 \times T_{max} = 3 \times 450 \text{ daN} = 1350 \text{ daN}$$

siendo  $T_{max}$  el tensión máximo admitido para el conductor.

Esta fuerza estará aplicada a 15,2 cm de la parte superior de la cogolla del poste (ver Planos de Detalle de Montaje).

La fuerza equivalente aplicada a una distancia de 0,25 m de la parte superior de la cogolla del poste será:

- a) Con límite  $T_{max} = 543 \text{ daN}$

$$F_{L HVH-2500-11} = 1629 \cdot \left( \frac{9,40 - 0,152}{9,40 - 0,250} \right) = 1646,45 \text{ daN}$$

$$F_{L HVH-2500-13} = 1629 \cdot \left( \frac{11,20 - 0,152}{11,20 - 0,250} \right) = 1643,58 \text{ daN}$$

- b) Con límite  $T_{max} = 450 \text{ daN}$

$$F_{L HVH-1600-11} = 1350 \cdot \left( \frac{9,40 - 0,152}{9,40 - 0,250} \right) = 1364,46 \text{ daN}$$

$$F_{L HVH-1600-13} = 1350 \cdot \left( \frac{11,20 - 0,152}{11,20 - 0,250} \right) = 1362,08 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 43 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

- Coeficiente seguridad del poste HVH-2500

$$C.S.(poste\ 11m) = \frac{2500\ daN}{1646,45\ daN} \cdot 2,25 = 3,41$$

$$C.S.\ (poste\ 13m) = \frac{2500\ daN}{1643,58\ daN} \cdot 2,25 = 3,42$$

- Coeficiente de seguridad del apoyo poste HVH-1600

$$C.S.\ (poste\ 11m) = \frac{1600\ daN}{1582,77\ daN} \cdot 2,25 = 2,27$$

$$C.S.\ (poste\ 13m) = \frac{1600\ daN}{1580,02\ daN} \cdot 2,25 = 2,27$$

## 1.6.2.4.3.4. 4<sup>a</sup> Hipótesis: Rotura de conductores

Al estar instalado el CTI en un poste fin de línea, se debe estudiar si cumple con las hipótesis de rotura de 1 conductor.

El momento resistente de un poste de hormigón armado vibrado hueco (HVH), termocurado, sometido a un esfuerzo de torsión en cogolla es de:

- 4230 daN\*m para los postes HVH-1600.
- 5130 daN\*m para los postes HVH-2500

La longitud del brazo de la cruceta CR-1, utilizada para los postes HVH, es de 1,65 m.

Al ser una hipótesis anormal, los coeficientes de seguridad con las crucetas mencionadas serán, por tanto:

$$C_S = \frac{M_{RT}}{M_s} \cdot 1,8$$

Siendo:

$M_{RT}$  = Momento resistente a torsión para poste de 250x250mm en cogolla.

$M_s$  = Momento solicitante = 450 daN x 1,65 m = 742,50 daN·m

$M_s$  = Momento solicitante = 543 daN x 1,65 m = 895,95 daN·m

El coeficiente de seguridad obtenido para el poste de 1600 daN será:

$$C.S. = \frac{4230\ daN \cdot m}{742,50\ daN \cdot m} \cdot 1,8 = 10,25$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 44 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Mientras que para el poste de 2500 daN:

$$C.S. = \frac{5130 \text{ daN} \cdot \text{m}}{895,95 \text{ daN} \cdot \text{m}} \cdot 1,8 = 10,31$$

Los coeficientes de seguridad obtenidos en la comprobación de los postes HVH se indican en la Tabla 22 para las 3 hipótesis estudiadas.

El resultado de la aplicación de las hipótesis 1<sup>a</sup> con viento transversal, 1<sup>a</sup> con viento longitudinal, 2<sup>a</sup> con hielo y 4<sup>a</sup> con rotura de conductores se representan en la Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 respectivamente para postes de 1600 y 2500 daN de esfuerzo, de 11 y 13 m de altura total y conductor LA-56.

Tabla 22

HIPÓTESIS	POSTES ESFUERZO (daN)	H (m)	C.S. NORMA	LA-56	
				CALCULADO	REFORZADO
1 <sup>a</sup> Viento transversal	1600	11	2,25	2,31	2,89
		13	2,25	2,26	2,82
	2500	11	2,25	3,06	3,83
		13	2,25	3,00	3,75
1 <sup>a</sup> Viento longitudinal	1600	11	2,25	3,68	4,60
		13	2,25	4,50	5,62
	2500	11	2,25	5,75	7,18
		13	2,25	7,03	8,78
2 <sup>o</sup> Hielo	1600	11	2,25	2,63	3,30
		13	2,25	2,64	3,30
	2500	11	2,25	3,41	4,27
		13	2,25	3,42	4,27
4 <sup>a</sup> Rotura de conductores	1600	11	1,80	10,25	12,82
		13	1,80		
	2500	11	1,80	10,31	12,88
		13	1,80		

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 45 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 23

CONDUCTOR LA-56								
ESFUERZOS SOLICITANTES (*)	1 <sup>a</sup> HIPOTESIS (Viento transversal)				1 <sup>a</sup> HIPOTESIS (Viento longitudinal)			
	HVH-1600		HVH-2500		HVH-1600		HVH-2500	
	11 m	13 m	11 m	13 m	11 m	13 m	11 m	13 m
F <sub>L</sub> (daN)	1364,46	1362,08	1646,45	1643,58	897,81	716,15	897,81	716,15
F <sub>V</sub> (conductores) (daN)	111,75	145,88	111,75	145,88	---	---	---	---
F <sub>V</sub> (equipos) aplicada en cogolla (daN)	85,72	91,36	85,72	91,36	---	---	---	---
F <sub>V</sub> (equipos) aplicada c.g.t. (daN)		---	---	---	121,00			
F <sub>T</sub> Total (daN)	197,47	237,24	197,47	237,24	978,70	801,17	978,70	801,17
Resultante del sistema	1.561,93	1.599,32	1.843,92	1.880,82	---	---	---	---
C.S. (Coef. Seguridad del apoyo)	2,31	2,26	3,06	3,00	3,68	4,50	5,75	7,03

(\*) Esfuerzos aplicados a 0,25 metros de la parte superior de la cogolla

Tabla 24

ESFUERZOS SOLICITANTES (*)	2 <sup>a</sup> HIPOTESIS (Hielo)			
	LA-56			
	HVH-1600-11	HVH-1600-13	HVH-2500-11	HVH-2500-13
Tiro conductores (daN)	1364,46	1362,08	1646,45	1643,58
C.S. (Coef. Seguridad)	2,63	2,64	3,41	3,42

(\*) Esfuerzos aplicados a 0,25 metros de la parte superior de la cogolla

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 46 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 25

MOMENTOS SOLICITANTES Y COEF. DE SEGURIDAD	4ª HIPOTESIS (Rotura de conductores)	
	LA-56	
	HVH-1600	HVH-2500
M <sub>R</sub> . TORSION (daN.m).	4230	5130
M <sub>s</sub> . SOLICITANTE (daN.m)	742,50	895,95
C.S. (Coef.. Seguridad)	10,25	10,31

## 1.6.2.5. Cálculos mecánicos para apoyos de celosía (C)

Debido a los pesos del transformador, cruceta, conductores, etc., se considera que los apoyos de celosía trabajarán en el segundo punto de carga de forma que su resistencia a los esfuerzos verticales sea mayor.

De acuerdo a lo especificado en los planos para apoyos metálicos de celosía desde C-1000 a C-9000 en el Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de hasta 20kV, y cumpliendo con lo especificado en la norma UNE 207017, se tienen los siguientes esfuerzos:

Tabla 26

APOYOS	ESFUERZOS			
	SEGUNDO PUNTO DE CARGA			
	NOMINAL (daN). (C.S. = 1,5)	SECUND. (daN) (C.S = 1,5)	TORSIÓN (daNm) (C.S.= 1,2)	VERTICAL (daN) (C.S.= 1,5)
C-2000	1800	1800	1400	1600
C-3000	2500	2500	1400	2400

### 1.6.2.5.1. Calculo de las cimentaciones

De acuerdo a lo especificado en el apartado 1.6.2.1, el cálculo de cimentaciones se realizará siguiendo el Método de Sulzberger.

El momento de fallo al vuelco del apoyo será:

$$M_V = F \cdot \left( H_L + \frac{2}{3} h \right) = F \cdot \left( H - \frac{1}{3} h \right)$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 47 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Los pesos de los elementos a tener en cuenta en el cálculo de las cimentaciones serán:

Peso total del macizo y poste:

- Peso del macizo de hormigón:  $a^2 \cdot h \cdot 2200$  (daN)

- Peso del Apoyo:

Tabla 27

Apoyos	Alturas (m)	Peso (daN)
C-2000	12	540
	14	640
C-3000	12	680
	14	800

- Peso de la cruceta, pararrayos y aisladores:

Se considera un peso de cruceta de 75 daN, correspondientes a la cruceta tipo H-35, a utilizar en apoyo de celosía según el presente Proyecto Tipo.

Se considera un peso total correspondiente a los pararrayos instalados (3 uds) de 18 daN.

El peso total de los aisladores de amarre es de 6 daN.

Sumando las cargas verticales correspondientes al peso del apoyo, la cruceta, los pararrayos, los aisladores y la cimentación, se obtiene que el peso total del conjunto es:

$$\text{PESO TOTAL} = a^2 \cdot h \cdot 2200 + P_{\text{apoyo}} + P_{\text{cruceta}} + P_{\text{pararrayos}} + P_{\text{aisladores}} \text{ (daN)}$$

No se tienen en cuenta los pesos de los equipos instalados (transformador, GCTI e interruptor tetrapolar) para obtener el Momento Estabilizador más restrictivo.

## Momento Estabilizador

De acuerdo con el apartado 1.6.2.1, el momento estabilizador es:

$$M_e = 139 \cdot b \cdot C_2 \cdot h^4 + P \cdot a \left[ 0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{a^2 \cdot b \cdot C_2 \cdot h \cdot 10^4}} \right]$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 48 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

Operando de esta forma, llegamos al cuadro de valores que se indican en la Tabla 28, Tabla 29 y Tabla 30, donde se dimensionan las cimentaciones correspondientes a cada tipo de terreno.

Se debe cumplir:

$$C.S. = \frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

Tabla 28

POSTES	$C_2 = 8 \text{ (kg/cm x cm}^2\text{)}$					
	a (m)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )	M <sub>e</sub> (daN.m)	M <sub>v</sub> (daN.m)	C.S.
C-2000-12	1,1	2,3	2,79	37.131	20.220	1,84
C-2000-14	1,2	2,3	3,32	41.145	23.820	1,73
C-3000-12	1,1	2,5	3,03	50.963	27.917	1,83
C-3000-14	1,2	2,6	3,75	65.301	32.834	1,99

Tabla 29

POSTES	$C_2 = 12 \text{ (kg/cm x cm}^2\text{)}$					
	a (m)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )	M <sub>e</sub> (daN.m)	M <sub>v</sub> (daN.m)	C.S.
C-2000-12	1,1	2,1	2,55	38.355	20.340	1,89
C-2000-14	1,2	2,1	3,03	42.425	23.940	1,78
C-3000-12	1,1	2,3	2,79	54.298	28.084	1,94
C-3000-14	1,2	2,4	3,46	70.425	33.000	2,14

Tabla 30

POSTES	$C_2 = 16 \text{ (kg/cm x cm}^2\text{)}$					
	a (m)	h (m)	v (m <sup>3</sup> )	M <sub>e</sub> (daN.m)	M <sub>v</sub> (daN.m)	C.S.
C-2000-12	1,1	1,9	2,30	34.315	20.460	1,68
C-2000-14	1,2	2,0	2,88	46.041	24.000	1,92
C-3000-12	1,0	2,2	2,20	54.239	28.167	1,93
C-3000-14	1,1	2,2	2,67	60.189	33.167	1,82

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 49 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2.5.2. Datos de partida para el cálculo del CTI

### Apoyos

Metálicos de celosía conforme con el apartado 1.5.1.1.1.

Tabla 31

APOYOS SELECCIONADOS		
H(m)	12	14
HI (m)	10,10	12,00
H <sub>cgt</sub> (m)	7,32	9,22
h (empotramiento)	1,90	2,00

H = Altura del poste.

HI = Altura libre sobre el terreno.

H<sub>cgt</sub> = Altura del centro geométrico del transformador respecto del suelo.

### Características del transformador (160 kVA):

Dimensiones: 1570x1200x830 mm (alto x ancho x fondo)

Peso del transformador: 1050 daN

Superficies expuestas:

- Frente = 1,42 m<sup>2</sup>.
- Lateral = 0,98 m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la superficie expuesta, la altura del transformador (1,57 m) se reduce a 1,19 m, correspondiente a la altura del bloque macizo del equipo.

### Características del GCTI

Dimensiones: 500x500x300 mm (alto x ancho x fondo)

Peso: 55 daN

Altura del centro de geométrico respecto al suelo: 3,05 metros

Superficies expuestas:

- Frente = 0,25 m<sup>2</sup>.
- Lateral = 0,15 m<sup>2</sup>.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 50 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## Características del interruptor tetrapolar:

Dimensiones: 600x360x360 mm (alto x ancho x fondo)

Peso: 20 daN

Altura del centro de gravedad:

- 6,42, metros en apoyos de 12 metros de altura
- 8,32 metros en apoyos de 14 metros de altura

Superficies expuestas:

- Frente = 0,22 m<sup>2</sup>.
- Lateral = 0,22 m<sup>2</sup>.

## Tensión máxima del conductor LA-56:

543 daN.

### **1.6.2.5.3. Hipótesis de cálculo**

Se consideran las 4 hipótesis reglamentarias:

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS (VIENTO)

Se considerarán las cargas permanentes y el viento en sentido transversal y longitudinal según las siguientes hipótesis:

- a) Acción del viento transversal a la línea de AT.

La debida a la acción combinada del viento sobre los conductores (eolovano) y sobre la cara lateral del transformador, interruptor tetrapolar y GCTI.

Condiciones:

- Para Zona A:  $\theta = -5^\circ\text{C} +$  sobrecarga de Viento (velocidad de viento de 120 km/h)
- Para Zona B:  $\theta = -10^\circ\text{C} +$  sobrecarga de Viento (velocidad de viento de 120 km/h)
- Para Zona C:  $\theta = -15^\circ\text{C} +$  sobrecarga de Viento (velocidad de viento de 120 km/h)

- b) Acción de viento en sentido longitudinal a la línea de AT.

Actuando en la dirección más desfavorable, es decir sumando la acción del viento sobre la cara frontal de los equipos instalados (transformador, interruptor tetrapolar y GCTI), teniendo en cuenta la tracción de los conductores sobre el apoyo en estas condiciones.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 51 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Condiciones:

- Para Zona A:  $\theta = -5^\circ\text{C} +$  sobrecarga de Viento (velocidad de viento de 120 km/h)
- Para Zona B:  $\theta = -10^\circ\text{C} +$  sobrecarga de Viento (velocidad de viento de 120 km/h)
- Para Zona C:  $\theta = -15^\circ\text{C} +$  sobrecarga de Viento (velocidad de viento de 120 km/h)

## 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS (HIELO)

De acuerdo con el ITC-LAT-07, sólo se considerará en las zonas B y C.

- Esfuerzo longitudinal

La carga vertical y esfuerzo longitudinal que debe soportar el apoyo serán superiores a la carga vertical debida al peso de conductores, herrajes, transformador, etc., con la sobrecarga de hielo correspondiente, y al esfuerzo longitudinal debido a la tracción de los conductores, respectivamente.

Condiciones:

- ZONA B:  $\theta = -15^\circ +$  sobrecarga de hielo
- ZONA C:  $\theta = -20^\circ +$  sobrecarga de hielo

## 3<sup>a</sup> HIPOTESIS (DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES)

Por tratarse de un Apoyo Fin de Línea, de acuerdo con las Tablas 6 y 8 del ITC-LAT-07, no aplica el cálculo de esta hipótesis.

## 4<sup>a</sup> HIPOTESIS (ROTURA DE CONDUCTORES)

Se consideraran las cargas permanentes y los conductores sometidos a las siguientes condiciones:

Condiciones:

- ZONA A,  $\theta = -5^\circ + \text{VIENTO}$
- ZONA B,  $\theta = -15^\circ + \text{HIELO}$
- ZONA C,  $\theta = -20^\circ + \text{HIELO}$

considerándose la rotura del conductor que provoque el mayor esfuerzo de torsión sobre el apoyo.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 52 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2.5.3.1. 1<sup>a</sup> Hipótesis: Viento transversal

### Vano máximo

A fin de mantener una distancia mínima de los conductores al suelo de 6,00 metros, en el vano de línea entre el apoyo anterior y el CTI, la flecha máxima posible para los apoyos de 12 y 14 metros, será:

$$f_{12} = H_{12} - 6 = 10,10 - 6,00 = 4,10 \text{ m}$$

$$f_{14} = H_{14} - 6 = 12,00 - 6,00 = 6,00 \text{ m}$$

(Cuando las líneas eléctricas atravesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas, la altura mínima de los conductores al suelo será de 7,00 metros, reduciéndose la flecha máxima posible para dichos apoyos).

La longitud máxima de los vanos, limitada por los máximos esfuerzos a soportar por los apoyos estudiados, en las diferentes zonas establecidas en la ITC-LAT 07 será

Tabla 32

ALTURA APOYO	CONDUCTOR LA-56		
	ZONAS		
	A	B	C
12	60		
14	70		

### Fuerzas del sistema

Se considera el caso más desfavorable, que corresponde al CTI en Zona A con vano máximo de 60 y 70 m con conductor LA-56 para postes de 12 y 14 m.

### Cargas verticales

Las fuerzas que actúan en sentido vertical al apoyo son debidas al peso del transformador, conductores, aisladores, pararrayos, herrajes, etc.

#### a) Peso de los conductores

Se considera el peso de los conductores sin sobrecarga alguna:

$$P_c = 3 \times Ag \times P_p$$

Siendo:

Ag = gravivano = se considera la mitad del vano para cada conductor (30 y 35 m, para postes de 12 y 14 m respectivamente).

P<sub>p</sub> = peso propio del conductor (0,186 daN/m).

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 53 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

$$P_{c12} = 3 \times 30 \times 0,186 = 16,74 \text{ daN}$$

$$P_{c14} = 3 \times 35 \times 0,186 = 19,53 \text{ daN}$$

- b) Peso de la cruceta, pararrayos y aisladores.

El peso de la cruceta H-35 es de 75 daN

Se considerará un peso aproximado de cruceta, aisladores, pararrayos y herrajes de 100 daN.

- c) Peso del transformador

Considerando el caso más desfavorable correspondiente al transformador de 160 kVA, con un peso de 1050 daN.

- d) Peso del interruptor tetrapolar: 20 daN

- e) Peso del GCTI: 55 daN

## Carga vertical total

Tiene por valor la suma de los pesos anteriores.

$$P_{v12} = 16,74 + 100 + 1050 + 20 + 55 = 1.241,74 \text{ daN}$$

$$P_{v14} = 19,53 + 100 + 1050 + 20 + 55 = 1.244,53 \text{ daN}$$

## Coeficientes de seguridad

De acuerdo con lo especificado en el apartado 1.6.2.5, el esfuerzo vertical aplicado en el eje para los apoyos C-2000 y C-3000 es de 1600 y 2400 daN respectivamente, por lo que se obtienen unos coeficientes de seguridad cuyos valores son:

$$C.S. = \frac{F_v}{P_v} \times 1,5$$

$P_v$  = Peso de las cargas verticales.

$F_v$  = Esfuerzo vertical del apoyo.

- a) Para el poste C-2000 de 12 metros

$$C.S. = \frac{1600 \text{ daN}}{1241,74 \text{ daN}} \times 1,5 = 1,93$$

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

 UNION FENOSA distribución

Fecha: 30/01/2017

Página: 54 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

b) Para el poste C-3000 de 12 metros

$$C.S. = \frac{2400 \text{ daN}}{1241,74 \text{ daN}} \times 1,5 = 2,90$$

c) Para el poste C-2000 de 14 metros

$$C.S. = \frac{1600 \text{ daN}}{1244.53 \text{ daN}} \times 1,5 = 1,93$$

d) Para el poste C-3000 de 14 metros

$$C.S. = \frac{2400 \text{ daN}}{1244,53 \text{ daN}} \times 1,5 = 2,89$$

## Fuerzas longitudinales (Tiro de los conductores)

Al actuar el viento en sentido transversal a los conductores, estos alcanzan el tensión máximo. La fuerza que actuará en este sentido tendrá por valor:

Con límite  $T_{max} = 543 \text{ daN}$

$$FL = 3 \times T_{max} = 3 \times 543 \text{ daN} = 1629 \text{ daN}$$

Válido para los apoyos C-2000 y C-3000, con un esfuerzo horizontal nominal de 1800 daN y 2500 daN respectivamente.

Siendo  $T_{max}$  el tensión máximo admitido para el conductor. Esta fuerza estará aplicada en la cogolla del apoyo.

## Fuerzas transversales (vientos sobre conductores, transformador, interruptor tetrapolar y GCTI)

Las fuerzas que actúan en sentido transversal al apoyo son:

- a) Acción de viento sobre los conductores.
- b) Acción de viento sobre la cara lateral del transformador.
- c) Acción del viento sobre la cara lateral del interruptor tetrapolar.
- d) Acción del viento sobre la cara frontal del GCTI.

No se considera la acción del viento sobre ninguna de las dos caras del poste dado que en la definición de esfuerzo nominal (F), ya está contemplado el efecto del viento.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 55 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## a) Acción de viento sobre los conductores

De acuerdo con el apartado 3.1.2. del ITC-LAT-07 se considera una presión del viento sobre los conductores de  $60 \text{ daN/m}^2$ , para una velocidad del viento de 120 km/h (línea de tercera categoría)

La fuerza ejercida en el apoyo por la acción de viento sobre los conductores será:

$$F_v = 3 \times P_v \times A_e \times \phi$$

siendo, para conductor LA-56 ( $d \leq 16 \text{ mm}$ ):

$$P_v = 60 \text{ daN/m}^2$$

$A_e$  = eolovano = se considera la mitad del vano para cada conductor (30 y 35 m, para postes de 12 y 14 m respectivamente).

$\phi$  = diámetro del conductor = 9,45mm.

$$F_{v12} = 3 \times 60 \text{ daN/m}^2 \times 30 \text{ m} \times 9,45 \times 10^{-3} \text{ m} = 51,03 \text{ daN}$$

$$F_{v14} = 3 \times 60 \text{ daN/m}^2 \times 35 \text{ m} \times 9,45 \times 10^{-3} \text{ m} = 59,54 \text{ daN}$$

Este esfuerzo estaría aplicado a la altura de la cogolla del poste.

## b) Acción de viento sobre la cara lateral del transformador

De acuerdo con el apartado 3.1.2.4. de la ITC-LAT-07, consideramos una presión de viento de  $100 \text{ daN/m}^2$ , para una velocidad del viento de 120 km/h. Siendo la superficie lateral (SL) del transformador igual a  $0,98 \text{ m}^2$ , la fuerza debida al viento será.

$$F_t = SL \times P_v = (1,19 \times 0,83) \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 98,44 \text{ daN}$$

Esta fuerza la consideramos aplicada a la altura del centro de gravedad del transformador, es decir, 7,32 m ó 9,22 m sobre el suelo, para postes de 12 y 14 metros respectivamente.

## c) Acción de viento sobre la cara lateral del interruptor tetrapolar

$$F_t = SL \times P_v = (0,60 \times 0,36) \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 21,60 \text{ daN}$$

Esta fuerza la consideramos aplicada a la altura del centro de gravedad del Interruptor tetrapolar, es decir, 6,42 m ó 8,32 m sobre el suelo, para postes de 12 y 14 metros respectivamente.

## d) Acción de viento sobre la cara frontal del GCTI

$$F_t = SL \times P_v = (0,50 \times 0,50) \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 25,00 \text{ daN}$$

Al tratarse de apoyos de celosía se considera que toda la superficie frontal del GCTI está expuesta al viento.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 56 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Esta fuerza la consideramos aplicada a la altura del centro de gravedad del GCTI, es decir, a 3,05 m sobre el suelo, para ambos apoyos de 12 y 14 metros.

El momento producido por esta fuerza respecto al punto de empotramiento, podemos considerarlo igual al producido por otra fuerza aplicada a la cogolla del apoyo. Esta fuerza tendría por valores para los postes de 12 y 14 metros, los siguientes:

$$F_T 12 = \frac{98,44 \cdot 7,32}{10,10} + \frac{21,60 \cdot 6,42}{10,10} + \frac{25 \cdot 3,05}{10,10} = 92,61 \text{ daN}$$

$$F_T 14 = \frac{98,44 \cdot 9,22}{12} + \frac{21,60 \cdot 8,32}{12} + \frac{25 \cdot 3,05}{12} = 96,95 \text{ daN}$$

## Fuerza Transversal Total

Tiene por valor la suma de las dos fuerzas transversales.

$$FT = F_v + F'_T$$

$$FT_{12} = 51,03 \text{ daN} + 92,61 \text{ daN} = 143,64 \text{ daN}$$

$$FT_{14} = 59,54 \text{ daN} + 96,95 \text{ daN} = 156,49 \text{ daN}$$

## RESULTANTE DEL SISTEMA

La fuerza  $R = FL + FT$ , suma aritmética de los esfuerzos aplicados, tendrá por valores:

Para  $T_{\max} = 543$  (Apoyos C-2000 y C-3000)

$$R_{12} = 1629 + 143,64 = 1772,64 \text{ daN}$$

$$R_{14} = 1629 + 156,49 = 1785,49 \text{ daN}$$

En el caso de que el apoyo deba cumplir con el requisito de seguridad reforzada por cruzamiento, se utilizará un apoyo de esfuerzo superior adecuado.

## Coeficientes de seguridad

De acuerdo con el fabricante y con lo especificado en el apartado 0, el esfuerzo útil del apoyo es el mismo cualquiera que sea la dirección de la resultante de los esfuerzos aplicados sobre él. Para los apoyos C-2000 y C-3000 de 1800 y 2500 daN de esfuerzo útil respectivamente, se obtiene un coeficiente de seguridad cuyo valor es:

$$C.S. = \frac{F}{R} \times 1,5$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 57 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Siendo:

R = Resultante del sistema

F = Esfuerzo útil en cogolla

a) Para el poste de 12 metros de 2000 daN:

$$C.S. = \frac{1800}{1772,64} \frac{\text{daN}}{\text{daN}} \times 1,5 = 1,53$$

b) Para el poste de 12 metros de 3000 daN:

$$C.S. = \frac{2500}{1772,64} \frac{\text{daN}}{\text{daN}} \times 1,5 = 2,12$$

c) Para el poste de 14 metros de 2000 daN:

$$C.S. = \frac{1800}{1785,49} \frac{\text{daN}}{\text{daN}} \times 1,5 = 1,52$$

d) Para el poste de 14 metros de 3000 daN:

$$C.S. = \frac{2500}{1785,49} \frac{\text{daN}}{\text{daN}} \times 1,5 = 2,11$$

## 1.6.2.5.3.2. 1<sup>a</sup> Hipótesis: Viento longitudinal

### FUERZAS DEL SISTEMA

#### Tiro de los conductores

Al actuar el viento con la misma dirección que los conductores, el tense adicional que sufren éstos, es muy pequeño; se consideran, por lo tanto, el tense del conductor a t = -5°C y sin viento.

Observando las tablas de tendido expuestas en el apartado 1.6.2.7, para los vanos de 60 y 70 m con conductor LA-56 (máximos permitidos para postes de 12 y 14 m de altura) se pueden obtener los siguientes esfuerzos:

$$F'T_{12} = 3 \times T = 3 \times 362,9 \text{ daN} = 1088,70 \text{ daN}$$

$$F'T_{14} = 3 \times T = 3 \times 361,6 \text{ daN} = 1084,80 \text{ daN}$$

#### Acción del viento sobre el transformador

De acuerdo con el apartado 3.1.2.4. del ITC-LAT 07., consideramos una presión de viento de Pv = 100 daN/m<sup>2</sup>, correspondiente a una velocidad del viento de 120 km/h.

Siendo la superficie frontal del transformador igual a ST = 1,42m<sup>2</sup>. Al tratarse de apoyos de celosía se considera que toda la superficie frontal del transformador está expuesta al viento.

La (FT) Fuerza de viento sobre el transformador.

$$FT = ST \times P_v$$

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 58 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

$$FT = 1,42m^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 142,00 \text{ daN}$$

El punto de aplicación de ésta fuerza estaría en el centro de geométrico del transformador es decir, 7,32 para postes 12 m y a 9,22 m para postes de 14 metros.

## Acción del viento sobre el Interruptor Tetrapolar

La superficie frontal del Interruptor es  $ST = 0,60 \times 0,36 = 0,21 \text{ m}^2$

La (FT) Fuerza de viento sobre el Interruptor será,

$$FT = ST \times P_v$$

$$FT = (0,60 \times 0,36) \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 21,60 \text{ daN}$$

El punto de aplicación de ésta fuerza estaría en el centro de gravedad del Interruptor, es decir, 6,42 para postes 12 m y a 8,32 m para postes de 14 metros.

## Acción del viento sobre el GCTI

La superficie lateral del GCTI es  $ST = 0,50 \times 0,30 = 0,15 \text{ m}^2$

La (FT) Fuerza de viento sobre el GCTI será,

$$FT = ST \times P_v$$

$$FT = 0,15 \text{ m}^2 \times 100 \text{ daN/m}^2 = 15,00 \text{ daN}$$

El punto de aplicación de ésta fuerza estaría en el centro de gravedad del GCTI, es decir, 3,05 para ambos postes de 12 m y 14 metros.

Calculando los esfuerzos equivalentes en cogolla tenemos:

$$F_T 12 = \frac{1088,70 \text{ daN} \times 10,10 \text{ m} + 142,00 \text{ daN} \times 7,32 \text{ m} + 21,60 \text{ daN} \times 6,42 \text{ m} + 15,00 \text{ daN} \times 3,05 \text{ m}}{10,10 \text{ m}} = 1209,85 \text{ daN}$$

Coeficiente seguridad del apoyo C-2000:

$$\text{C.S. (apoyo 12m)} = \frac{1800 \text{ daN}}{1209,85 \text{ daN}} \cdot 1,5 = 2,24$$

$$\text{C.S. (apoyo 14m)} = \frac{1800 \text{ daN}}{1212,67 \text{ daN}} \cdot 1,5 = 2,23$$

Coeficiente seguridad del apoyo C-3000:

$$\text{C.S. (apoyo 12m)} = \frac{2500 \text{ daN}}{1209,85 \text{ daN}} \cdot 1,5 = 3,10$$

$$\text{C.S. (apoyo 14m)} = \frac{2500 \text{ daN}}{1212,67 \text{ daN}} \cdot 1,5 = 3,10$$

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 59 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.2.5.3.3. 2<sup>a</sup> Hipótesis: Hielo

### FUERZAS DEL SISTEMA

#### Cargas verticales

Las fuerzas que actúan en sentido vertical al apoyo son debidas al peso de los equipos instalados (transformador, interruptor tetrapolar y GCTI), conductores y herrajes, aisladores, pararrayos, con la sobrecarga de hielo correspondiente.

##### a) Peso de los conductores

De acuerdo con el apartado 3.1.3. del ITC-LAT 07 se considera una sobrecarga de hielo de peso  $P_h = 0,36\sqrt{\phi}$  daN/m para la zona C (más desfavorable a efectos de cálculo).

El peso total de los conductores con sobrecarga de hielo será:

$$P_C = 3 \times Ag \times (P_h + P_p)$$

$Ag$  = gravivano = se considera la mitad del vano para cada conductor (30 y 35 m (para postes de 12 y 14 m respectivamente, en zona C)).

$\phi$  = diámetro del conductor (9,45 mm).

$P_p$  = peso propio del conductor (0,186 daN/m)

$$P_{c12} = 3 \times 30 \times (0,36\sqrt{9,45} + 0,186) = 116,34 \text{ daN}$$

$$P_{c14} = 3 \times 35 \times (0,36\sqrt{9,45} + 0,186) = 135,73 \text{ daN}$$

##### b) Peso de la cruceta y herrajes.

El peso de la cruceta H-35 es de 75 daN

Se considerará un peso aproximado de cruceta, aisladores, pararrayos y herrajes de 100 daN.

##### c) Peso del transformador

Considerando el caso más desfavorable correspondiente al transformador de 160 kVA y una sobrecarga superficial de hielo de 25 daN, el peso total a considerar es de 1075 daN.

##### d) Peso del interruptor tetrapolar

Considerando el caso más desfavorable correspondiente al peso del interruptor y una sobrecarga superficial de hielo de 4,0 daN, el peso total a considerar es de 24,0 daN.

##### e) Peso del GCTI:

Considerando el caso más desfavorable correspondiente al peso del GCTI y una sobrecarga superficial de hielo de 4,0 daN, el peso total a considerar es de 59,0 daN.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 60 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## Carga vertical total

$$P_{v12} = 116,34 + 100 + 1075 + 24 + 59 = 1.374,34 \text{ daN}$$

$$P_{v14} = 135,73 + 100 + 1075 + 24 + 59 = 1.393,73 \text{ daN}$$

## Coeficientes de seguridad

De acuerdo con lo especificado en el apartado 1.6.2.5, el esfuerzo vertical aplicado en el eje para los apoyos C-2000 y C-3000 es de 1600 y 2400 daN respectivamente, por lo que se obtienen unos coeficientes de seguridad cuyos valores son:

$$\text{C.S.} = \frac{F_v}{P_v} \times 1,5$$

$P_v$  = Peso de las cargas verticales (sobrecarga de hielo).

$F_v$  = Esfuerzo vertical del apoyo.

a) Para el poste C-2000 de 12 metros

$$\text{C.S.} = \frac{1600 \text{ daN}}{1374,34 \text{ daN}} \times 1,5 = 1,75$$

b) Para el poste C-3000 de 12 metros

$$\text{C.S.} = \frac{2400 \text{ daN}}{1374,34 \text{ daN}} \times 1,5 = 2,62$$

c) Para el poste C-2000 de 14 metros

$$\text{C.S.} = \frac{1600 \text{ daN}}{1393,73 \text{ daN}} \times 1,5 = 1,72$$

d) Para el poste C-3000 de 14 metros

$$\text{C.S.} = \frac{2400 \text{ daN}}{1393,73 \text{ daN}} \times 1,5 = 2,58$$

## Tiro de los conductores

Al actuar la sobrecarga de hielo, se produce el tensión máximo sobre el conductor. La fuerza que actuará en este sentido tendrá por valor:

Con límite  $T_{\max} = 543 \text{ daN}$

$$FL = 3 \times T_{\max} = 3 \times 543 \text{ daN} = 1629 \text{ daN}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 61 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

siendo:

$T_{max}$  el tensión máxima admitida para el conductor. Esta fuerza estará aplicada en la cogolla del apoyo.

- Coeficiente de seguridad del apoyo C-2000

$$C.S. = \frac{1800 \text{ daN}}{1629 \text{ daN}} \cdot 1,5 = 1,66$$

- Coeficiente de seguridad del apoyo C-3000

$$C.S. = \frac{2500 \text{ daN}}{1629 \text{ daN}} \cdot 1,5 = 2,30$$

## 1.6.2.5.3.4. 4<sup>a</sup> Hipótesis: Rotura de conductores

Al estar instalado el CTI en un apoyo fin de línea, se debe estudiar si cumple con las hipótesis de rotura de 1 conductor.

El momento resistente de un apoyo metálico de celosía C-2000 o C-3000, sometido a un esfuerzo de torsión a una distancia de 1,50 m del eje del apoyo es de 1400 daN·m con coeficiente de seguridad 1,2.

La cruceta de amarre H-35, especificada para los apoyos de celosía, tiene un brazo de 1,75 m, y como esta hipótesis es una hipótesis anormal; los coeficientes de seguridad con las crucetas mencionadas serán, por tanto,

$$C.S. = \frac{M_{RT}}{M_s} \cdot 1,2$$

Siendo:

$M_{RT}$  = Momento resistente a torsión

$M_s$  = Momento solicitante =  $543 \text{ daN} \times 1,75 \text{ m} = 950,25 \text{ daN} \cdot \text{m}$

El coeficiente de seguridad obtenido para los apoyos C-2000 y C-3000 será:

$$C.S. = \frac{1400 \text{ m} \cdot \text{daN}}{950,25 \text{ m} \cdot \text{daN}} \cdot 1,2 = 1,77$$

Los coeficientes de seguridad obtenidos en la comprobación de los apoyos metálicos de celosía se indican en la Tabla 33 para las 3 hipótesis estudiadas.

El resultado de la aplicación de las hipótesis 1<sup>a</sup> con viento transversal, 1<sup>a</sup> con viento longitudinal, 2<sup>a</sup> con hielo y 4<sup>a</sup> con rotura de conductores se representan en la Tabla 34, Tabla 35 y Tabla 36 respectivamente para apoyos de 1800 y 2500 daN de esfuerzo nominal, de 12 y 14 m de altura total y conductor LA-56.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 62 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 33

HIPOTESIS	APOYOS ESFUERZO (daN)	H (m)	C.S. NORMA	CONDUCTOR LA-56
1ª Cargas verticales	1800	12	1,50	1,93
		14	1,50	1,93
	2500	12	1,50	2,90
		14	1,50	2,89
1ª Viento transversal	1800	12	1,50	1,53
		14	1,50	1,52
	2500	12	1,50	2,12
		14	1,50	2,11
1ª Viento longitudinal	1800	12	1,50	2,24
		14	1,50	2,23
	2500	12	1,50	3,10
		14	1,50	3,10
2º Cargas verticales con hielo	1800	12	1,50	1,75
		14	1,50	1,72
	2500	12	1,50	2,62
		14	1,50	2,58
2º Hielo	1800	12	1,50	1,66
		14	1,50	
	2500	12	1,50	2,30
		14	1,50	
4ª Rotura de conductores	1800	12	1,20	1,77
		14	1,20	
	2500	12	1,20	1,77
		14	1,20	

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 63 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 34

CONDUCTOR LA-56								
ESFUERZOS SOLICITANTES	1ª HIPOTESIS (Viento transversal)				1ª HIPOTESIS (Viento longitudinal)			
	C-2000		C-3000		C-2000		C-3000	
	12 m	14 m	12 m	14 m	12 m	14 m	12 m	14 m
P <sub>V</sub> conductores(daN)	16,74	19,53	16,74	19,53	16,74	19,53	16,74	19,53
P <sub>V</sub> equipos, cruceta, etc. (daN)	1225,00							
P <sub>V</sub> Total (daN)	1241,74	1244,53	1241,74	1244,53	1241,74	1244,53	1241,74	1244,53
Coef. Seguridad Vertical	1,93	1,93	2,90	2,93	1,93	1,93	2,90	2,93
F <sub>L</sub> (daN)	1629				1088,70	1084,80	1088,70	1084,80
F <sub>V</sub> (conductores) (daN)	51,03	59,54	51,03	59,54	---	---	---	---
F <sub>V</sub> (equipos) aplicada en cogolla (daN)	92,61	96,95	92,61	96,95	---	---	---	---
F <sub>V</sub> (equipos) aplicada c.g.t. (daN)	---	---	---	---	167,22	166,48	167,22	166,48
F <sub>T</sub> Total (daN)	143,64	156,49	143,64	156,49	1209,85	1212,67	1209,85	1212,67
Resultante del sistema	1772,64	1785,49	1772,64	1785,49	---	---	---	---
C.S. (Coef. Seguridad)	1,53	1,52	2,12	2,11	2,24	2,23	3,10	3,10

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 64 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Tabla 35

2ª HIPOTESIS (Hielo)				
ESFUERZOS SOLICITANTES	CONDUCTOR LA-56			
	C-2000		C-3000	
	12 m	14 m	12 m	14 m
P <sub>V</sub> conductores (daN)	116,34	135,73	116,34	135,73
P <sub>V</sub> Equipos y , cruceta (daN)			1258	
P <sub>V</sub> Total (daN)	1374,34	1393,73	1374,34	1393,73
Coef. Seguridad Vertical	1,75	1,72	2,62	2,58
Tiro conductores (daN)			1629	
C.S. (Coef. Seguridad)	1,66		2,30	

Tabla 36

MOMENTOS SOLICITANTES Y COEF. DE SEGURIDAD	4ª HIPOTESIS (Rotura de conductores)	
	CONDUCTOR LA-56	
	C-2000	C-3000
M <sub>R</sub> . TORSION (daN.m).	1400	1400
M <sub>s</sub> . SOLICITANTE (daN.m)	950,25	950,25
C.S. (Coef. Seguridad)	1,77	1,77

## 1.6.2.6. Selección de apoyos

En las tablas de cálculo mecánico del conductor LA-56 que figuran en el apartado 1.6.2.7 aparece la tensión máxima del conductor en las condiciones más desfavorables en función de la zona y del vano de regulación.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 65 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

De acuerdo con dichas tablas y los cálculos efectuados en los apartados anteriores, la utilización de los apoyos seleccionados será la siguiente:

Con carácter general:

- Se utilizarán preferentemente los apoyos de celosía (C) frente a los postes de hormigón armado vibrado hueco (HVH) por la dificultad de manipulación, maniobra y mantenimiento que presentan estos últimos.
- En zonas de difícil acceso o rocosas se instalarán apoyos de celosía.
- Se utilizarán preferentemente los apoyos de menos altura (12 m para los apoyos de celosía y 11 m para los postes HVH), salvo que por distancias de los conductores al suelo se requiera utilizar los apoyos normalizados de mayor altura (14 m y 13 m respectivamente).
- Los postes HVH se emplearán excepcionalmente en zonas de fácil acceso cuando debido a los esfuerzos aplicados, no sea posible emplear uno de los apoyos de celosía autorizados en el presente Proyecto Tipo.

Dentro de los apoyos de celosía:

- El apoyo C-2000 e utilizará preferentemente antes que el C-3000.
- El apoyo C-3000 se utilizará en los casos en que sean de aplicación las condiciones de seguridad reforzada (+25%).

Dentro de los postes HVH, se utilizará el de 2500 daN cuando el vano de regulación de la alineación correspondiente al transformador sea superior a los valores indicados en la Tabla 37 y en todos los casos en que sean de aplicación las condiciones de seguridad reforzada (+25%).

Tabla 37

ZONA	T-MAX	VANO REG. MAX (m)	
		Altura de Apoyo (m)	
		11,0	13,0
A	450	≥ 120	≥ 160
B		≥ 110	≥ 140
C		≥ 100	≥ 120

## 1.6.2.7. Tablas

### Cálculo mecánico de conductores y tendido de la línea

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 66 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Conductor LA-56:

$$T = 543 \text{ daN}$$



**TABLA DE CALCULO MECANICO  
CATEGORIA 1a, 2a y 3a  
ZONA A  
LA-56**

VANO	-5°C + V		CHS 0°C		EDS 15°C		50 °C		75 °C		-5°C	
	V.	H.	V.	H.	V.	H.	V.	H.	V.	H.	V.	H.
10	379,1	0,07										
20	372,2	0,06										
20	370,4	0,17										
30	316,6	0,29										
50	405,6	0,63										
60	406,5	0,39										
70	476,4	0,27										
80	396,0	0,76										
90	315,0	1,17										
100	531,5	1,40										
110	62,0	1,46										
120	162,0	1,38										
120	162,0	2,22										
140	162,0	2,67										
150	562,0	2,09										
150	562,0	3,53										
170	562,0	3,97										
180	152,0	5,45										
190	94,0	4,76										
200	562,0	5,50										
210	62,0	6,04										
220	562,0	6,84										
230	562,0	7,31										
240	562,0	7,82										
250	562,0	8,40										
260	562,0	9,20										
270	563,0	10,03										

Sacudida (mm/s): 5,4, 6,4  
Dámetro (mm): 9,45  
Peso unitario (daN/m): 0,186  
Módulo de elasticidad (daN/mm<sup>2</sup>): 7900  
Coeficiente de dilatación [°C<sup>-1</sup> × 10<sup>-6</sup>]: 19,1

Tensión de Rotura (daN): 1629  
Tensión Máxima (daN): 543  
CHS (0 °C): 20,00%  
EDS (15 °C): 15,00%  
Velocidad de Viento (km/h): 120

H. Tensión de Rueda (daN)

V. Tensión de Cables (daN)

H. Tensión de Rueda (daN)

V. Tensión de Cables (daN)

IT.0118.RE.PTP  
Edición: 1

Fecha: 30/01/2017  
Página: 67 de 130

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción  
Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

## **Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie**



TABLA DE TENDIDO  
CATEGORÍA 1B, 2a y 3B  
ZONA A  
LA-56

---

IT.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

Página: 68 de 157

**Leyenda:** **30 de octubre** **Protelamos el medio ambiente**

**Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción**

וְיַעֲשֵׂה יְהוָה כָּל־אָמֵן: וְיִמְלֹא תְּמוּנָה כָּל־בְּרָכָה

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie



**TABLA DE CALCULO MECANICO**  
**CATEGORIA 1a, 2a y 3a**  
**ZONA B**

Sección (mm<sup>2</sup>): 54,0  
Diámetro (mm): 9,45  
Peso unitario (daN/mm<sup>3</sup>): 0,186  
Módulo de elasticidad (daN/mm<sup>2</sup>): 7900  
Coeficiente de dilatación (°C<sup>-1</sup>·10<sup>9</sup>): 19,0

TANU (m)	-15°C + H		-10°C + V		CHS -5°C		EDS 15°C		15°C + V		0°C + H		50°C		75°C		-15°C -		Tensión Máxima (daN)			
	b (mm)	t (mm)	H	Fmin	Fmax																	
10	432,0	0,02	201,0	9,02	201,0	0,02	161,5	0,02	161,5	0,02	160,2	0,02	205,0	0,02	205,0	0,11	73,4	0,12	400,0	0,03	31,9	31,9
15	527,4	0,04	262,0	0,04	262,0	0,04	201,0	0,04	201,0	0,04	196,5	0,04	205,0	0,04	205,0	0,16	462,3	0,05	427,5	0,01	140,9	319,6
20	642,1	0,08	306,1	0,17	305,8	0,08	174,2	0,17	174,2	0,17	164,8	0,17	201,1	0,17	201,1	0,20	364,0	0,08	424,7	0,08	207,1	218,4
25	750,0	0,25	414,4	0,25	207,9	0,25	187,9	0,25	187,9	0,25	181,3	0,25	201,6	0,25	201,6	0,31	463,9	0,29	371,0	0,27	279,5	317,6
30	446,1	0,47	426,4	0,43	200,8	0,47	187,6	0,47	187,6	0,47	171,4	0,47	171,4	0,48	181,1	0,70	47,0	0,94	403,1	0,34	230,7	210,2
35	518,8	0,64	456,5	0,49	207,8	0,64	197,6	0,64	197,6	0,64	175,6	0,64	175,6	0,71	442,6	0,87	77,5	1,14	319,6	0,34	219,4	219,4
40	542,8	0,80	476,4	0,77	202,0	0,80	202,0	0,80	202,0	0,80	194,2	0,80	202,0	0,80	202,0	1,06	92,2	1,28	200,7	0,09	442,0	242,0
45	543,6	1,01	477,2	1,01	299,8	1,01	191,3	1,01	191,3	1,01	174,4	1,01	174,4	1,01	174,4	1,25	311,9	1,33	395,1	1,49	340,7	340,7
50	542,0	1,38	448,3	1,29	262,5	1,42	175,4	1,42	175,4	1,42	151,5	1,42	151,5	1,42	151,5	1,54	115,4	1,63	94,4	1,89	321,8	321,8
55	542,0	1,70	448,8	1,41	220,6	1,45	172,2	1,45	172,2	1,45	152,9	1,45	152,9	1,45	152,9	1,60	111,3	1,71	99,1	2,26	246,5	246,5
60	542,0	2,08	447,1	1,76	203,4	2,08	197,6	2,08	197,6	2,08	170,5	2,08	170,5	2,08	170,5	2,25	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
65	542,0	2,45	449,1	2,24	191,2	2,45	174,8	2,45	174,8	2,45	151,3	2,45	151,3	2,45	151,3	2,65	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
70	542,0	2,80	456,9	2,76	191,2	2,80	174,8	2,80	174,8	2,80	151,3	2,80	151,3	2,80	151,3	3,06	172,5	1,28	200,7	0,09	442,0	242,0
75	542,0	3,21	457,2	3,01	299,8	3,21	191,3	3,21	191,3	3,21	174,4	3,21	174,4	3,21	174,4	3,46	311,9	3,33	395,1	3,49	340,7	340,7
80	542,0	3,58	457,2	3,29	262,5	3,58	175,4	3,58	175,4	3,58	151,5	3,58	151,5	3,58	151,5	3,86	115,4	3,94	94,4	4,19	321,8	321,8
85	542,0	4,01	451,0	4,29	220,6	4,01	172,2	4,01	172,2	4,01	152,9	4,01	152,9	4,01	152,9	4,40	111,3	4,46	99,1	4,86	246,5	246,5
90	542,0	4,47	450,4	4,27	217,1	4,47	176,9	4,47	176,9	4,47	156,9	4,47	156,9	4,47	156,9	4,75	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
95	542,0	4,93	449,3	5,24	203,4	4,93	174,8	4,93	174,8	4,93	151,3	4,93	151,3	4,93	151,3	5,25	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
100	542,0	5,38	449,3	5,29	191,2	5,38	174,8	5,38	174,8	5,38	151,3	5,38	151,3	5,38	151,3	5,65	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
105	542,0	5,75	449,3	5,76	191,2	5,75	174,8	5,75	174,8	5,75	151,3	5,75	151,3	5,75	151,3	6,05	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
110	542,0	6,11	448,0	6,07	191,2	6,11	174,8	6,11	174,8	6,11	151,3	6,11	151,3	6,11	151,3	6,45	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
115	542,0	6,47	448,0	6,47	191,2	6,47	174,8	6,47	174,8	6,47	151,3	6,47	151,3	6,47	151,3	6,85	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
120	542,0	6,83	448,0	6,83	191,2	6,83	174,8	6,83	174,8	6,83	151,3	6,83	151,3	6,83	151,3	7,25	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
125	542,0	7,19	448,0	7,19	191,2	7,19	174,8	7,19	174,8	7,19	151,3	7,19	151,3	7,19	151,3	7,65	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
130	542,0	7,55	448,0	7,55	191,2	7,55	174,8	7,55	174,8	7,55	151,3	7,55	151,3	7,55	151,3	8,05	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
135	542,0	7,91	448,0	7,91	191,2	7,91	174,8	7,91	174,8	7,91	151,3	7,91	151,3	7,91	151,3	8,45	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
140	542,0	8,28	448,0	8,28	191,2	8,28	174,8	8,28	174,8	8,28	151,3	8,28	151,3	8,28	151,3	8,85	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
145	542,0	8,64	448,0	8,64	191,2	8,64	174,8	8,64	174,8	8,64	151,3	8,64	151,3	8,64	151,3	9,25	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
150	542,0	10,01	448,0	10,01	191,2	9,76	174,8	9,76	174,8	9,76	151,3	9,76	151,3	9,76	151,3	10,65	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
155	542,0	11,38	448,0	11,38	191,2	11,38	174,8	11,38	174,8	11,38	151,3	11,38	151,3	11,38	151,3	12,05	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
160	542,0	12,75	448,0	12,75	191,2	12,75	174,8	12,75	174,8	12,75	151,3	12,75	151,3	12,75	151,3	13,45	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
165	542,0	14,12	448,0	14,12	191,2	14,12	174,8	14,12	174,8	14,12	151,3	14,12	151,3	14,12	151,3	14,55	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
170	542,0	15,49	448,0	15,49	191,2	15,49	174,8	15,49	174,8	15,49	151,3	15,49	151,3	15,49	151,3	15,85	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
175	542,0	16,86	448,0	16,86	191,2	16,86	174,8	16,86	174,8	16,86	151,3	16,86	151,3	16,86	151,3	17,25	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
180	542,0	18,23	448,0	18,23	191,2	18,23	174,8	18,23	174,8	18,23	151,3	18,23	151,3	18,23	151,3	18,65	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
185	542,0	19,60	448,0	19,60	191,2	19,60	174,8	19,60	174,8	19,60	151,3	19,60	151,3	19,60	151,3	20,05	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
190	542,0	20,97	448,0	20,97	191,2	20,97	174,8	20,97	174,8	20,97	151,3	20,97	151,3	20,97	151,3	21,45	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
195	542,0	22,34	448,0	22,34	191,2	22,34	174,8	22,34	174,8	22,34	151,3	22,34	151,3	22,34	151,3	22,75	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
200	542,0	23,71	448,0	23,71	191,2	23,71	174,8	23,71	174,8	23,71	151,3	23,71	151,3	23,71	151,3	24,15	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
205	542,0	25,08	448,0	25,08	191,2	25,08	174,8	25,08	174,8	25,08	151,3	25,08	151,3	25,08	151,3	25,45	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
210	542,0	26,45	448,0	26,45	191,2	26,45	174,8	26,45	174,8	26,45	151,3	26,45	151,3	26,45	151,3	26,75	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
215	542,0	27,82	448,0	27,82	191,2	27,82	174,8	27,82	174,8	27,82	151,3	27,82	151,3	27,82	151,3	28,05	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
220	542,0	29,19	448,0	29,19	191,2	29,19	174,8	29,19	174,8	29,19	151,3	29,19	151,3	29,19	151,3	29,35	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	1,10
225	542,0	30,56	448,0	30,56	191,2	30,56	174,8	30,56	174,8	30,56	151,3	30,56	151,3	30,56	151,3	30,85	1,07	2,20	182,3	2,73	256,2	

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie



**TABLA DE TENDIDO  
CATEGORÍA 1a, 2a y 3a**  
**ZONA B**  
**LA-56**

Z. GÖTTSCHE / COMMUNICATIONS

三

**IT.08023.ES-DE.NOR**

Edición: 1

documento. Una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

L.C.O.E.  
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia  
25/4/2017

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie



**UNION FENOSA**  
distribución

**TABLA DE CALCULO MECANICO**  
**CATEGORIA 1a, 2a y 3a**  
**ZONA C**

Sección (mm<sup>2</sup>): 54,0  
Diámetro (mm): 9,45  
Peso unitario (daN/mm<sup>3</sup>): 0,186  
Módulo de elasticidad (daN/mm<sup>2</sup>): 7900  
Coeficiente de dilatación (°C<sup>-1</sup>·10<sup>9</sup>): 19,1

YANO [m]	-20 °C + H		-15 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		75 °C		-20 °C V		Tensión Máxima [daN/m]			
	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h	W h	T h
10	442,8	0,03	411,4	0,02	205,4	0,07	160,3	0,06	314,6	0,11	205,5	0,11	134	0,17	448,1	0,01	448,1	0,01	448,1	0,01	448,1	0,01
20	470,8	0,13	436,3	0,07	225,8	0,07	181,5	0,07	344,4	0,11	205,5	0,11	205	0,15	448,2	0,05	448,2	0,05	448,2	0,05	448,2	0,05
30	507,8	0,27	453,8	0,19	207,8	0,10	174,8	0,21	348,8	0,21	427,3	0,26	56,7	0,30	363	0,54	446,9	0,08	446,9	0,08	446,9	0,08
40	543,0	0,48	487,2	0,30	279,1	0,49	215,7	0,47	357,4	0,47	425,2	0,57	67,0	0,60	315	0,77	366,7	0,55	366,7	0,55	366,7	0,55
50	543,0	0,74	264,6	0,51	202,6	12,4%	119,8	7,1%	252,0	0,34	447,2	0,46	66,2	0,68	50,3	1,09	300,1	0,79	340,0	0,70	386,6	1,00
60	543,0	1,03	237,4	0,90	191,0	9,7%	101,2	8,3%	251,2	0,37	438,2	1,21	67,5	1,21	59,2	1,44	273,8	1,20	310,0	1,20	372,8	1,49
70	543,0	1,49	214,3	1,16	122,7	7,3%	94,8	5,0%	225,3	1,45	400,6	1,46	71,0	1,51	45,7	1,71	340,0	1,42	371,7	1,42	400,6	1,42
80	543,0	1,91	101,3	1,61	106,1	6,6%	91,3	5,8%	251,3	1,96	400,8	2,08	75,6	2,06	44,5	2,31	149,3	1,18	541,8	1,00	384,9	1,00
90	543,0	2,47	270,6	2,08	89,8	6,1%	82,1	5,4%	261,2	2,81	506,6	2,89	73,5	2,84	66,7	2,83	112,9	1,67	543,0	2,00	368,7	1,67
100	543,0	2,79	262,8	2,44	84,7	6,3%	85,6	5,2%	261,1	2,09	506,8	2,11	74,2	2,13	66,5	2,40	102,6	2,28	543,0	2,00	368,7	1,67
110	543,0	3,11	277,2	3,20	91,2	5,9%	84,2	5,2%	261,0	2,60	515,1	2,00	74,9	2,24	67,7	2,31	97,0	2,00	543,0	2,00	375,5	2,00
120	543,0	3,43	217,9	3,94	101,8	5,9%	81,3	5,1%	251,1	4,91	531,9	4,47	75,4	5,05	71,3	5,37	54,1	5,38	319,5	3,85	419,5	3,85
130	543,0	3,76	207,5	4,09	87,0	5,2%	82,4	5,1%	250,9	6,02	75,0	5,26	71,6	5,40	71,0	5,40	310,0	3,00	377,7	3,00	464,8	3,00
140	543,0	4,13	236,9	5,49	86,8	5,2%	81,8	5,0%	260,9	5,84	535,2	4,18	75,6	5,21	72,2	5,45	310,0	3,00	384,9	3,00	464,8	3,00
150	543,0	4,58	245,7	4,20	86,4	5,2%	81,2	5,0%	260,8	6,77	524,3	4,57	74,3	6,07	72,3	7,16	87,2	6,07	543,0	2,00	394,5	2,00
160	543,0	5,04	253,0	2,51	83,7	5,1%	80,6	5,0%	250,8	7,44	520,6	7,36	76,5	7,90	71,1	8,09	86,0	8,10	543,0	2,00	394,9	2,00
170	543,0	5,42	261,6	9,27	82,0	5,1%	80,4	6,04	260,8	8,42	529,6	8,67	76,7	8,79	74,3	9,20	89,0	7,92	543,0	2,00	399,3	2,00
180	543,0	5,84	286,4	9,21	82,3	5,1%	80,3	6,1%	260,6	8,47	520,8	9,16	76,8	9,66	74,1	9,83	94,2	9,83	543,0	2,00	407,4	2,00
190	543,0	6,29	289,4	10,62	82,5	5,2%	80,2	6,1%	260,8	10,29	522,6	11,01	77,2	10,96	75,2	10,40	140,0	10,09	543,0	2,00	427,2	2,00
200	543,0	6,76	316,5	11,89	81,4	5,1%	79,8	4,9%	260,8	11,98	535,1	12,19	77,1	12,13	79,5	12,42	83,3	12,19	543,0	2,00	427,2	2,00
210	543,0	7,21	327,8	12,62	91,2	5,0%	79,7	4,9%	250,8	17,19	523,8	17,62	77,0	12,46	79,5	12,69	87,2	12,49	543,0	2,00	427,2	2,00
220	543,0	7,67	251,1	14,37	81,2	5,1%	79,6	4,9%	250,8	19,41	520,6	19,47	77,2	14,45	79,2	14,45	87,2	14,45	543,0	2,00	427,2	2,00
230	543,0	8,13	255,7	18,97	80,3	4,9%	79,7	4,9%	250,7	20,87	520,7	20,87	77,3	16,00	75,4	16,14	87,2	16,14	543,0	2,00	427,2	2,00
240	543,0	8,59	255,0	20,26	80,1	4,9%	79,5	4,9%	250,6	21,47	520,6	21,47	77,4	17,45	75,3	17,45	87,2	17,45	543,0	2,00	427,2	2,00
250	543,0	21,88	254,9	21,51	80,2	4,9%	79,5	4,9%	250,7	22,47	520,7	22,47	77,5	22,25	75,3	22,25	80,7	21,19	543,0	2,00	411,4	2,00

<sup>1</sup> El Círculo es el resultado de la Suma de los

<sup>2</sup> El Factor

<sup>3</sup> Se aplica solo en Vento (5040 m)

<sup>4</sup> Tensión de Rota (daN): 1629

Tensión Máxima (daN): 543

CHS (-5°C): 20,00%

EDS (15°C): 15,00%

Velocidad de Viento (km/h): 120

**IT.08023.ES-DE.NOR**  
Edición: 1

**UNION FENOSA**  
distribución

**Fecha: 30/01/2017**  
**Página: 71 de 157**

Proiedad de Unión Fenosa distribución. Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## **Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie**



**TABLA DE TENDIDO  
CATEGORÍA 1a, 2a y 3a**

卷之三

F. Cargos en la memoria de la tenencia la cual	F. Firma del
IT.08023.ES-DE.NOR	 <b>UNION FENOSA</b> <b>distribución</b> Fecha: 30/01/2017 Página: 72 de 157 Edición: 1

**Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente**

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

L.C.O.E.  
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia  
25/4/2017

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Conductor LA-56:

T = 450 daN



**TABLA DE CALCULO MECANICO**  
**CATEGORIA 1a, 2a y 3a**  
**ZONA A**  
**LA-56**

Sección [mm<sup>2</sup>]: 54,6  
Diámetro (mm): 9,45  
Peso unitario [daN/m]: 0,186  
Módulo de elasticidad [daN/mm<sup>2</sup>]: 7900  
Coeficiente de dilatación [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]: 19,1

Tensión de Rotura [daN]: 1629  
Tensión Maxima [daN]: 450  
CHS (0 °C): 20,00%  
EDS (15 °C): 16,00%  
Velocidad de Viento [km/h]: 120

V/H/N/D	-5 °C + V	0 °C	50 °C	75 °C	-5 °C	0 °C	50 °C	75 °C	Tensión Máxima [daN]	Tensión Minima [daN]	i
10	371,1	372,0	268,8	207,0%	263,1	12,9%	216,4	0,23%	231,7	0,10	14,2
20	340,2	340,8	265,0	30,0%	305,1	12,8%	304,3	8,15%	314,4	0,21	30,8
30	307,8	317,7	265,0	30,0%	307,7	12,5%	307,8	9,25%	307,7	0,24	30,8
40	415,8	429,7	365,0	350,0%	374,5	13,2%	303,9	8,35%	376,1	0,49	53,0
50	436,8	443,4	265,8	20,0%	219,8	12,9%	322,4	0,54%	352,2	0,44	64,7
60	450,8	460,2	373,8	14,8%	364,3	12,7%	364,3	0,83%	378,1	0,11	42,3
70	450,0	450,8	260,1	17,8%	263,8	12,5%	265,3	1,10%	372,2	1,04	32,4
80	450,8	450,8	263,3	14,2%	311,6	11,8%	311,2	1,22%	311,0	1,13	89,3
90	450,0	450,0	306,1	14,7%	380,1	11,7%	302,9	1,50%	315,9	1,63	94,8
100	450,0	450,0	225,6	15,5%	279,2	16,5%	201,3	1,91%	319,7	1,95%	97,5
110	450,0	450,0	201,0	12,6%	268,8	10,2%	316,2	2,28%	321,8	2,31	104,0
120	450,0	450,0	103,3	11,8%	143,8	10,1%	147,8	2,18%	154,3	2,21	221,9
130	450,0	450,0	186,2	11,2%	160,2	9,8%	160,3	3,10%	175,3	3,14	26,0
140	450,0	450,0	187,2	10,9%	187,4	9,7%	161,8	3,85%	177,8	3,88	113,7
150	450,0	450,0	119,0	10,8%	195,2	9,9%	414,4	4,06%	170,4	2,70	450,0
160	450,0	450,0	149,4	10,7%	145,3	9,4%	147,7	3,45%	170,4	2,70	450,0
170	450,0	450,0	14,0	10,1%	151,8	9,70%	177,4	5,14	129,2	5,14	160,0
180	450,0	450,0	111,1	9,8%	160,6	8,2%	122,4	8,73%	131,8	4,35	169,3
190	450,0	450,0	166,7	8,7%	169,5	9,2%	124,8	8,15%	122,6	4,24	162,8
200	450,0	450,0	162,8	8,5%	163,5	9,1%	121,7	7,10%	133,3	5,95%	145,0
210	450,0	450,0	196,1	9,5%	147,7	9,1%	429,8	7,67%	133,8	7,47	157,0
220	450,0	450,0	161,3	9,4%	162,1	9,0%	163,1	8,4%	136,4	8,35%	152,0
230	450,0	450,0	192,4	9,4%	145,2	9,0%	137,0	9,16%	134,9	9,14	154,6
240	450,0	450,0	170,2	9,0%	170,2	8,9%	170,2	9,16%	170,2	9,0%	495,0
250	450,0	450,0	191,8	8,7%	161,6	8,7%	184,0	10,27%	139,6	10,74	140,2
260	450,0	450,0	171,6	8,5%	171,6	8,5%	184,6	11,2%	136,3	11,8%	141,2
270	450,0	450,0	148,9	8,1%	164,7	8,0%	164,0	12,56%	136,2	12,48%	150,4
280	450,0	450,0	170,2	8,0%	170,2	8,0%	170,2	12,50%	170,0	12,40%	450,0

H. Componente horizontal de la tensión total.

i. Fuerza total.

j. Sistemas de fijación (fija).

k. Sistemas de fijación (móvil).

l. Componente horizontal de la tensión total.

**IT.08023.ES-DE.NOR**

**Edición: 1**

**UNION FENOSA** **distribución**

**Fecha: 30/01/2017**

**Página: 73 de 157**

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie



**TABLA DE TENDIDO  
CATEGORÍA 1a, 2a y 3a  
ZONA A  
LA-56**

Sección [mm<sup>2</sup>]:

Diámetro [mm]:

Peso unitario [daN/m]:

Módulo de elasticidad [daN/mm<sup>2</sup>]:

Coeficiente de dilatación [ $^{\circ}\text{C}$ ] $\times 10^{-4}$ ]:

54,6

9,45

0,186

7900

19,1

Tensión de Rotura [daN]:  
1629  
Tensión Máxima [daN]:  
450  
CRS (0- $^{\circ}\text{C}$ ):  
20,00%  
EDS (15  $^{\circ}\text{C}$ ):  
15,00%  
Velocidad de Viento [km/h]:  
120

VANQ (m)	-10 $^{\circ}\text{C}$			-5 $^{\circ}\text{C}$			0 $^{\circ}\text{C}$			5 $^{\circ}\text{C}$			10 $^{\circ}\text{C}$			15 $^{\circ}\text{C}$			20 $^{\circ}\text{C}$			25 $^{\circ}\text{C}$			30 $^{\circ}\text{C}$			35 $^{\circ}\text{C}$			40 $^{\circ}\text{C}$							
	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F					
10	-408,0	0,01	366,9	0,01	285,8	0,01	284,8	0,01	243,9	0,01	203,4	0,01	162,9	0,01	121,3	0,02	86,4	0,02	56,4	0,04	38,2	0,06	28,9	0,09	20,9	0,18	14,6	0,28	10,4	0,35	7,5	0,44						
20	-417,3	0,02	366,5	0,03	325,8	0,03	295,3	0,03	245,2	0,04	205,8	0,05	167,5	0,06	131,5	0,07	100,8	0,07	77,0	0,12	50,9	0,15	32,4	0,24	24,6	0,30	18,6	0,39	13,0	0,48	9,2	0,56	6,2	0,64				
30	-416,3	0,05	366,9	0,06	326,8	0,06	286,2	0,07	247,3	0,08	209,7	0,10	174,2	0,12	142,2	0,15	115,4	0,14	94,6	0,22	74,5	0,28	48,6	0,30	34,6	0,44	24,6	0,53	19,6	0,61	14,6	0,64						
40	-416,7	0,09	346,1	0,10	326,6	0,11	297,3	0,13	253,0	0,15	214,6	0,17	181,8	0,20	151,0	0,24	122,0	0,26	101,1	0,34	94,6	0,36	84,6	0,44	74,7	0,54	61,0	0,64	48,6	0,64	34,6	0,64						
50	-403,1	0,14	364,1	0,16	325,6	0,19	290,6	0,20	253,0	0,23	219,8	0,26	189,6	0,31	168,4	0,36	141,6	0,4	129,0	0,47	110,0	0,53	99,0	0,59	89,0	0,69	79,0	0,76	69,0	0,82	60,0	0,89	50,0	0,96				
60	-392,0	0,21	364,1	0,24	317,1	0,26	282,0	0,30	269,0	0,36	239,4	0,39	201,4	0,44	163,2	0,50	143,9	0,56	133,1	0,63	120,3	0,70	109,0	0,76	99,0	0,82	89,0	0,89	79,0	0,96	70,0	1,03	60,0	1,10	50,0	1,17		
70	-352,9	0,32	324,1	0,39	280,1	0,39	259,4	0,44	229,4	0,46	203,8	0,50	181,6	0,63	165,9	0,70	147,2	0,77	124,4	0,85	123,2	0,92	114,7	0,99	104,7	1,06	94,7	1,13	84,7	1,20	74,7	1,27	64,7	1,34	54,7	1,41		
80	-326,3	0,45	293,2	0,51	263,7	0,56	236,5	0,53	217,4	0,70	191,5	0,78	173,7	0,86	156,6	0,94	145,0	1,07	125,4	1,10	126,3	1,18	118,6	1,25	108,6	1,32	98,6	1,40	88,6	1,47	78,6	1,54	68,6	1,61				
90	-293,6	0,64	265,5	0,71	240,1	0,78	217,8	0,86	198,4	0,98	181,7	1,04	167,5	1,12	146,4	1,21	145,0	1,28	136,2	1,38	128,5	1,47	121,8	1,56	111,8	1,63	101,8	1,70	91,8	1,77	81,8	1,84	71,8	1,91				
100	-264,2	0,86	234,0	0,96	220,6	1,05	202,8	1,05	167,4	1,24	174,0	1,34	162,7	1,43	151,9	1,62	144,3	1,82	135,6	1,70	130,2	1,79	124,3	1,87	114,8	1,96	104,8	2,03	94,8	2,10	84,8	2,17	74,8	2,24	64,8	2,31		
110	-238,7	1,17	221,3	1,27	205,2	1,37	191,1	1,47	179,0	1,57	148,3	1,67	159,0	1,77	151,9	1,87	143,7	1,98	137,3	2,05	131,6	2,14	126,6	2,22	116,7	2,30	106,7	2,38	96,7	2,46	86,7	2,54	76,7	2,61	66,7	2,68		
120	-220,4	1,52	205,0	1,63	193,3	1,73	182,2	1,86	172,6	1,94	163,8	2,04	156,2	2,14	147,3	2,24	143,2	2,31	137,7	2,43	132,7	2,52	129,2	2,61	119,2	2,68	109,2	2,76	99,2	2,84	89,2	2,92	79,2	2,99	69,2	3,07		
130	-195,6	1,91	194,3	2,02	184,2	2,13	175,3	2,28	167,4	2,35	160,3	2,45	153,9	2,56	148,1	2,66	142,8	2,73	138,0	2,85	133,6	2,94	129,6	3,03	119,6	3,10	109,6	3,18	99,6	3,26	89,6	3,34	79,6	3,42	69,6	3,49		
140	-154,4	2,35	186,3	2,44	177,3	2,57	170,0	2,65	163,4	2,75	157,4	2,85	152,0	2,90	147,0	3,10	142,5	3,21	138,3	3,30	134,4	3,38	130,6	3,45	120,6	3,52	110,6	3,60	90,6	3,67	80,6	3,74	70,6	3,81	60,6	3,88	50,6	3,95
150	-186,7	2,82	178,4	2,93	171,8	3,05	165,8	3,16	160,2	3,27	155,2	3,37	150,5	3,48	146,2	3,58	142,2	3,64	138,5	3,78	135,1	3,88	131,8	3,97	121,8	4,06	111,8	4,15	101,8	4,24	91,8	4,33	81,8	4,42	71,8	4,51	61,8	4,60
160	-179,3	3,33	173,0	3,44	167,4	3,56	162,4	3,67	157,7	3,76	153,3	3,89	149,3	3,97	143,8	4,09	142,0	4,20	136,7	4,31	135,6	4,39	132,7	4,47	122,7	4,56	112,7	4,64	102,7	4,73	92,7	4,81	82,7	4,89	72,7	4,97	62,7	5,06
170	-173,3	3,97	169,6	3,99	164,0	4,10	159,6	4,21	152,6	4,32	151,8	4,43	149,3	4,54	141,9	4,64	141,8	4,71	136,9	4,84	136,1	4,94	133,5	5,04	123,5	5,13	113,5	5,22	103,5	5,31	93,5	5,40	83,5	5,49	73,5	5,58	63,5	5,67
180	-169,4	4,45	165,4	4,57	161,1	4,69	157,3	4,79	153,8	4,89	150,5	4,91	147,8	5,01	147,8	5,12	141,8	5,22	141,7	5,31	136,5	5,43	134,1	5,52	124,1	5,61	114,1	5,70	104,1	5,79	94,1	5,88	84,1	5,97	74,1	6,06		
190	-165,7	5,06	162,2	5,18	158,7	5,29	155,0	5,40	152,4	5,51	149,4	5,62	146,7	5,73	144,0	5,83	141,5	5,94	136,1	6,04	134,7	6,14	124,7	6,24	114,7	6,33	104,7	6,42	94,7	6,51	84,7	6,60	74,7	6,69	64,7	6,78		
200	-163,0	5,71	160,5	5,83	156,8	5,94	153,1	6,05	150,1	6,16	148,1	6,27	146,0	6,35	143,7	6,45	141,4	6,54	137,2	6,63	135,5	6,72	125,5	6,81	115,5	6,90	105,5	6,99	95,5	7,08	85,5	7,17	75,5	7,26	65,5	7,35		
210	-160,6	6,39	157,8	6,51	155,1	6,62	152,5	6,73	149,1	6,84	147,7	6,95	145,5	7,06	143,4	7,16	141,3	7,27	135,3	7,37	133,6	7,47	123,6	7,56	113,6	7,65	103,6	7,74	93,6	7,83	83,6	7,92	73,6	80,6				
220	-156,6	7,11	156,1	7,22	153,7	7,33	151,4	7,45	149,2	7,56	147,1	7,66	145,0	7,77	143,1	7,86	141,2	7,95	135,4	8,05	133,7	8,14	123,7	8,23	113,7	8,32	103,7	8,41	93,7	8,50	83,7	8,59	73,7	84,7	63,7	85,7		
230	-156,3	7,86	154,6	7,97	152,4	8,09	150,4	8,19	148,4	8,30	146,5	8,41	144,6	8,51	142,9	8,62	141,1	8,72	137,5	8,81	135,9	8,90	125,9	9,09	115,9	9,18	105,9	9,27	95,9	9,36	85,9	9,45	75,9	9,54	65,9	9,63		
240	-154,3	8,64	153,3	8,75	151,4	8,86	149,5	8,97	147,7	9,08	145,5	9,19	144,3	9,30	142,6	9,41	141,1	9,51	137,5	9,62	135,9	9,72	125,9	9,81	115,9	9,90	105,9	9,99	95,9	10,08	85,9	10,17	75,9	10,26	65,9	10,35		
250	-154,0	9,45	152,2	9,57	150,4	9,68	148,7	9,79	147,1	9,90	145,5	10,01	144,0	10,12	142,5	10,22	141,0	10,32	138,2	10,43	136,9	10,52	126,9	10,61	115,9	10,70	105,9	10,79	95,9	10,88	10,87	95,9	10,96	85,9	11,05			
260	-162,9	10,30	151,2	10,41	148,1	10,52	146,1	10,64	144,7	11,74	144,7	11,84	143,4	11,95	142,2	11,95	141,9	12,05	138,7	12,17	137,3	12,27	127,3	12,38	117,3	12,47	117,3	12,56	107,3	12,65	97,3	12,74	87,3	12,83	77,3	12,92		
270	-151,9	11,18	150,4	11,30	148,9	11,41	147,5	11,5																														



# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie



**TABLA DE TENDIDO**  
**CATEGORÍA 1a, 2a y 3a**  
**ZONA B**  
**LA-56**

Sección [mm<sup>2</sup>]: 54,6

9,45

0,186

7900

19,1

Dámetro [mm]: 0,186

Peso unitario [daN/m]: 0,186

Módulo de elasticidad [daN/mm<sup>2</sup>]: 7900

Coefficiente de dilatación [ $^{\circ}\text{C}^{-1} \times 10^{-6}$ ]: 19,1

Tensión de Rotura [daN]: 1629  
Tensión Máxima [daN]: 450  
CHS [-5 °C]: 20,00%  
EDS (15 °C): 15,00%  
Velocidad de Viento [km/h]: 120

VANZO [m]	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I
10	366,9	0,01	325,0	0,01	264,6	0,01	243,9	0,01	203,1	0,01	162,8	0,01	123,3	0,02	84,4	0,03	56,4	0,04	38,2	0,05	26,9	0,06	23,7	0,08
20	346,5	0,01	305,9	0,03	255,3	0,03	245,2	0,04	205,8	0,05	167,5	0,06	121,8	0,12	81,5	0,19	51,4	0,15	33,4	0,21	20,7	0,24	17,7	0,28
30	345,8	0,06	302,4	0,06	236,2	0,07	247,3	0,08	208,7	0,10	174,2	0,12	142,2	0,15	115,4	0,18	76,6	0,22	39,5	0,26	68,6	0,30	50,7	0,34
40	339,8	0,11	307,0	0,12	263,2	0,14	226,9	0,16	183,1	0,19	162,8	0,23	137,0	0,27	116,3	0,32	80,4	0,37	58,2	0,42	78,9	0,47	71,7	0,52
50	304,3	0,19	265,0	0,22	233,6	0,26	232,0	0,29	174,1	0,33	160,3	0,39	131,0	0,44	115,6	0,50	103,4	0,56	93,7	0,62	80,0	0,68	79,6	0,73
60	236,0	0,31	233,9	0,36	205,0	0,41	179,6	0,47	166,5	0,53	140,9	0,59	126,6	0,66	115,0	0,73	105,5	0,79	97,7	0,86	91,2	0,92	85,7	0,98
70	229,1	0,50	203,9	0,56	181,2	0,63	162,7	0,70	167,1	0,77	134,2	0,85	123,5	0,92	114,6	0,99	107,1	1,04	100,7	1,13	95,2	1,20	90,4	1,26
80	192,9	0,75	183,0	0,83	164,0	0,91	162,5	0,99	139,1	1,07	129,5	1,15	121,4	1,23	114,3	1,30	108,3	1,37	103,0	1,45	98,3	1,51	94,1	1,58
90	176,9	1,07	163,4	1,15	151,9	1,24	142,0	1,33	133,5	1,41	126,2	1,49	119,8	1,57	114,1	1,65	109,1	1,73	104,7	1,80	100,7	1,87	97,1	1,94
100	161,5	1,44	151,9	1,53	143,6	1,62	138,0	1,71	129,5	1,84	124,7	1,93	118,8	1,96	114,0	2,04	106,0	2,12	106,0	2,19	102,6	2,27	99,4	2,34
110	151,1	1,86	143,9	1,98	127,5	2,05	131,7	2,14	126,6	2,22	121,9	2,31	117,7	2,39	113,9	2,47	110,3	2,55	107,1	2,63	104,1	2,70	101,3	2,79
120	142,7	2,33	136,1	2,42	132,1	2,52	128,5	2,61	124,6	2,67	120,5	2,76	117,0	2,86	113,6	2,95	110,7	3,03	107,5	3,10	105,3	3,19	102,9	3,26
130	138,3	2,84	133,9	2,94	129,8	3,03	126,1	3,12	122,7	3,21	119,4	3,29	116,5	3,38	113,7	3,46	111,1	3,54	108,6	3,62	104,3	3,70	104,2	3,78
140	134,2	3,43	126,7	3,49	127,3	3,58	128,2	3,67	121,3	3,76	118,2	3,85	116,0	3,93	113,6	4,02	111,3	4,10	109,2	4,18	107,2	4,26	105,2	4,34
150	131,1	3,99	128,1	4,09	125,3	4,18	122,7	4,27	120,2	4,36	117,9	4,44	116,7	4,53	113,6	4,61	111,6	4,69	109,7	4,78	107,9	4,86	106,1	4,94
160	129,6	4,63	126,1	4,72	123,6	4,82	121,5	4,90	117,3	4,99	115,4	5,17	113,5	5,25	111,8	5,33	110,1	5,42	109,4	5,50	106,9	5,58		
170	126,2	5,21	124,9	5,40	122,5	5,49	120,5	5,58	118,6	5,67	115,8	5,76	114,4	5,84	112,6	5,93	111,9	6,01	108,9	6,18	107,2	6,26		
180	124,1	6,03	123,2	6,12	121,4	6,21	119,7	6,30	118,0	6,39	116,5	6,48	114,8	6,57	113,5	6,65	112,1	6,74	110,7	6,82	107,4	6,91	108,1	6,98
190	122,7	6,90	122,1	6,98	120,5	7,07	117,5	7,16	116,1	7,24	114,8	7,33	113,4	7,41	112,2	7,50	110,9	7,58	108,7	7,67	106,4	7,75		
200	122,6	7,80	121,2	7,89	119,8	7,78	116,4	7,87	117,1	7,96	114,6	8,05	114,8	8,13	113,4	8,21	112,3	8,30	111,1	8,39	110,0	8,47	109,0	8,55
210	121,7	8,45	120,4	8,54	119,1	8,63	117,9	8,72	116,7	8,80	115,6	8,89	114,5	8,98	113,4	9,06	112,3	9,15	111,3	9,23	110,3	9,32	109,4	9,40
220	120,8	9,34	119,7	9,42	118,6	9,51	117,5	9,60	116,4	9,69	115,4	9,78	114,4	9,87	113,4	9,95	112,4	10,04	111,5	10,12	110,4	10,21	109,2	10,29
230	120,2	10,26	119,1	10,35	118,1	10,44	117,1	10,53	116,1	10,62	115,2	10,71	114,3	10,79	113,4	10,88	112,5	10,97	111,6	11,05	110,8	11,14	110,0	11,22
240	119,8	11,23	118,6	11,30	117,7	11,37	116,8	11,45	115,9	11,53	115,0	11,61	114,8	11,69	114,2	11,77	113,4	11,85	112,5	11,94	111,7	12,02	111,0	12,11
250	119,0	12,25	118,2	12,34	117,3	12,43	116,5	12,51	115,7	12,60	114,9	12,69	114,1	12,76	113,3	12,87	112,6	12,96	111,9	13,04	111,1	13,12	110,4	13,21
260	118,6	13,20	117,6	13,26	116,9	13,37	115,5	13,47	115,0	13,60	114,0	13,75	114,0	13,80	113,2	13,93	112,6	14,02	111,3	14,16	110,6	14,26		
270	119,2	14,40	117,4	14,49	116,7	14,57	115,3	14,66	114,9	14,76	114,6	14,84	114,0	14,92	113,3	15,02	112,7	15,14	112,0	15,19	111,6	15,28	110,9	15,36

T: Componente horizontal de la tensión [daN]

I: Flecha [m]

**IT.08023.ES-DE.NOR**

**Edición: 1**

**UNION FENOSA distribución**

**Fecha: 30/01/2017**

**Página: 76 de 157**

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## **Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie**



5

**TABLA DE CALCULO MECANICO**  
**CATEGORIA 1a, 2a y 3a**  
**ZONA C**  
**LA-56**

Sección [mm <sup>2</sup> ]:	54,6
Diámetro [mm]:	9,45
Peso unitario [daN/m]:	0,186
Módulo de elasticidad [daN/mm <sup>2</sup> ]:	7900
Coeficiente de dilatación [°C <sup>-1</sup> x 10 <sup>-3</sup> ]:	19,1

Sección (mm<sup>4</sup>):  
Diámetro (mm):  
Peso unitario (da)  
Módulo de elasticidad:  
Coeficiente de dilatación:

### I. Componente horizontal de la tensión ( $\sigma_x$ )

#### H. Parámetro de la catenaria [m]

• Substratgehalt Holz [dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]

1

1

— 1 —

11.08023.ES-DE.NOR

Edición: 1

Página: 77 de 157

Página: 77 de 157

**da. Protejamos el medio ambiente**

**Este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada.**

Residuos de la Unión Europea: distribución Prohibidos su introducción

Propiedad de Union Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

L.C.O.E.  
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia  
25/1/2017

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie



**TABLA DE TENDIDO  
CATEGORÍA 1a, 2a y 3a  
ZONA C  
LA-56**

Sección [mm<sup>2</sup>]:

Diametro [mm]:

Peso unitario [daN/m]:

Módulo de elasticidad [daN/mm<sup>2</sup>]:

Coefficiente de dilatación [(°C × 10<sup>-3</sup>):

19,1

Tensión de Rotura [daN]:

9,45

1629

Tensión Máxima [daN]:

0,188

450

20,00%

CHS (-5 °C):

7900

15,00%

EDS (15 °C):

19,1

Velocidad de Viento [km/h]:

120

VANU [m]	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I
10	363,3	0,01	312,2	0,01	271,2	0,01	230,4	0,01	199,7	0,01	169,6	0,02	139,7	0,02	109,7	0,02	75,4	0,03	49,1	0,05	34,6	0,07	26,9	0,09
20	310,9	0,03	270,5	0,03	230,6	0,04	191,9	0,05	160,8	0,04	139,7	0,05	111,1	0,05	70,3	0,11	56,5	0,14	47,8	0,20	41,4	0,22	37,0	0,25
30	243,6	0,09	206,1	0,10	170,9	0,12	139,4	0,15	113,1	0,19	92,9	0,23	76,3	0,27	67,7	0,31	50,0	0,35	54,2	0,39	49,6	0,42	44,0	0,44
40	188,3	0,32	139,9	0,27	118,6	0,31	102,1	0,36	87,6	0,42	80,0	0,47	72,5	0,51	68,6	0,56	57,6	0,64	54,4	0,68	51,5	0,72	49,1	0,76
50	114,8	0,51	102,8	0,57	93,2	0,62	85,4	0,68	79,3	0,73	74,1	0,78	69,7	0,83	65,9	0,86	62,7	0,93	59,9	0,97	57,4	1,01	54,1	1,05
60	69,2	0,80	67,2	0,96	92,2	1,02	74,8	1,07	74,3	1,13	73,1	1,19	69,2	1,23	65,6	1,25	63,3	1,32	61,2	1,37	59,3	1,41	57,5	1,44
70	65,0	1,20	70,7	1,43	76,7	1,40	74,1	1,54	71,5	1,59	69,7	1,65	65,3	1,70	65,4	1,74	63,6	1,79	62,0	1,84	60,5	1,88	59,1	1,93
80	77,5	1,52	78,5	1,97	72,5	2,03	71,0	2,08	68,6	2,13	68,2	2,18	63,7	2,23	65,2	2,25	63,4	2,33	62,6	2,41	61,4	2,43	60,2	2,47
90	74,5	2,24	72,9	2,59	71,4	2,67	70,4	2,81	68,7	2,74	67,4	2,88	66,3	2,97	65,1	2,90	64,1	2,94	63,0	2,99	62,1	3,04	51,1	3,09
100	72,3	3,22	71,5	3,27	70,0	3,38	68,9	3,38	68,1	3,43	66,9	3,48	64,0	3,53	65,1	3,56	64,2	3,63	63,5	3,69	62,5	3,72	51,6	3,77
110	70,9	3,99	49,9	4,03	69,9	4,08	68,2	4,13	67,3	4,19	66,5	4,24	65,8	4,29	65,0	4,34	64,3	4,39	63,6	4,43	62,9	4,48	52,2	4,53
120	69,8	4,31	44,6	4,46	68,3	4,51	67,7	4,56	65,9	5,01	65,2	5,07	62,6	5,12	61,2	5,17	61,3	5,22	61,8	5,26	61,3	5,31	52,6	5,36
130	49,0	5,71	68,6	6,74	62,1	6,81	62,2	6,87	64,9	6,92	64,0	6,97	58,6	6,07	64,9	6,12	64,4	6,17	63,4	6,22	62,9	6,26	54,0	6,30
140	48,5	6,49	67,8	6,74	62,3	6,82	61,8	6,84	61,3	6,89	61,8	6,94	61,9	6,99	61,9	7,04	64,5	7,09	64,0	7,14	63,6	7,18	53,7	7,24
150	47,9	7,74	67,4	7,79	67,0	7,84	66,4	7,89	66,1	7,94	64,7	7,99	62,3	8,04	64,9	8,09	64,5	8,14	64,1	8,19	63,7	8,24	53,4	8,29
160	47,5	8,86	57,1	8,91	66,7	8,95	65,3	9,01	65,9	9,06	65,6	9,11	65,2	9,16	64,6	9,22	64,6	9,27	64,2	9,32	63,8	9,36	53,5	9,41
170	47,1	10,06	65,8	10,11	65,5	10,1	62,1	10,21	60,6	10,26	60,6	10,31	59,2	10,36	64,9	10,41	64,2	10,46	64,2	10,51	63,9	10,56	53,7	10,61
180	46,5	11,20	65,0	11,3	64,0	11,38	62,7	11,42	61,5	11,48	61,5	11,56	61,1	11,62	61,0	11,68	61,6	11,72	61,3	11,79	61,3	11,83	53,6	11,90
190	46,4	12,67	65,8	12,77	66,1	12,72	65,9	12,82	65,6	12,87	65,3	12,92	65,1	12,97	64,6	13,03	64,6	13,08	64,3	13,13	64,1	13,18	53,9	13,23
200	46,5	14,06	66,0	14,14	66,0	14,15	65,7	14,24	65,6	14,26	65,3	14,34	65,1	14,36	64,6	14,44	64,6	14,48	64,4	14,53	64,2	14,60	53,8	14,65
210	46,3	15,58	66,1	15,63	65,8	15,67	65,7	15,73	65,4	15,79	65,2	15,84	65,0	15,89	64,9	15,91	64,6	15,99	64,4	16,04	64,2	16,09	54,0	16,14
220	46,2	17,15	65,0	17,20	65,5	17,25	65,4	17,30	65,2	17,35	64,9	17,40	64,6	17,45	64,6	17,50	64,6	17,56	64,3	17,61	64,1	17,66	54,1	17,71
230	46,0	18,70	65,9	18,89	65,8	18,84	65,7	18,90	65,5	18,93	65,2	18,98	65,0	19,10	64,6	19,15	64,6	19,20	64,3	19,26	64,1	19,36	54,1	19,41
240	45,9	20,51	65,9	20,56	65,6	20,51	65,4	20,56	65,3	20,62	65,1	20,72	65,1	20,77	65,0	20,92	64,6	20,97	64,6	20,92	64,3	21,07	54,2	21,07
250	45,8	22,30	65,7	22,34	65,5	22,31	65,4	22,46	65,2	22,51	65,1	22,54	64,9	22,61	64,6	22,68	64,6	22,77	64,4	22,82	64,2	22,87	54,3	22,91
260	45,7	24,18	65,6	24,23	65,5	24,25	65,3	24,33	65,2	24,36	65,1	24,38	64,9	24,40	64,6	24,48	64,6	24,49	64,4	24,54	64,2	24,57	54,3	24,74
270	45,7	26,12	65,5	26,18	65,4	26,23	65,3	26,29	65,2	26,33	65,0	26,39	64,9	26,44	64,6	26,47	64,6	26,54	64,4	26,64	64,3	26,69	54,3	26,81

T Compresión horizontal de la tensión [daN]

†

Flecha [m]

**IT.08023.ES-DE.NOR**

**Edición: 1**

**UNION FENOSA distribución**

**Fecha: 30/01/2017**

**Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción**

## 1.6.3. Calculo de la instalación de puesta a tierra

En el apartado 1.6.3.1 se recogen las prescripciones de seguridad que debe cumplir la instalación de puesta a tierra.

En el apartado 1.6.3.2 se describe un procedimiento de cálculo para la instalación de puesta a tierra.

En el apartado 1.6.3.3 se describen y justifican mediante cálculo la configuración tipo de puesta a tierra.

### 1.6.3.1. Prescripciones generales de seguridad

El material usado para las líneas de puesta a tierra será prioritariamente aluminio. Las secciones mínimas a emplear para las líneas de puesta a tierra serán 50 mm<sup>2</sup> para el aluminio y 35 mm<sup>2</sup> para el cobre según lo indicado en el apartado 1.5.1.4 del presente documento.

Las dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra serán (según apartado 1.5.1.4 del presente documento y apartado 3.4 de ITC-RAT-13):

- para los electrodos verticales, picas cilíndricas de acero-cobre, nunca de hierro, de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.
- para los electrodos horizontales, cobre de 50 mm<sup>2</sup>, como mínimo.

#### 1.6.3.1.1. Dimensionamiento con respecto a la corrosión y la resistencia mecánica

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 de ITC-RAT-13.

#### 1.6.3.1.2. Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica

El dimensionamiento de la sección del conductor a emplear por cada línea de tierra o electrodo de tierra, se realizará para que con una intensidad de defecto y duración del mismo definido, no se alcance una temperatura final demasiado elevada.

Conforme a lo indicado en el punto 3.1 de ITC-RAT-13, se considerará un tiempo mínimo de un segundo para la duración de defecto a la frecuencia de red y no se podrán superar las densidades de corriente siguientes:

- 100 A/mm<sup>2</sup> para el aluminio.
- 160 A/mm<sup>2</sup> para el cobre.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 79 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

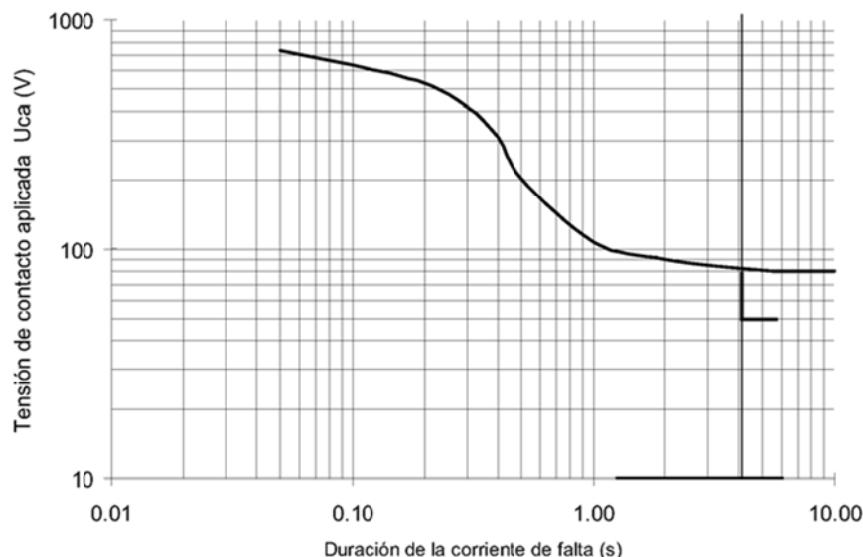
Estos valores se han obtenido considerando una temperatura final aproximada de 200 °C. Si no supone riesgo de incendio, se puede aumentar esta temperatura final a 300 °C, lo que equivale a dividir entre 1,2 las secciones obtenidas con el criterio anterior, respetándose en todo caso las secciones mínimas indicadas.

## 1.6.3.1.3. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese en contacto con la misma, podría circular a través de ésta una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada ( $U_{ca}$ ) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de corriente de falta, se presentan en la curva de la siguiente figura:

Figura 5. Extracto de ITC-RAT-13



Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada ( $U_{pa}$ ) entre los dos pies de una persona considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

IT.08023.ES-DE.NOR		Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 80 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

## 1.6.3.1.3.1. Tensión máxima de contacto admisible para la instalación

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 1.1 de ITC-RAT-13, una vez definido el valor de la tensión de contacto aplicada admisible ( $U_{ca}$ ), se procede a determinar la máxima tensión de contacto admisible ( $U_c$ ) mediante la expresión siguiente:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] \quad (1.6.3.1.3.1.a)$$

donde:

$U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies [V]

$Z_B$  Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000

$R_{a1}$  Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante [Ω] 2.000

Cuando las personas puedan estar descalzas [Ω] 0

$R_{a2}$  Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie [Ω]

$R_{a2}=3 \cdot \rho_s$  siendo  $\rho_s$  la resistividad superficial del suelo (ver 1.6.3.2.3.1)

## 1.6.3.1.3.2. Tensión máxima de paso admisible para la instalación

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 1.1 de ITC-RAT-13, una vez definido el valor de la tensión de contacto aplicada admisible ( $U_{ca}$ ), se procede a determinar la máxima tensión de contacto admisible ( $U_p$ ) mediante la expresión siguiente:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] \quad (1.6.3.1.3.2.a)$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 81 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

donde:

$U_{pa}$  tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies [V].

$$U_{pa} = 10 U_{ca}.$$

$Z_B$  Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000

$R_{a1}$  Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante [Ω] 2.000

Cuando las personas puedan estar descalzas [Ω] 0

$R_{a2}$  Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie [Ω]

$R_{a2}=3 \cdot \rho_s$  siendo  $\rho_s$  la resistividad superficial del suelo (ver 1.6.3.2.3.1) [Ω]

### 1.6.3.1.3.3. Tensión máxima de paso de acceso admisible para la instalación

En el caso de que una persona pudiera estar en contacto con dos superficies de resistividades diferentes se calculará la tensión máxima de paso de acceso admisible por extrapolación de la expresión 1.6.3.1.3.3.a

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_{s1} + 3\rho_{s2}}{Z_B} \right] \quad (1.6.3.1.3.3.a)$$

donde:

$U_{pa}$  tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies [V]

$Z_B$  Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000

$R_{a1}$  Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante [Ω] 2.000

Cuando las personas puedan estar descalzas [Ω] 0

$\rho_{s1}$  Resistividad de la primera superficie de contacto (ver 1.6.3.2.3.1) [Ω]

$\rho_{s2}$  Resistividad de la segunda superficie de contacto (ver 1.6.3.2.3.1) [Ω]

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 82 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.3.2. Procedimiento de cálculo

Teniendo en cuenta las tensiones máximas admisibles establecidas en el apartado 1.1 de ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

1. Investigación de las características del suelo.
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
6. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
7. Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos definidos por las ecuaciones (1) y (2) del apartado 1.1 de ITC-RAT 13 (ecuaciones 1.6.3.1.3.1.a, 1.6.3.1.3.2.a y 1.6.3.1.3.3.a de este documento).
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, tal como se indica en el apartado 8.1 de ITC-RAT 13 y en el apartado 2.5 Pliego de condiciones técnicas del presente proyecto tipo, y se efectuaran los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

### 1.6.3.2.1. Investigación de las características del suelo

La ITC-RAT-13 indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1.500 A, se puede, basándose en una inspección visual, estimar la resistividad del terreno mediante la Tabla 2 de la citada ITC, siendo, por el contrario, necesaria su medida para corrientes superiores a la indicada.

Se consideraran los efectos de la humedad y de la temperatura.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 83 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

## 1.6.3.2.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

Además de las características del suelo, para el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra es necesario conocer:

- el valor de la corriente de falta, que depende principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red de AT.
- la duración de la misma, que depende del tiempo de actuación de las protecciones.

El neutro de la red de AT de Unión Fenosa Distribución está aislado de tierra.

### 1.6.3.2.2.1. Intensidad de puesta a tierra ( $I_E$ )

En el caso de red de AT con neutro aislado, la intensidad de falta a tierra se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$|I_F| = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \quad (1.6.3.2.2.1.a)$$

siendo:

$U_n$	tensión nominal de la red	[V]
$\omega$	pulsación eléctrica	
$C_a$	capacidad de las líneas aéreas que parte de la subestación	[ $\mu\text{F}/\text{km}$ ]
$L_a$	longitud de todas las líneas aéreas que parte de la subestación	[km]
$C_s$	capacidad de las líneas de cables aislados que parten de la subestación	[ $\mu\text{F}/\text{km}$ ]
$L_s$	longitud de todas las líneas con cables aislados que parte de la subestación	[km]
$R_t$	resistencia de puesta a tierra general	[ $\Omega$ ]

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 84 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

La intensidad de puesta a tierra ( $I_E$ ) es la parte de la intensidad de falta ( $I_F$ ) que provoca la elevación del potencial de la instalación a tierra.

$$I_E = r \cdot 3I_0 \quad (1.6.3.2.2.1.b)$$

siendo:

$r$  factor de reducción por efecto inductivo debido a los cables de tierra.

En 15 o 20 kV, las líneas aéreas no tienen cable de tierra por lo que  $r=1$ .

En el ámbito del presente proyecto tipo y considerando las características propias de la red de Unión Fenosa Distribución, los valores de intensidad a tierra a considerar serán:

Intensidad de defecto (intensidad de falta a tierra ( $I_F$ )) 180 A

Intensidad de puesta a tierra ( $I_E$ ) 180 A

## 1.6.3.2.2. Duración de falta de puesta a tierra

En el ámbito del presente proyecto tipo y considerando las características propias de la red de Unión Fenosa Distribución, el tiempo de actuación de las protecciones para la falta a tierra será:

$$t_F = 0,7s$$

## 1.6.3.2.3. Datos de partida

Como se ha indicado anteriormente, los datos de partida necesarios para realizar el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra serán:

- Tensión de servicio ( $V_n$ ) 15 ó 20 kV
- Puesta a tierra del neutro de AT Aislado
- Intensidad de puesta a tierra ( $I_E$ ) 180 A
- Duración de la corriente de falta hasta su eliminación ( $t_F$ ) 0,7 s
- Nivel de aislamiento de las instalaciones en BT ( $V_{bt}$ ) 10.000 V
- Características del terreno:
  - a) Resistividad superficial del suelo ( $\rho_s$ ) (ver 1.6.3.2.3.1) [ $\Omega \times m$ ]
  - b) Resistividad del terreno ( $\rho_{terreno}$ ) [ $\Omega \times m$ ]
  - c) Resistividad del hormigón ( $\rho_{hormigón}$ ) 3.000  $\Omega \times m$

### 1.6.3.2.3.1. Resistividad superficial del suelo ( $\rho_s$ )

Para calcular las tensiones de paso y contacto admisibles es necesario tener en cuenta la resistividad del suelo cerca de la superficie.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 85 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

La resistividad a considerar dependerá de si existe o no una capa superficial de resistividad elevada:

- En caso de que el terreno esté cubierto por una capa adicional de otro material, la resistividad a considerar ( $\rho_s$ ) será igual a la resistividad superficial aparente, que se calculará multiplicando la resistividad de la capa superior por un coeficiente reductor ( $C_s$ ).

$$\rho_s = \rho_{\text{aparente}} = \rho_{\text{capa}} \cdot C_s$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{1 - \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\rho_{\text{capa}}}}{2h_s + 0,106} \right] \quad (1.6.3.2.3.1.a)$$

donde:

$C_s$  coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial

$h_s$  espesor de la capa superficial [m]

$\rho_{\text{terreno}}$  Resistividad del terreno natural [ $\Omega \cdot \text{m}$ ]

$\rho_{\text{capa}}$  Resistividad de la capa superficial [ $\Omega \cdot \text{m}$ ]

Por ejemplo, para el hormigón 3.000  $\Omega \cdot \text{m}$ .

- En caso de que el terreno no esté cubierto, la resistividad a considerar ( $\rho_s$ ) será igual a la resistividad del terreno.

$$\rho_s = \rho_{\text{terreno}}$$

## 1.6.3.2.4. Diseño preliminar de la instalación de tierra de protección

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento: *UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría"*. Para facilitar la obtención de resultados, en este documento UNESA se especifican los siguientes parámetros característicos, expresados en valores “unitarios”, para las distintas configuraciones tipo.

Resistencia de puesta a tierra	$K_r$	$\Omega / (\Omega \cdot \text{m})$
Tensión de paso máxima	$K_p$	$V / (\Omega \cdot \text{m})(A)$
Tensión de contacto exterior máxima	$K_c$	$V / (\Omega \cdot \text{m})(A)$

En el presente documento, cuando se les mencione de manera conjunta, se les denominara de manera genérica como “K”.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 86 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.3.2.4.1. Medidas de seguridad adicionales. Consideraciones adicionales.

Se adoptan las siguientes medidas de seguridad adicionales:

1. Se empleará una losa de hormigón de espesor no inferior a 20 cm que cubra, como mínimo, hasta 1,20 m de las aristas exteriores de la cimentación de los apoyos. En el interior de la losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la excavación, se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectarán a la puesta a tierra general del centro y quedará recubierto por un espesor de hormigón no inferior a 10 cm.
2. El proyectista podrá justificar otras medidas equivalentes, tal como aislar la superficie del apoyo en una altura no inferior a 2,5 m.

Por otra parte, se tendrán en cuenta la siguiente consideración:

3. La tensión de paso de acceso al existir una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra es equivalente al valor de la tensión de contacto exterior máxima.

## 1.6.3.2.5. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra general

El cálculo de la resistencia del electrodo elegido:

$$R_t = K_r \cdot \rho_s \quad (1.6.3.2.5.a)$$

## 1.6.3.2.6. Cálculo de las tensiones de contacto ( $U'_c$ ), paso ( $U'_p$ ) y defecto ( $U'_d$ ) en la instalación

- La tensión de defecto será:

$$U'_d = R_t \cdot I_E \quad (1.6.3.2.6.a)$$

- La tensión de contacto en la acera perimetral equipotencial del centro será prácticamente cero, ya que se toma la medida de seguridad adicional descrita en el punto 1.6.3.2.4.1-1.
- La tensión de paso en acera perimetral equipotencial del centro será prácticamente cero, ya que se toma la medida de seguridad adicional descrita en el punto 1.6.3.2.4.1-1.
- La tensión de paso de acceso será equivalente a la tensión de contacto exterior, ya que existe una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra (1.6.3.2.4.1-3), cuyo valor es:

$$U'_{p\text{ acceso}} = K_c \cdot \rho_s \cdot I_E \quad (1.6.3.2.6.b)$$

- La tensión de contacto en el exterior del centro será cero, ya que las dimensiones de la acera perimetral equipotencial descrita en el punto

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 87 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

1.6.3.2.4.1-1, hacen inaccesibles las zonas peligrosas desde el exterior de dicha acera.

- La tensión de paso en el exterior del centro será:

$$U'_{p\text{ exterior}} = K_p \cdot \rho_s \cdot I_E \quad (1.6.3.2.6.b)$$

## 1.6.3.2.7. Comprobación del diseño de puesta a tierra general

Una vez realizado el diseño básico de la puesta a tierra general con el que se satisfacen los requisitos 1.6.3.1.1 (corrosión y resistencia mecánica) y 1.6.3.1.2 (resistencia térmica) del presente documento, se debe verificar que este diseño satisface los requisitos de seguridad para personas (1.6.3.1.3).

Se comprueba que los valores anteriormente calculados para la puesta a tierra general de este centro, considerando las medidas de seguridad adicionales adoptadas, son inferiores a los valores máximos admisibles para esta instalación.

- Comprobación del nivel de aislamiento de las instalaciones en BT:

$$V_{bt} \geq \overrightarrow{U_d} + \overrightarrow{U_{TR}} + \overrightarrow{U_o} \quad 1.6.3.2.7.a$$

siendo:

$V_{bt}$	nivel de aislamiento de BT	10.000 V
$U_d$	tensión defecto tierra general	(ver 1.6.3.2.6.a) [V]
$U_{TR}$	tensión transferida	1.000 V
$U_o$	tensión entre fase y neutro	230 V

- Tensión de contacto en la acera perimetral equipotencial del centro ≤ Tensión de contacto máxima admisible en la instalación según fórmula (1.6.3.1.3.1.a), al ser la superficie equipotencial.

Debido a la medida de seguridad adicional 1.6.3.2.4.1-1 siempre se cumplirá esta desigualdad, y por tanto no será necesaria su comprobación en cada caso concreto.

- Tensión de paso en la acera perimetral equipotencial del centro ≤ Tensión de paso máxima admisible en la instalación según fórmula (1.6.3.1.3.2.a), al ser la superficie equipotencial

Como debido a la medida de seguridad adicional 1.6.3.2.4.1-1 siempre se cumplirá esta desigualdad, no será necesaria su comprobación en cada caso concreto.

- Tensión calculada de paso de acceso en el centro ≤ Tensión de paso de acceso máxima admisible en la instalación según fórmula (1.6.3.1.3.3.a).

$$U'_{p\text{ acceso}} \leq U_{p\text{ acceso}}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 88 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

- Tensión de contacto calculada en el exterior del centro ≤ Tensión de contacto máxima admisible en la instalación según fórmula (1.6.3.1.3.1.a), ya que no es accesible el apoyo desde fuera de la acera equipotencial.

Como debido a la medida de seguridad adicional 1.6.3.2.4.1-1 siempre se cumplirá esta desigualdad, no será necesaria su comprobación en cada caso concreto.

- Tensión de paso calculada en el exterior del centro ≤ Tensión de paso máxima admisible en la instalación según fórmula (1.6.3.1.3.2.a).

$$U'_{p \text{ exterior}} \leq U_{p \text{ exterior}}$$

En caso de no satisfacerse las anteriores condiciones, será necesario repetir al diseño con una configuración tipo UNESA de parámetros característicos menores, hasta que sean satisfechas.

## 1.6.3.2.8. Separación entre la puesta a tierra general y la del neutro de baja tensión

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{\rho_{\text{terreno}} \cdot I_E}{2 \cdot U_{\text{TR}} \cdot \pi} \quad (1.6.3.2.8.a)$$

donde:

$\rho_{\text{terreno}}$	resistividad del terreno	[ $\Omega \cdot m$ ]
$I_E$	intensidad de puesta a tierra	[A]
$U_{\text{TR}}$	tensión transferida	[V] 1.000
D	distancia mínima de separación	[m]

En cualquier caso, esta distancia de separación no será inferior a 14 m.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 89 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

## 1.6.3.2.9. Puesta a tierra del neutro de baja tensión

El criterio de dimensionamiento de la puesta a tierra del neutro de baja tensión es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de neutro debe ser inferior a 37 Ω.

Como regla general la puesta a tierra del neutro de BT estará situada en el primer apoyo de la línea de BT. Se deberá garantizar que la resistencia global de puesta a tierra del neutro de la red de distribución de baja tensión sea inferior a 37 Ω.

## 1.6.3.2.10. Distancia entre la puesta a tierra del neutro de baja tensión y otras puestas tierras ajenas al centro

La pica de la puesta a tierra del neutro de baja tensión estará separada como mínimo 1,5 m de la proyección vertical de la fachada de cualquier edificio o elemento de puesta a tierra de protección en BT así como de cualquier canalización metálica.

## 1.6.3.2.11. Corrección y ajuste del diseño inicial de la puesta a tierra general

Una vez satisfechos todos los requisitos, no resulta problemático adoptar la configuración geométrica del electrodo que más se adecue al centro, tomando siempre un electrodo de la misma configuración geométrica (cuadrado, rectangular o de picas en hilera y con la misma posición relativa de las picas), de dimensiones superiores y/o valores "K" inferiores a las del elegido para el diseño preliminar, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra general, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso, ya que si la resistencia de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto del diseño preliminar cumplen con las condiciones establecidas en ITC-RAT 13, con mayor razón las cumplirá el electrodo real a construir, pues al ser de mayores dimensiones y/o valores "K" inferiores presentará una menor resistencia de puesta a tierra y una mejor disipación de las corrientes de defecto.

## 1.6.3.3. Configuración tipo

El electrodo de puesta a tierra general estará constituido por:

- un bucle cuadrado que rodea la cimentación del apoyo con picas en sus esquinas y enterrado a 0,5 m.
- otro bucle, más exterior y rectangular, de dimensiones 5 x 0,5 m con picas en sus dos esquinas más alejadas del apoyo y enterrado a 0,5 m.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 90 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

También estará constituido por una acera perimetral equipotencial que rodea al apoyo.

En los siguientes apartados se realizan los cálculos justificativos para la configuración tipo considerando los datos de partida indicados en 1.6.3.3.1.

## 1.6.3.3.1. Datos de partida

- |   |                        |
|---|------------------------|
| a) Tensión de servicio ( $V_n$ )                                      | 20 kV                  |
| b) Puesta a tierra del neutro de AT                                   | Aislado                |
| c) Intensidad máxima de falta ( $I_{f.máx}$ )                         | 180 A                  |
| d) Duración de la corriente de falta hasta su eliminación ( $t_F$ )   | 0,7 s                  |
| e) Nivel de aislamiento de las instalaciones en BT ( $V_{bt}$ )       | 10.000 V               |
| f) Resistividad superficial del suelo ( $\rho_s$ ) (ver 1.6.3.2.3.1): |                        |
| ▪ Resistividad del terreno ( $\rho_{terreno}$ )                       | 300 $\Omega \cdot m$   |
| ▪ Resistividad del hormigón ( $\rho_{hormigón}$ )                     | 3.000 $\Omega \cdot m$ |

### 1.6.3.3.1.1. Resistividad superficial del suelo ( $\rho_s$ )

La resistividad a considerar dependerá de si existe o no una capa superficial de resistividad elevada:

a) Resistividad a considerar en la acera perimetral:

$$\rho_s = \rho_{aparente} = \rho_{capa} \cdot C_s$$
$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left[ \frac{1 - \frac{\rho_{terreno}}{\rho_{capa}}}{2h_s + 0,106} \right] = 0,81 \quad (1.6.3.2.3.1.a)$$

Por lo tanto,

$$\rho_s = 3000 \times 0,81 = 2.434,39 \Omega \cdot m$$

b) Resistividad del terreno exterior:

La resistividad será la del terreno,

$$\rho_s = \rho_{terreno} = 300 \Omega \cdot m$$

## 1.6.3.3.2. Diseño preliminar de la instalación de tierra general

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo y en las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría".

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 91 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

En este caso, la configuración elegida es la correspondiente al código 25-25/5/42 (a efectos de cálculos únicamente se considera el bucle cuadrado que rodea la cimentación del apoyo), cuyos parámetros característicos son:

$$K_r = 0,121 \Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,0291 V/(\Omega \cdot m)(A)$$

$$K_c = 0,0633 V/(\Omega \cdot m)(A)$$

### 1.6.3.3.2.1. Medidas de seguridad adicionales

Se realizará una acera perimetral equipotencial, que estará constituida por una losa de hormigón de espesor no inferior a 20 cm que cubra, como mínimo, hasta 1,20 m de las aristas exteriores de la cimentación de los apoyos, y se dispondrá del siguiente modo:

- Dentro de la losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la excavación, se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra de protección del centro y quedará recubierto por un espesor de hormigón no inferior a 10 cm.
- La losa quedará cubierta con superficie o pavimento aislante (asfaltos o similares, etc.).

### 1.6.3.3.3. Cálculo de la resistencia de PaT general

El cálculo de la resistencia del electrodo elegido:

$$R_t = K_r \times \rho_s = 0,121 \times 300 = 36,3 \Omega \quad (1.6.3.2.5.a)$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 92 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 1.6.3.3.4. Cálculo de las tensiones de contacto ( $U'_c$ ), paso ( $U'_p$ ) y defecto ( $U'_d$ ) en la instalación

- La tensión de defecto será:

$$U'_d = R_t \times I_E = 36,3 \times 180 = 6.534 \text{ V} \quad (1.6.3.2.6.a)$$

La tensión de contacto en la acera perimetral equipotencial del centro será prácticamente cero, ya que se toma la medida de seguridad adicional descrita en el punto 1.6.3.2.4.1-1.

La tensión de paso en acera perimetral equipotencial del centro será prácticamente cero, ya que se toma la medida de seguridad adicional descrita en el punto 1.6.3.2.4.1-1.

La tensión de paso de acceso será equivalente a la tensión de contacto exterior ya que existe una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra (1.6.3.2.4.1-1).

$$U'_{p,acceso} = K_c \times \rho_s \times I_E = 0,0633 \times 300 \times 180 = 3.419 \text{ V} \quad (1.6.3.2.6.b)$$

- La tensión de contacto en el exterior del centro será:

Cero, ya que se toma la medida de seguridad adicional descrita en el punto 1.6.3.2.4.1-1.

- La tensión de paso en el exterior del centro será:

$$U'_{p,exterior} = K_p \times \rho_s \times I_E = 0,0291 \times 300 \times 180 = 1.572 \text{ V} \quad (1.6.3.2.6.b)$$

## 1.6.3.3.5. Comprobación del diseño de puesta a tierra general

Una vez realizado el diseño básico del sistema de puesta a tierra con el que se satisfacen los requisitos 1.6.3.1.1 (corrosión y resistencia mecánica) y 1.6.3.1.2 (resistencia térmica) del presente documento, se debe verificar que este diseño satisface los requisitos de seguridad para personas (1.6.3.1.3).

La tensión máxima de paso de acceso admisible será:

$$U_{p,acceso} = 10U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_{s1} + 3\rho_{s2}}{Z_B} \right] \quad (1.6.3.1.3.3.a)$$

donde:

$$U_{pa} = 10 \times U_{ca}$$

$$U_{ca} (t_F = 0,7 \text{ s}) = 150 \text{ V}$$

$$Z_B = 1.000 \Omega$$

$$R_{a1} = 2.000 \Omega$$

$$\rho_{s1} = 300 \Omega \cdot \text{m}$$

$$\rho_{s2} = 2.070 \Omega \cdot \text{m}$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 93 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

$$U_{p,acceso\_exterior-acera} = 10 \times 150 \left[ 1 + \frac{2 \times 2000 + 3 \times 300 + 3 \times 2070}{1000} \right] = 18.165,00 V$$

La tensión máxima de paso admisible en el exterior será:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] \quad 1.6.3.1.3.2.a)$$

donde:

$$U_{pa} = 10 \times U_{ca}$$

$$U_{ca} (t_f = 0,7s) = 150 V$$

$$Z_B = 1.000 \Omega$$

$$Ra1 = 2.000 \Omega$$

$$Ra2 = 3 \cdot ps \text{ siendo } ps = 300 \Omega \cdot m$$

$$U_{p\_exterior} = 10 \times 150 \left[ 1 + \frac{2 \times 2000 + 6 \times 300}{1000} \right] = 10.200 V$$

Tabla 38

U <sub>p</sub> acceso	U <sub>p</sub> exterior
18.165,00 V	10.200 V

Se comprueba que los valores anteriormente calculados para la puesta a tierra de protección de este centro, con la medida de seguridad adicional adoptada y la consideración sobre la tensión de paso de acceso, son inferiores a los valores máximos admisibles para esta instalación

- Comprobación del nivel de aislamiento de las instalaciones en BT (según fórmula 1.6.3.2.7.a):

$$1000V \geq |6534 + 230| V = 6764V$$

Para mayor seguridad se ha considerado en la fórmula una tensión transferida nula, ya que su valor concreto dependerá de la separación entre las instalaciones de puesta a tierra general y del neutro.

- Tensión de paso de acceso calcula en el centro ( $U'_{p\_acceso}$ )  $\leq$  Tensión de paso de acceso máxima admisible en la instalación ( $U_{p\_acceso}$ ) según fórmula 1.6.3.1.3.3.a.

$$3.419 V \leq 18.165 V$$

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 94 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

- Tensión de paso calculada en el exterior del centro ( $U'_{p\text{ exterior}}$ ) ≤ Tensión de paso máxima admisible en la instalación ( $U_{p\text{ exterior}}$ ) según fórmula 1.6.3.1.3.2.a.

$$1.572 \text{ V} \leq 10.200 \text{ V}$$

Se satisfacen todas las necesidades requeridas, por lo que se puede considerar correcta la configuración elegida.

## 1.6.3.3.6. Separación de la puesta a tierra general y la del neutro de baja tensión

La distancia será como mínimo:

$$D = \frac{300 \cdot 153,70}{2 \cdot 1000 \cdot \pi} = 7,34m \quad (1.6.3.2.8.a)$$

La distancia entre los sistemas de tierras será de, como mínimo, 14 m.

## 1.6.3.3.7. Resumen

Las características principales del electrodo de PAT general son:

Tabla 39

Característica	Valor
Profundidad	0,5 m
Anillo interior	
Código de la configuración	25-25/5/42
Geometría electrodo	Cuadrado 2,5 x 2,5 m
Numero de picas	4
Anillo exterior	
Geometría electrodo	Rectangular 5 x 0,5 m
Numero de picas	2

La distancia entre la puesta a tierra general y la puesta a tierra del neutro de baja tensión será:

Tabla 40

Característica	Valor
Distancia mínima	14 m

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 95 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 2. Pliego de condiciones técnicas

### 2.1. Objeto

Este pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de Centro de Transformación de Intemperie (CTI), así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

Los pliegos de Condiciones Particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### 2.2. Campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones será de aplicación en el diseño, cálculo y construcción de los CTI sobre postes de hormigón armado vibrado hueco (HVH) o apoyos metálicos de celosía, en terrenos sin vallar, cuando se trate de instalaciones de 3<sup>a</sup> categoría, según ITC-RAT-15 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión con conductores desnudos.

### 2.3. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos.

#### 2.3.1. Obra civil

##### 2.3.1.1. Excavación

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por el Director de Obra.

Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con el Director de Obra.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar abiertas las excavaciones el menor tiempo posible, con objeto de evitar accidentes.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados al tipo de terreno. En terrenos rocosos en los que sea imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, será por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 96 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 2.3.1.2. Transporte y acopio a pie de excavación

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

El transporte, se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

Se evitarán las sacudidas bruscas durante el transporte.

En la carga y descarga de los vehículos se evitarán toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento de los mismos.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de éstos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de meter los estribos, por lo que se pondrán como mínimo tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

## 2.3.1.3. Cimentaciones

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón de consistencia blanda y resistencia mecánica mínima de 20 N/mm<sup>2</sup>.

Los componentes del hormigón cumplirán las siguientes características:

- El cemento será del tipo EN 197-1 CEM I 32.5 N, cumpliendo con la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08).

La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 200 kg/m<sup>3</sup>.

- El agua utilizada no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecte a las propiedades del hormigón (toma de muestras y análisis según UNE 7236:71). Podrán emplearse aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

No se utilizará una relación agua/cemento mayor de 0,65.

- Tamaño máximo del árido ≤ 40 mm φ

El amasado del hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas o superficies impermeables, se efectuará a mano o en hormigoneras cuando así sea posible, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

El vertido y compactación del hormigón en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 97 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

El hormigonado de cada cimentación se ejecutará de forma continua hasta su terminación, sin dejar juntas de hormigonado. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse el proceso de hormigonado y quedara este sin terminar, antes de reanudarlo, se retirará la capa superficial de mortero sobre el hormigón endurecido, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel en 10 cm como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder tender la línea de enlace con tierra y poder conectar el apoyo a la tierra general de la instalación. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a la arista del apoyo que tenga la toma de tierra.

## 2.3.1.3.1. Arena

Puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechariendo la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespato.

## 2.3.1.3.2. Piedra

Podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar entre 1 y 5 cm.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. En los apoyos metálicos, siempre previa autorización de UNIÓN FENOSA distribución o del Director de Obra, podrá utilizarse hormigón ciclópeo.

## 2.3.1.3.3. Cemento

El cemento será de tipo Portland EN 197-1 CEM I 32,5 N.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 98 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 2.3.1.3.4. Agua

Se empleará agua de río o manantial sancionada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas.

Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

## 2.3.2. Izado de apoyos y transformador

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

Por tratarse de postes pesados se recomienda sean izados con pluma o grúa evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El transformador será izado con grúa siempre que sea posible. En los demás casos se utilizará un diferencial que se colgará de la ménsula móvil auxiliar, desmontable, prevista a este efecto.

Durante la maniobra, los operarios deben estar en el suelo, guiando el transformador por cuerdas.

Una vez posicionado y colgado el transformador del herraje soporte, deberá quedar en posición perfectamente vertical y centrado en el mismo.

## 2.3.3. Instalación eléctrica

### 2.3.3.1. Amarre de línea aérea de AT

No se amarrará la línea aérea de alimentación hasta que hayan transcurrido 15 días desde el hormigonado de la cimentación del apoyo, salvo indicación del Director de Obra.

### 2.3.3.2. Ejecución de puesta a tierra

Adicionalmente a lo indicado en la Memoria:

- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Las puestas a tierra llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 99 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

- La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 Ω.
- Las conexiones de los conductores de las líneas de tierras deberán estar unidas por medio de conectores de compresión, no atornilladas.

## 2.4. Materiales

### 2.4.1. Admisión de materiales

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que se exigen en el presente pliego. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no le ofrezcan las suficientes garantías.

Para aquellos materiales descritos en el presente PROYECTO TIPO, bastará para su admisión verificar los Ensayos de Recepción indicados en las mismas. A saber:

- Aparamenta eléctrica
- Conductores y terminales
- Tubos de canalización

Para el resto de materiales, no se permitirá su empleo sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomará como referencia las distintas normas UNE, etc. que les sean de aplicación. A saber:

- Conductores de cobre desnudos
- Conductores de cobre o aluminio aislados
- Conectores para la ejecución del electrodo de puesta a tierra
- Pequeño material auxiliar (bridas, abrazaderas, herrajes, etc.)

Solo se utilizarán herramientas de clase 2.

### 2.4.2. Dispositivo de protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones en alta tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos según la norma UNE-EN 60099.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 100 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 2.4.3. Transformador

Los transformadores serán del tipo intemperie, su potencia máxima será de 160 kVA y los valores máximos garantizados son los indicados a continuación:

Tabla 41

Potencia asignada (kVA)	A <sub>0</sub> , Pérdidas en vacío (W)	C <sub>k</sub> , Pérdidas en carga a 75°C (W)	A <sub>0</sub> , Nivel de ruido dB(A)
50 kVA	90	1.100	39
100 kVA	145	1.750	41
160 kVA	300(*)	3.102 (*)	47

(\*) Los valores garantizados de pérdidas en vacío y en carga para los transformadores de 160 kVA son los establecidos en la tabla I.6 del Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión Europea de 21 de mayo de 2014, y se corresponden a una clase C<sub>0</sub> en vacío y C<sub>k</sub>+32% en carga.

La relación entre las pérdidas en vacío, medidas al 110 y al 100% de la tensión asignada, no debe exceder de 1,45.

Se permiten cinco escalones de regulación: toma principal, 0%, ±2,5% y ±5%.

### 2.4.3.1. Intensidades nominales

#### 2.4.3.1.1. Alta tensión

Tabla 42

Potencia del transformador (kVA)	I <sub>n</sub> (A)	
	U = 15 kV	U = 20 kV
50	1,9	1,4
100	3,8	2,9
160	6,2	4,6

#### 2.4.3.1.2. Baja tensión

Tabla 43

Potencia del transformador (kVA)	I <sub>n</sub> (A)
50	72
100	145
160	231

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 101 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 2.4.3.2. Intensidad de cortocircuito

Tabla 44

Potencia del transformador (kVA)	I <sub>cc</sub> (A)
50	1800
100	3625
160	5775

## 2.4.4. Gestor de Centro de Transformación de Intemperie (GCTI)

El GCTI dispondrá del grado de protección IP55 e IK 09.

El GCT quedará ubicado a una altura de 3,05 metros respecto al suelo.

## 2.4.5. Puentes de BT del transformador al interruptor automático de BT

Estos puentes se realizarán con conductores aislados cableados en haz con neutro fiador de la sección indicada en la Memoria. Las conexiones se harán empleando los terminales o piezas de conexión adecuadas.

## 2.4.6. Cables de la red de distribución BT

Estarán compuestos por conductores aislados cableados en haz con neutro fiador.

## 2.4.7. Interruptor automático de baja tensión

### 2.4.7.1. Envoltorio de interruptor automático de baja tensión

La caja deberá ser de material aislante y autoextingible, resistente a la intemperie y deberá estar protegida contra la degradación producida por los rayos ultravioleta. Será de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio. Dispondrá de una puerta de acceso superior o lateral que permita operar con el interruptor automático.

La entrada de los cables se efectuará por la parte posterior y superior de la envoltura. La salida de los cables se efectuará por la parte inferior de la envoltura.

Se realizará mediante orificios provistos de los dispositivos que aseguren una estanqueidad suficiente y permitan el paso de los cables correspondientes.

La caja deberá llevar un dispositivo de señalización de la posición del interruptor automático.

Esta señalización deberá verse claramente desde el suelo.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 102 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

## 2.4.7.2. Dispositivo de maniobra del interruptor automático de baja tensión, enclavamiento

La caja del interruptor automático deberá llevar en su parte inferior un dispositivo de mando mecánico, para el accionamiento del interruptor, que se compondrá de una palanca de maniobra, un reenvío intermedio y dos tubos de transmisión en acero galvanizado, terminando en el puño de maniobra.

Asimismo, este puño de maniobra deberá llevar también un dispositivo que permita enclavar el interruptor en su posición de conectado o desconectado.

El punto más bajo del mando ha de estar a una altura a 1,3 metros del suelo.

## 2.4.8. Puesta a tierra

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en la Memoria, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos y valores deseados para la puestas a tierra.

Como regla general la puesta a tierra del neutro de BT estará situada en el primer apoyo de la línea de BT.

## 2.4.9. Accesorios diversos

El soporte del CT deberá llevar:

- a) La señal triangular de riesgo eléctrico.
- b) Una placa destinada a identificar el CT.
- c) El Lema Corporativo.

## 2.5. Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Proyecto Tipo.

Se deberá cumplir lo indicado por la ITC-RAT 22. Al término de la ejecución de la instalación se realizarán las verificaciones previas a la puesta en servicio en cumplimiento de la ITC-RAT 23.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 103 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 3. Planos

### ÍNDICE

Código	Denominación
Grupo 010	Apoyos
CTI-010100	Postes de hormigón armado vibrado hueco (HVH).
CTI-010200	Apoyo metálico de celosía C hasta C 9000 para 20 kV.
CTI-010000	Antiescalo en apoyo de celosía.
Grupo 020	Herrajes
CTI-020000	Rótula larga
CTI-020200	Grapa de amarre tipo "GA"
CTI-020300	Alargadera cadena de amarre
CTI-020400	Chapa antiposada para alargadera cadena de amarre
CTI-020500	Alargadera avifauna cadena de amarre
CTI-020700	Grillete normal GN-16
CTI-020800	Anilla para la instalación de línea de vida en apoyos de hormigón y chapa.
CTI-020900	Configuración dispositivos de acceso a apoyos y posicionamiento en apoyos de maniobra de hormigón
CTI-020950	Dispositivos de acceso para apoyos de maniobra metálicos de celosía
ES.0330.ES.RE.P09	Soporte recto cortacircuitos flexible
ES.0330.ES.RE.P11	Soporte trafo 1-A hormigón y celosía
Grupo 030	Aislamiento
CTI-030000	Aislador polimérico
Grupo 031	Cadenas de amarre
CTI-031000	Cadena de amarre aislador polimérico
CTI-031300	Cadena de amarre avifauna aislador polimérico
Grupo 040	Composición de armados
CTI-040000	Armado tipo recto CR-1
CTI-040300	Armado tipo recto H-35

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 104 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

Grupo 050	Montaje conjunto
CTI-050100	CT sobre poste. Conductor LA-56. Detalles de montaje. Alzado lateral. Apoyo HVH.
CTI-050200	CT sobre poste. Conductor LA-56. Detalles de montaje. Alzado frontal posterior. Apoyo HVH.
CTI-050500	CT sobre poste. Conductor LA-56. Detalles de montaje. Cara lateral. Apoyo celosía C.
CTI-050600	CT sobre poste. Conductor LA-56. Detalles de montaje. Cara frontal posterior. Apoyo celosía C.
Grupo 070	Elementos de protección y maniobra
CTI-070000	Autoválvula
CTI-070100	Bases cortacircuitos fusible de expulsión
CTI-070200	Protección con cortacircuitos fusibles
CTI-070300	Seccionamiento
Grupo 080	Puesta a tierra
CTI-080000	Puesta a tierra general apoyo de celosía C. Hoja 1. Puesta a tierra general apoyo de celosía C. Electrodos. Hoja 2. Puesta a tierra general apoyo de celosía C. Plataforma equipotencial. Hoja 3.
CTI-080100	Puesta a tierra general apoyo de hormigón HVH. Hoja 1. Puesta a tierra general apoyo de hormigón Electrodos. Hoja 2. Puesta a tierra general apoyo de hormigón Plataforma equipotencial. Hoja 3.
Grupo 090	Cimentaciones
CTI-090000	Cimentaciones. Apoyos de hormigón HVH.
CTI-090100	Cimentaciones. Apoyos metálicos de celosía
Grupo 095	Esquemas unifilares
CTI-095100	CTI

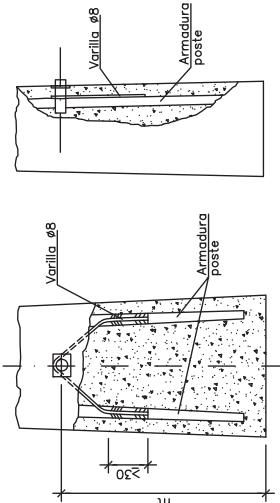
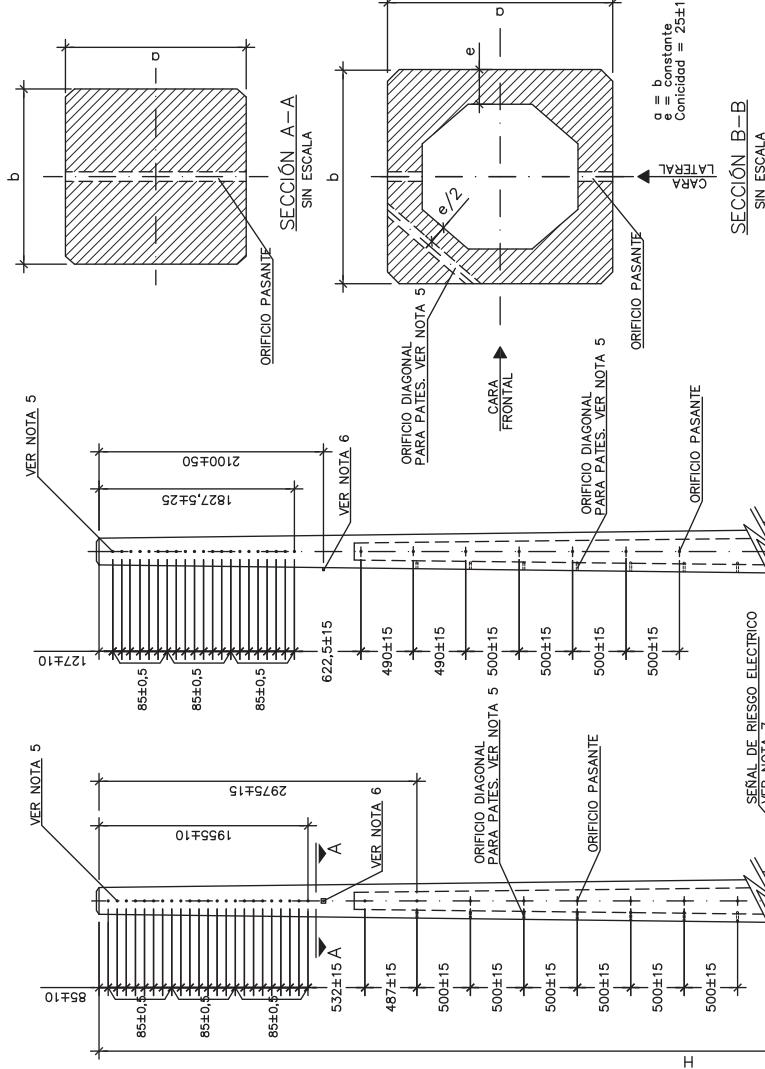
IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 105 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

POSTES DE HORMIGÓN HVH

ESTUERZOS						
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	PESO APROX. (kg)	H(m)	DIMENSIONES CABEZA (mm)	HIP0. 1(1) (daN)	COEF. SEG.
205921	HVH-1600-11	3.200	11,00	250x250	1.600	2,25
205928	HVH-1600-13	4.200	13,00	250x250	1.600	2,25
205923	HVH-2500-11	3.500	11,00	275x275	2.500	2,25
205930	HVH-2500-13	4.500	13,00	275x275	2.500	2,25



DETALLE TOMA P.A.T.

**NOTAS:**

- 1.- EFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE APlicADO A 0,25 m. POR DEBAJO DEL EXTREMO SUPERIOR DEL APoyo CON VIENTO DE 120 km/h.
- 2.- EFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE APlicADO A 0,25 m. POR DEBAJO DEL EXTREMO SUPERIOR DEL APoyo SIN VIENTO.
- 3.- DIMENSIONES DESDE BORDE INFERIOR DE BISEL.
- 4.- EL ACCESO A LA PARTE SUPERIOR DEL APoyo SE REALIZARA MEDIANTE LA COLOCACION DE REDONDOS DE ACERO EN LOS DOS LADOS PASANTES ENTRE LAS CARAS CONTIGUAS DEL POSTE DISTANCIADOS ENTRE SI 0,50 M. DESDE UNA DISTANCIA A LA COGOLLA NO INFERIOR A 2475 MM Y HASTA 2000 MM DE LA BASE DEL POSTE.

- 5.- LOS TALADROS SERÁN DE  $\varnothing 8 \times 0.7\text{mm}$ .
- 6.- BORNA DE P.A.T. M12, VER DETALLE 1.
- 7.- LA SEÑAL DE RIESGO ELÉCTRICO ESTÁRÁ SITUADA APROXIMADAMENTE A 200 MM POR DEBAJO DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS DEL POSTE.
- 8.- LOS ORIFICIOS PASANTES SE SITUAN, DE ACUERDO CON LAS VISTAS FRONTAL Y LATERAL, EN LA PARTE POSTERIOR DEL POSTE POR LO QUE SE REPRESENTAN EN DISCONTINUA.

NOMBRE	FECHA
Dibujado	11/03/16
Proyectado	11/03/16
Comprobado	11/03/16

ADQUISICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS

LONGITUD POSTE	LONGITUD EMPOTRAMIENTO: h1
11	1600
13	1800

CARA FRONTAL

CARA | ATERA

卷之三

ENOC V

UNION

b1

LONGITUD  
LATITUD  
ELEVACION

100

1

卷之三

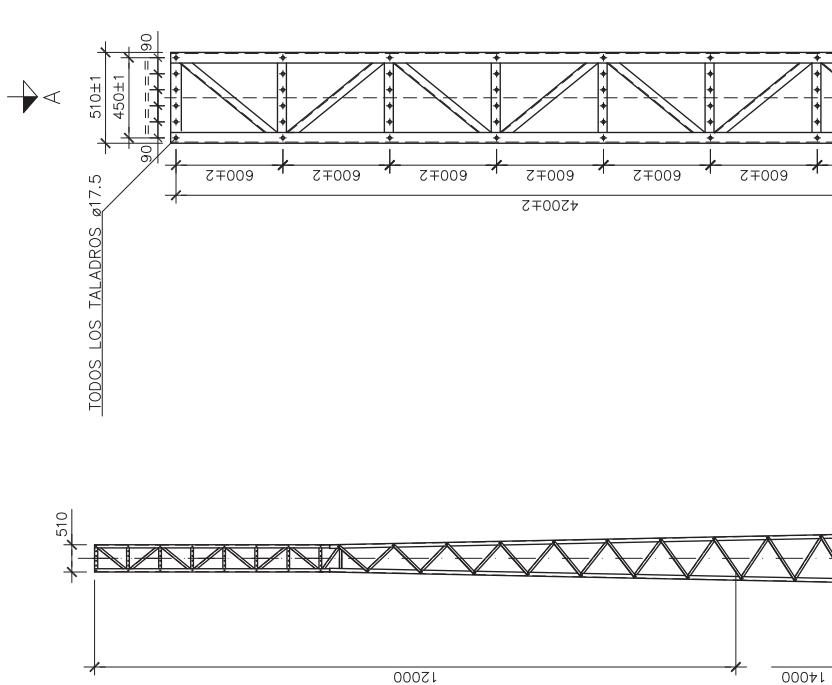
100

ESTE DE HORMIGÓN ARMADO VIBRADO HUECO HVH  
PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTÉRFERE  
Sobre Apoyo de Hormigón o Metálico de CELOSIA

L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia  
225/A/2017

# APOYOS DE CELOSÍA

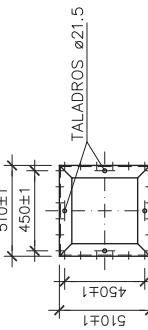
CÓDIGO DENOMINACIÓN	PESO APROX. (kg)	ALTIMETRÍA TOTAL (m)	PUNTO DE CARGA NOMINAL			SEGUNDO PUNTO DE CARGA NOMINAL (1) (daN) (2) (daN) (3) (daN)	TORSIÓN VERTICAL (1) (daN) (2) (daN) (3) (daN)	TORSIÓN (1) (daN) (2) (daN) (3) (daN)
			NOMINAL (1) (daN)	SECUND. (1) (daN)	TERTIAL (1) (daN)			
430300 C-2000-12	540	12	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.400
430310 C-2000-14	640	14	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.400
430370 C-3000-12	680	12	3.000	3.000	1.400	800	2.500	1.400
430380 C-3000-14	800	14	3.000	3.000	1.400	800	2.500	1.400



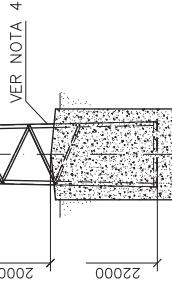
CTI-010200

## NOTAS:

- 1.- ESFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE APLICADO EN EL EXTREMO SUPERIOR DE LA CABEZA CON VIENTO DE 120 km/h C.S.=1.5
- 2.- ESFUERZO VERTICAL APLICADO EN EL EJE DEL APoyo SIMULTANEAENTE CON EL ESFUERZO NOMINAL, SECUNDARIO O TORSION. C.S.=1.5
- 3.- MOMENTO TORSOR OBTENIDO AL APLICAR UNA CARGA HORIZONTAL, EN EL EXTREMO SUPERIOR DE LA CABEZA Y A UNA DISTANCIA DE 1,5 M DEL EJE DEL APoyo. C.S.=1,2
- 4.- LOS CUATRO MONTANTES LLEVAN UN TALADRO DE Ø 13,5 mm A 0,4 m DE LA COTA +0,00.
- 5.- EL ANCHO DE LA CABEZA DE TODOS LOS APoyos SERA DE 510 mm.

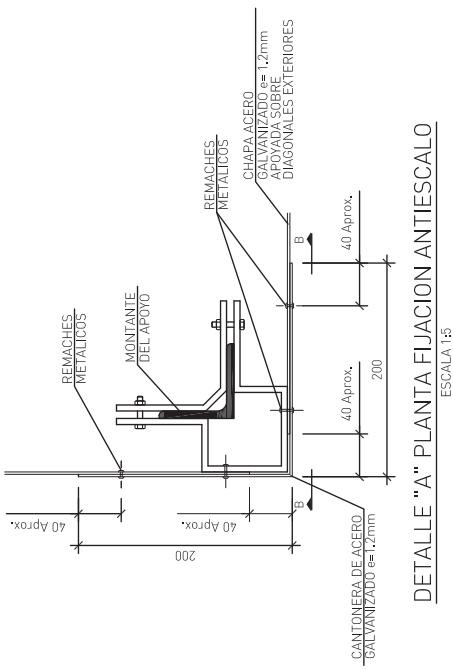


VISTA POR A  
ESCALA 1:30

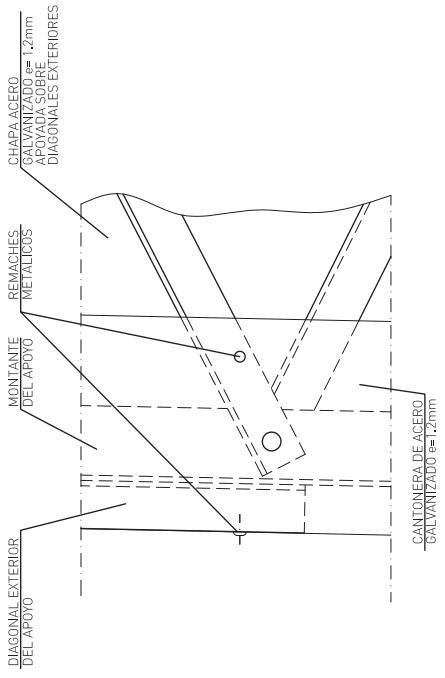


ALZADO  
ESCALA 1:100

ESCALAS:	UNION FENOSA distribución			ARQUITECTURA Y DISEÑO DE RED
	1:30	1:100	1:100	
PROYECTO TIPO	CTI-010200	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTENPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA		
REV. 1	HORA 1	DE 1	Nº PLANO	DIN-A3
Diagrama de la red de distribución de la Unión Fenosa.	Diagrama de la red de distribución de la Unión Fenosa.	Diagrama de la red de distribución de la Unión Fenosa.	Diagrama de la red de distribución de la Unión Fenosa.	Diagrama de la red de distribución de la Unión Fenosa.



DETALLE "A" PLANTA FIJACION ANTIESCALO



DETALLE "A" SECCION B-B FIJACION ANTI ESCALO

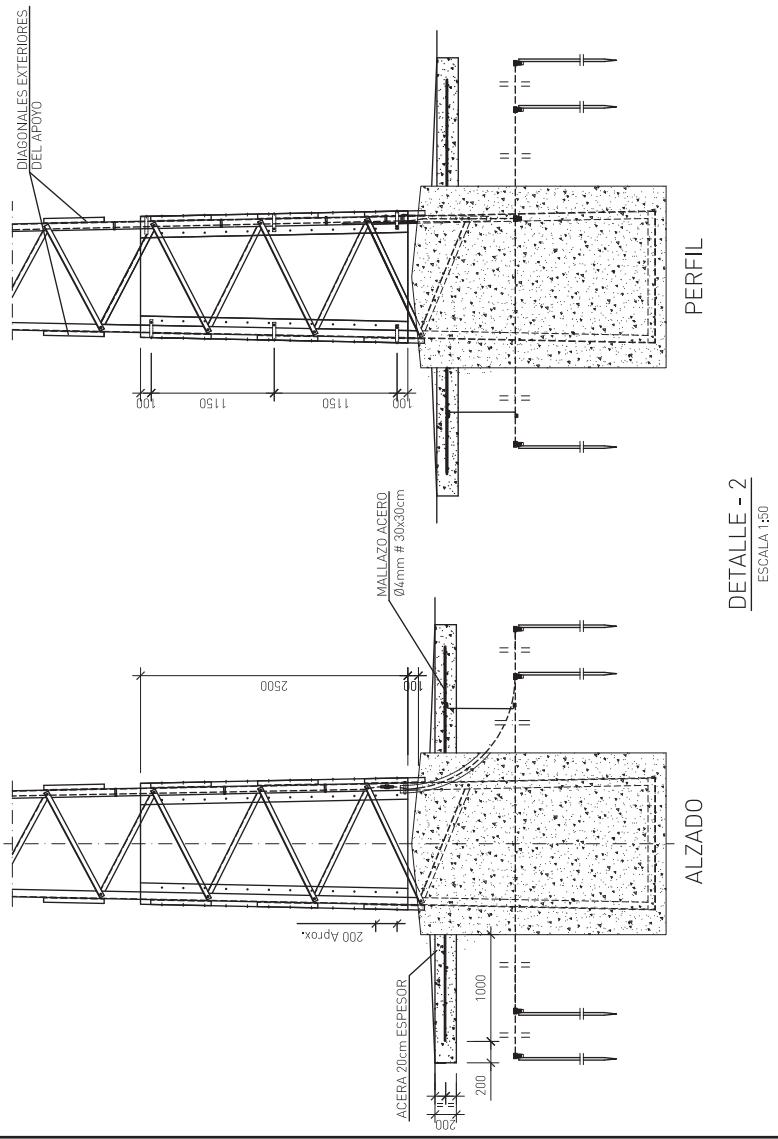


**UNION FENOSA**

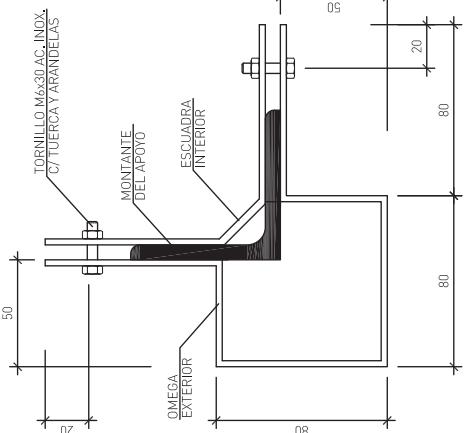
ESCALAS:

DISEÑO

 <b>UNION FENOSA</b>	distribución ANTIESCALO METÁLICO EN APoyo DE CELosía ESCALAS:	FECHA	NOMBRE
		29/05/15	UFD
		29/05/15	UFD
		29/05/15	UFD
DISEÑO			
REV. 1	HOJA 1	DE 1	
Nº PLANIO		CTI-010000	
INDICADAS	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGÓN o METáLICO DE CELosía		



DETALLE - 2  
ESCALA 1:50

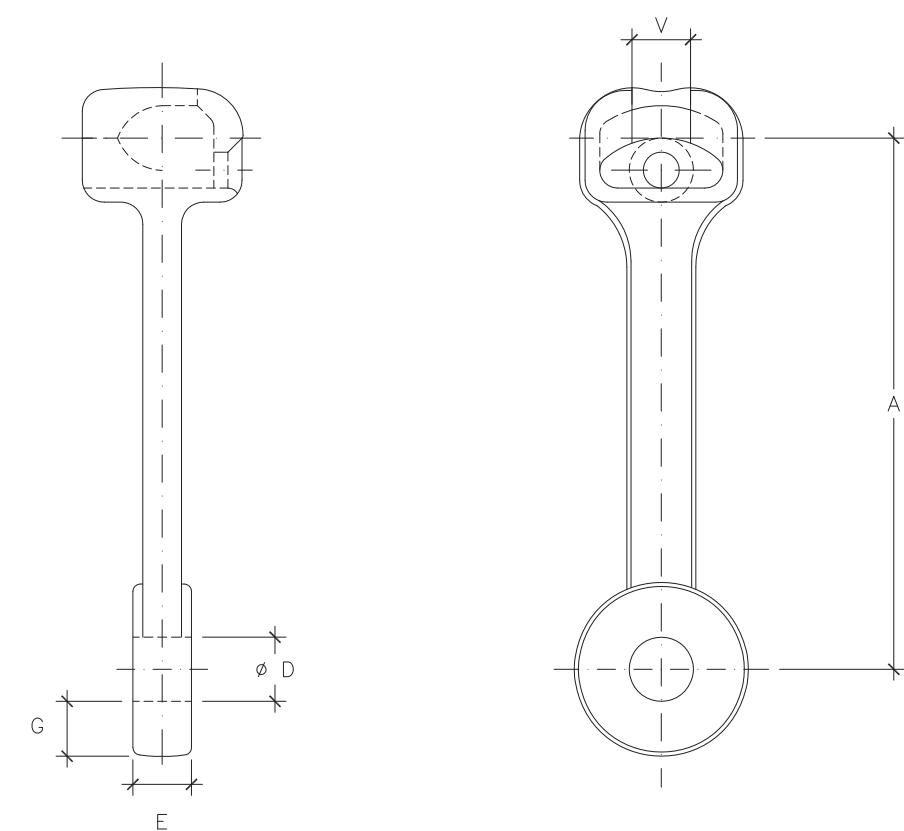


ALZADO

DETALLE ACCESORIO FIJACIÓN ANTI ESCALO

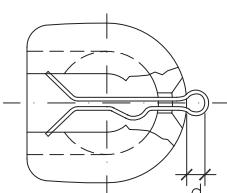
CTI-020000

DIN A4



ALZADO FRONTAL

ALZADO LATERAL



PLANTA

CARACTERÍSTICAS								
Código	RÓTULA	A (mm)	D (mm)	E (mm)	G (mm)	d (mm)	V (mm)	Peso aprox (kg)
440600	R16P	min 120 max 145	17,5	min 15 max 17	$\leq 15$	$\geq 5$	16	0,65
								12.500

NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente mín. 85 micras



UNION FENOSA

**distribución**

ESCALAS:

1: 2

RÓTULA LARGA

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

DISEÑO MT

REV. 1      HOJA 1      DE 1  
Nº PLANO  
CTI-020000

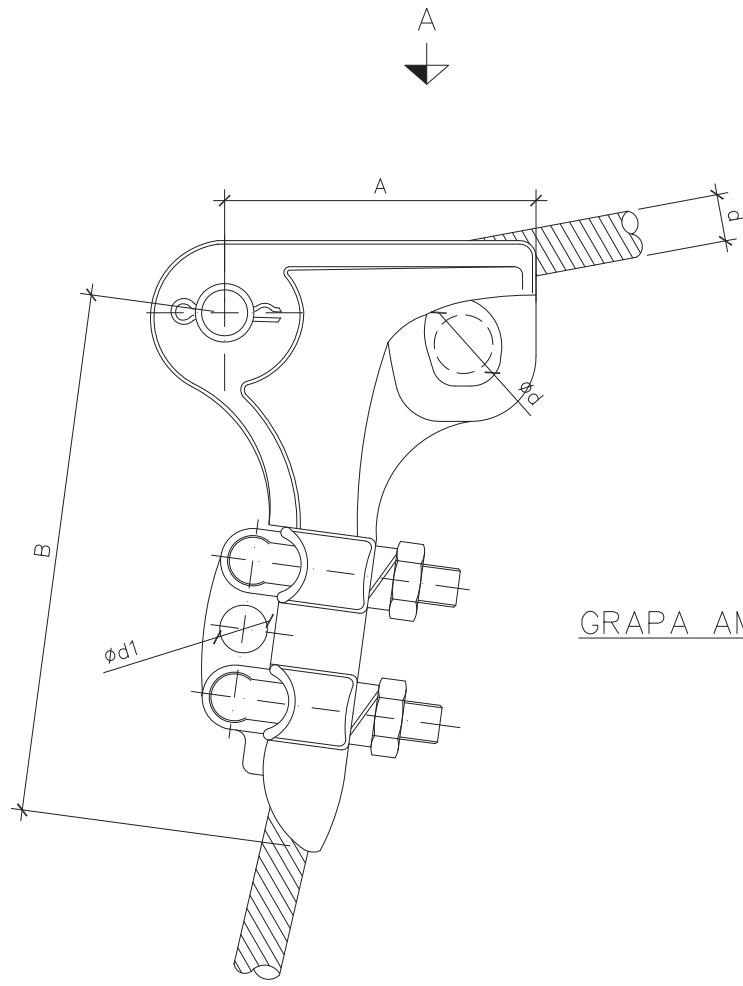
L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

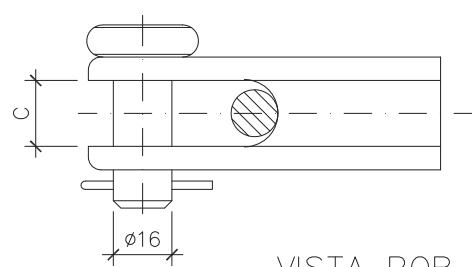
25/4/2017

CTI-020200

DIN-A4



GRAPA AMARRE GA-1



VISTA POR A

**CARACTERÍSTICAS**

DENOMINACIÓN	Ø Conductor		Dimensiones (mm)					Estribos		Nº Agujeros zapata	Peso aprox.	Carga Rotura	
	Min	Max	A	B	C		Ø d	Ø d1	Rosca	Nº			
					Min	Max							
GA-1	6	10	80	98	17,5	20	16	13	M-10	2	1	0,43	2.500



UNION FENOSA

**distribución**

ESCALAS:

1: 2

GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"

DISEÑO MT

REV. 1 HOJA 1 DE 1  
Nº PLANO CTI-020200

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA

CTI-020300

DIN-A4



UNION FENOSA

distribución

ESCALAS:

1:4

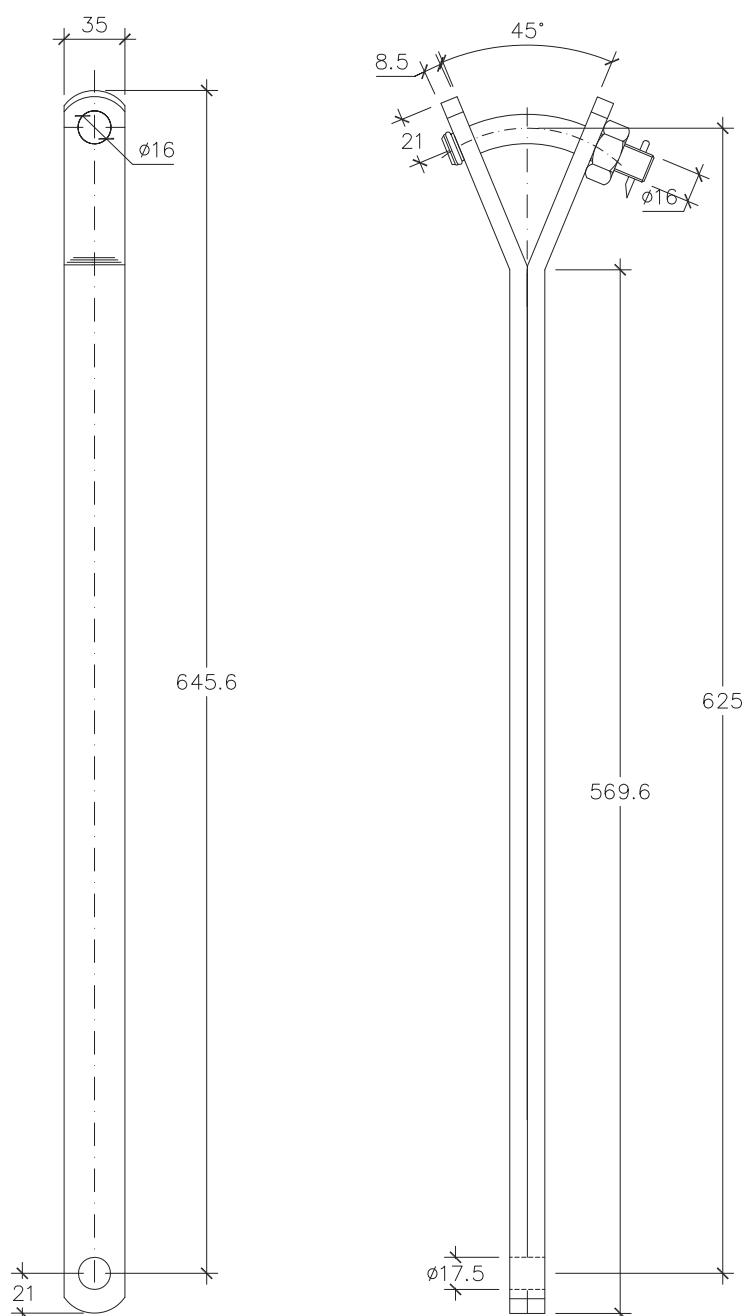
ALARGADERA CADENA DE AMARRE  
PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

FECHA	NOMBRE
27/05/15	UFD
27/05/15	UFD
27/05/15	UFD
DISEÑO MT	
REV. 3	HOJA 1 DE 1
Nº PLANO CTI-020300	

L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

25/4/2017



Fabricante:

Tipo de herraje: (AC)

Fecha

NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente  
mín. 85 micras

Peso aproximado: 3,2 kg

CTI-020400



UNION FENOSA

distribución

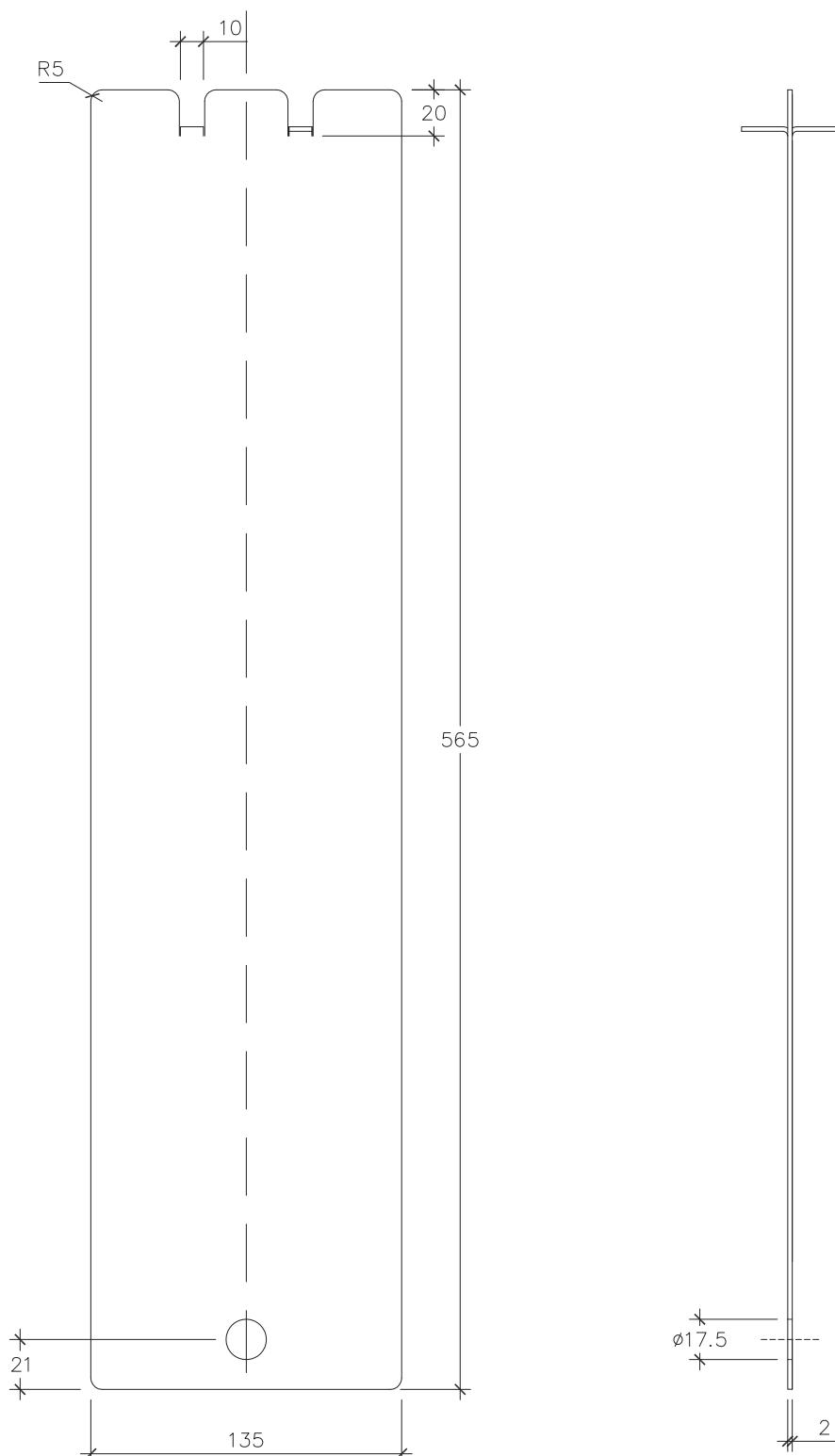
ESCALAS:

1: 3

DIN-A4

CHAPA ANTIPOSADA PARA ALARGADERA  
CADENA AMARRE  
PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA

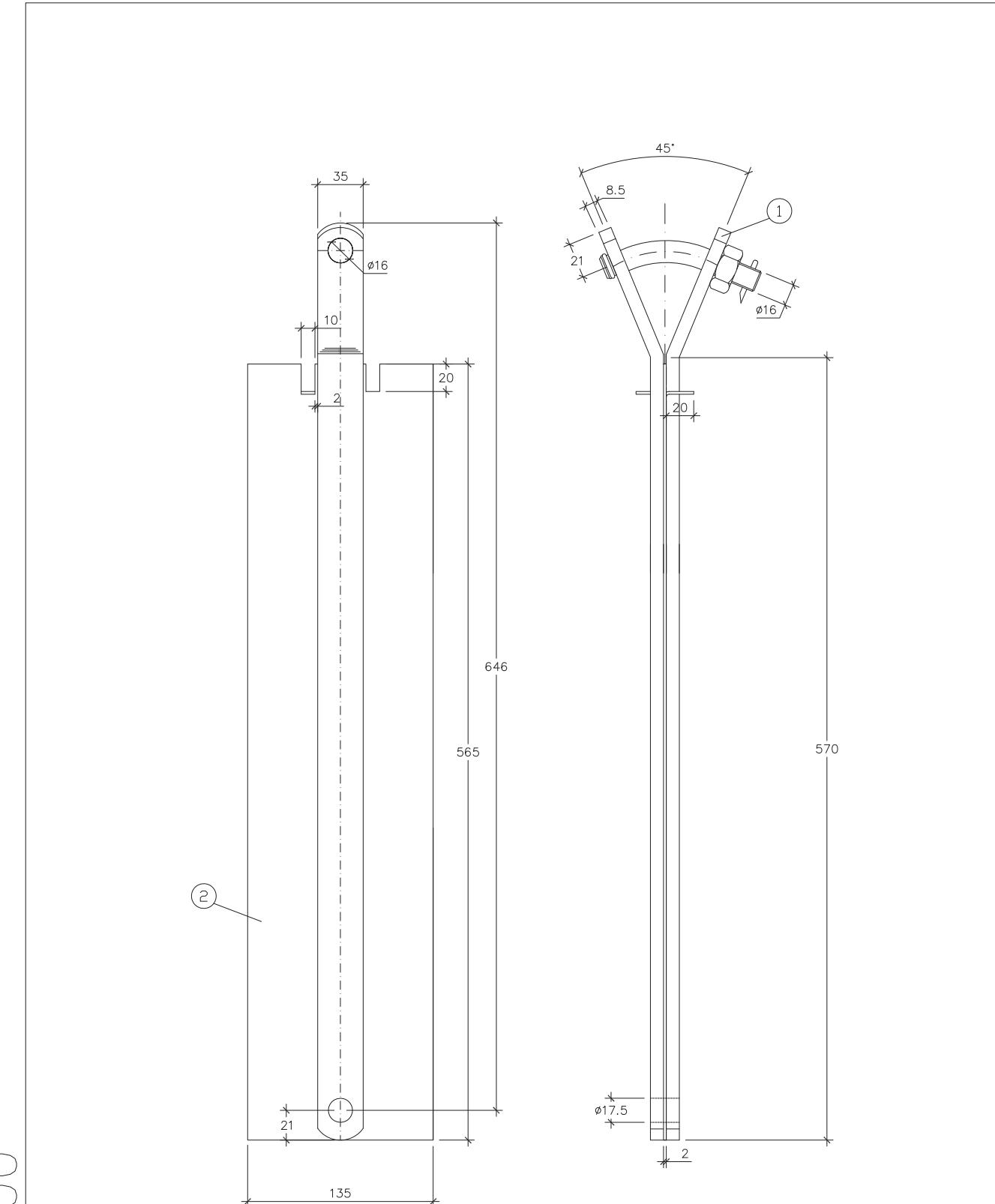
Fabricante:  
Tipo de herraje: (CH)  
Fecha



NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente mín. 70 micras  
Peso Aprox: 1,2 kg

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	27/05/15	UFD
Proyectado	27/05/15	UFD
Comprobado	27/05/15	UFD
DISEÑO MT		
CÓDIGO MATERIAL		
Nº PLANO		CTI-020400

CTI-020500



2	CHAPA ANTIPOSADA PARA ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	CTI-020400
1	ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	CTI-020300
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



UNION FENOSA

distribución

ESCALAS:

1: 4

ALARGADERA AVIFAUNA CADENA AMARRE

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

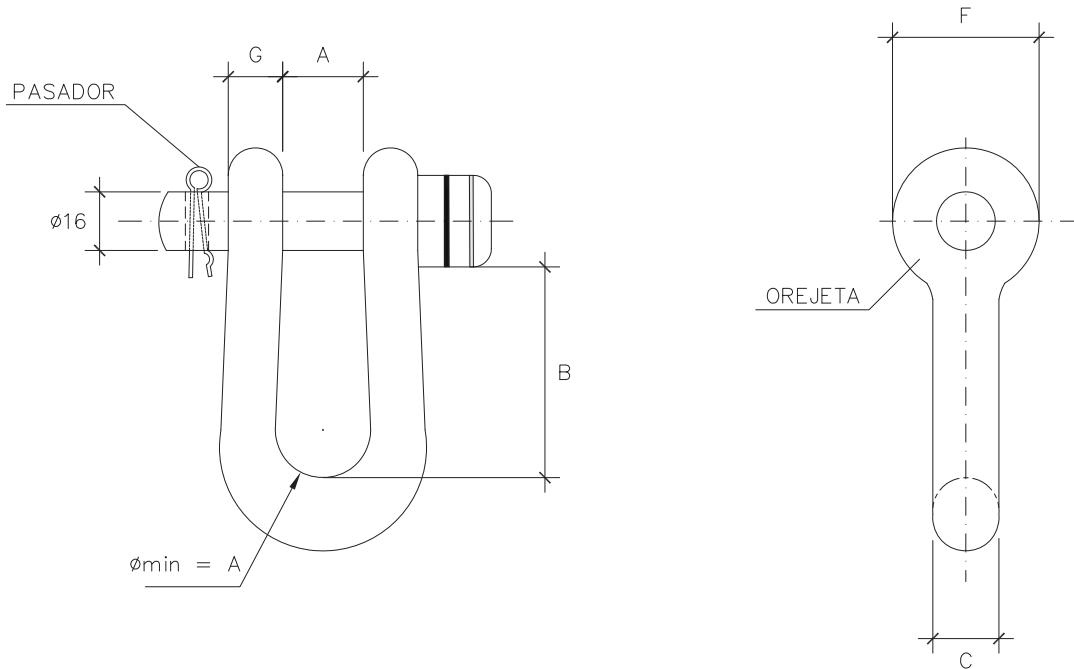
FECHA	NOMBRE
Dibujado	03/06/15
Proyectado	03/06/15
Comprobado	03/06/15
DISEÑO MT	
CÓDIGO MATERIAL	
Nº PLANO	CTI-020500

L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

25/4/2017

DIN-A4



CARACTERÍSTICAS								
A (mm)		B (mm)		C (mm)	G (mm)	F (mm)	Peso aprox (kg)	Carga rotura (daN)
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo	Máximo	Máximo		
19	24	50	70	17	17	39	0,64	12.500

NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente mín. 85 micras

CTI-020700



UNION FENOSA

distribución

ESCALAS:

1: 2

GRILLETE NORMAL GN-16

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

DISEÑO MT

REV. 1 HOJA 1 DE 1  
Nº PLANO CTI-020700

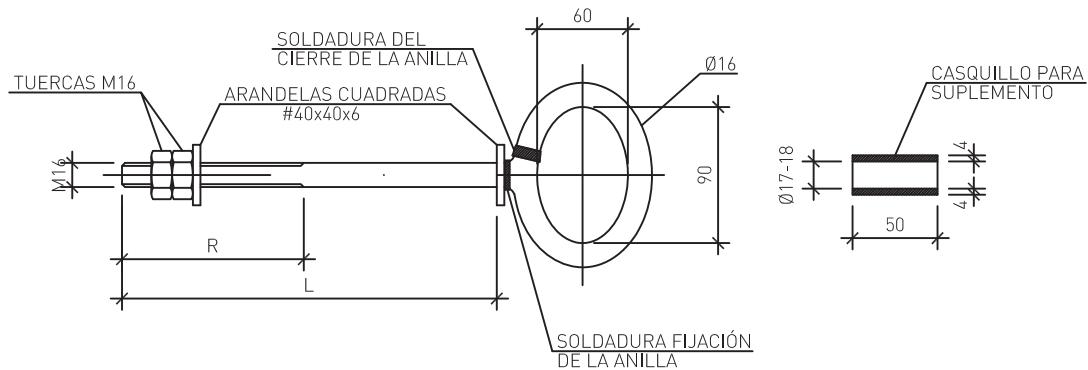
DIN-A4

L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

25/4/2017

CTI - 020800  
DIN44  
L.C.O.E.



ANILLA INSTALACIÓN LÍNEA DE VIDA				
CÓDIGO UFD	DENOMINACIÓN	ANCHO ENTRE CARAS APOYO (mm)	LONGITUDES (mm)	
			L	R
852771	ANILLA LINEA DE VIDA	110/380	430	320

### ANILLA PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEA DE VIDA EN APOYOS DE HORMIGÓN Y CHAPA

#### NOTAS.-

- EL HERRAJE DE SUJECCIÓN DE LA LÍNEA DE VIDA TENDRÁ UN DISEÑO TAL QUE LA DISTANCIA DEL CENTRO DE LA ANILLA DEL TORNILLO HASTA LA CARA DEL POSTE NO DEBE SER SUPERIOR A 100mm. (NORMAS UNE: 207016 Y 207018)
- EL TORNILLO SERÁ DE CLASE 5.6 O SUPERIOR (TENSIÓN DE LÍMITE ELÁSTICO  $f_y \geq 300 \text{ N/mm}^2$ . TENSIÓN DE ROTURA  $f_u \geq 500 \text{ N/mm}^2$ ).
- EL GANCHO DEBE SOPORTAR COMO MÍNIMO UNA CARGA DE 10kN EN LA DIRECCIÓN DE APLICACIÓN DE LA CARGA EN SERVICIO, ASÍ COMO EL IMPACTO PROVOCADO POR LA CAIDA DE UN PESO DE 100Kg.
- EL ANCLAJE NO DEBERÁ SITUARSE A MENOS DE 170mm DE LA COGOLLA (NORMA UNE: 207016)



**UNION FENOSA**

**distribución**

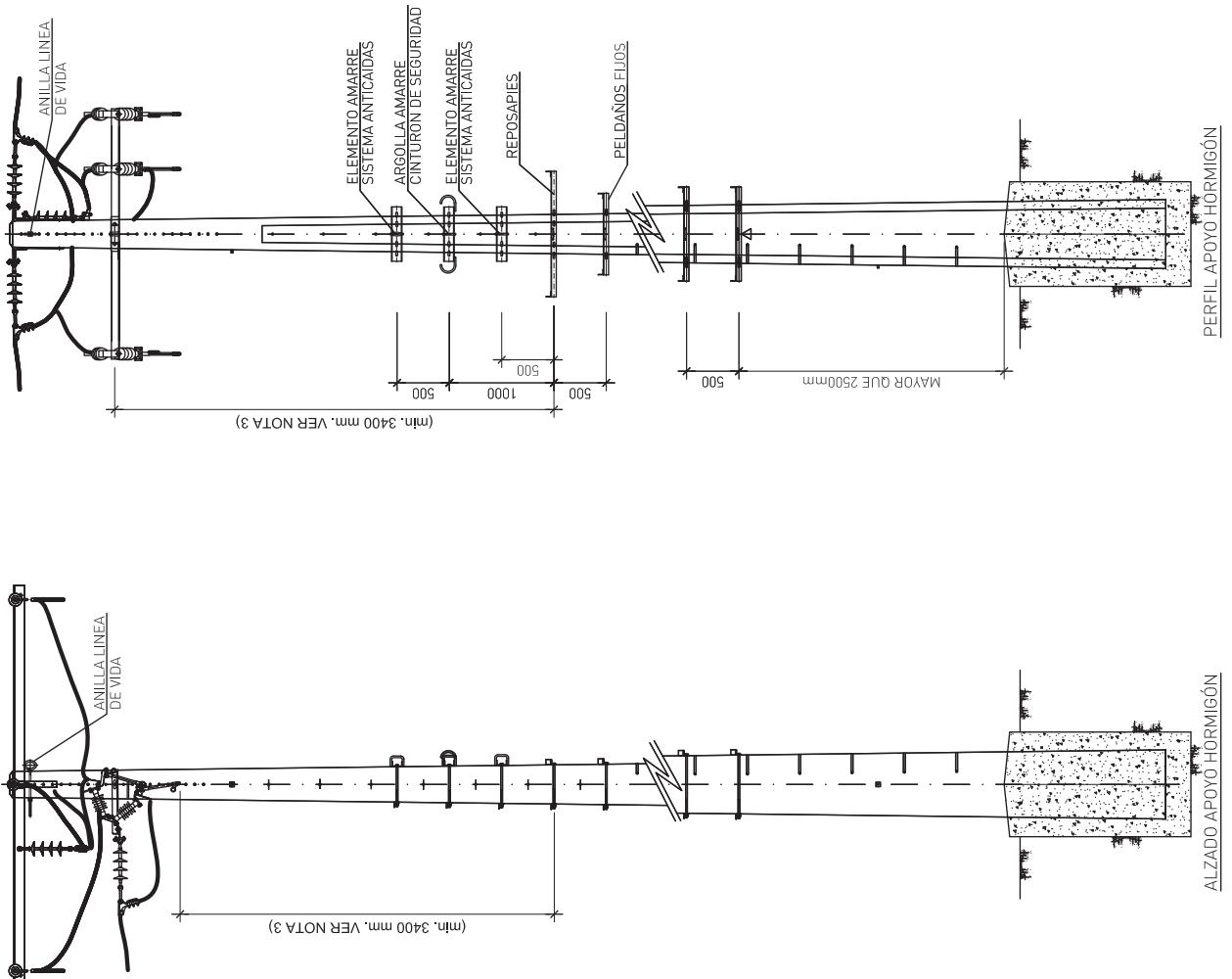
ESCALAS:

1:5

ANILLA PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEA DE VIDA  
EN APOYOS DE HORMIGÓN Y CHAPA

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN  
INTEMPERIE SOBRE APOYO DE HORMIGÓN

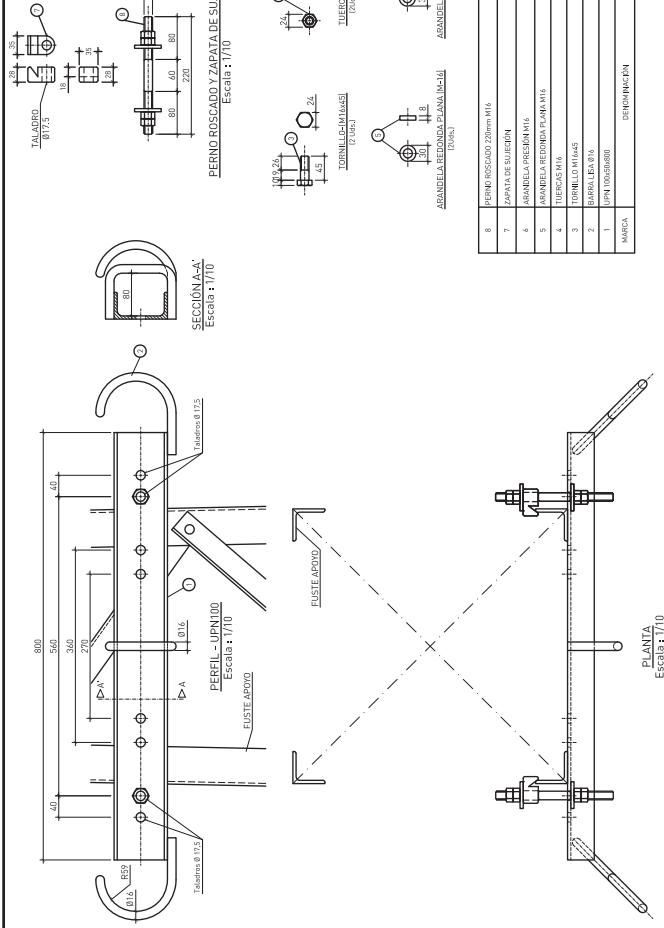
Dibujado	13/07/15	UFID
Proyectado	13/07/15	UFID
Comprobado	13/07/15	UFID
DISEÑO		
REV. 1	HOJA	DE
Nº PLANO		
CTI - 020800		



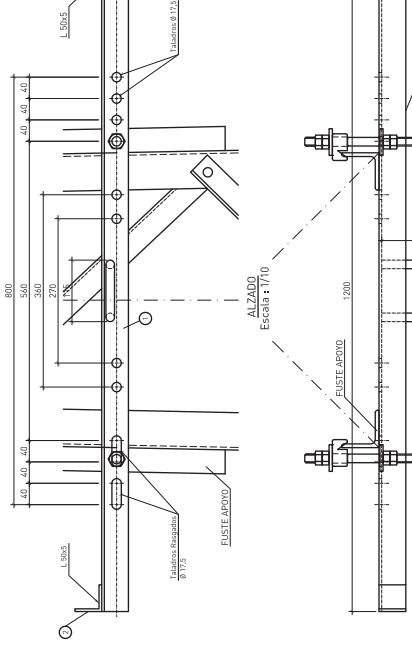
**NOTAS:-**

- 1.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 2.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO
- 3.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL REPOSAPIES Y EL PUNTO MÁS BAJO EN TENSIÓN SERÁ DE 3,4 m.

<b>UNION FENOSA distribución</b>		DISEÑO DE RED	NOMBRE
Dibujado	FECHA		
13/11/15	UFD	Dibujado	13/11/15
13/11/15	UFD	Proyectado	13/11/15
13/11/15	UFD	Comprobado	13/11/15
REV. 1	1 DE 1	REF.	CTI-020900
Nº PLANO		PROYECTO TIPO	CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGON O METALICO DE CELOSIA



SISTEMAS DE CONTROL



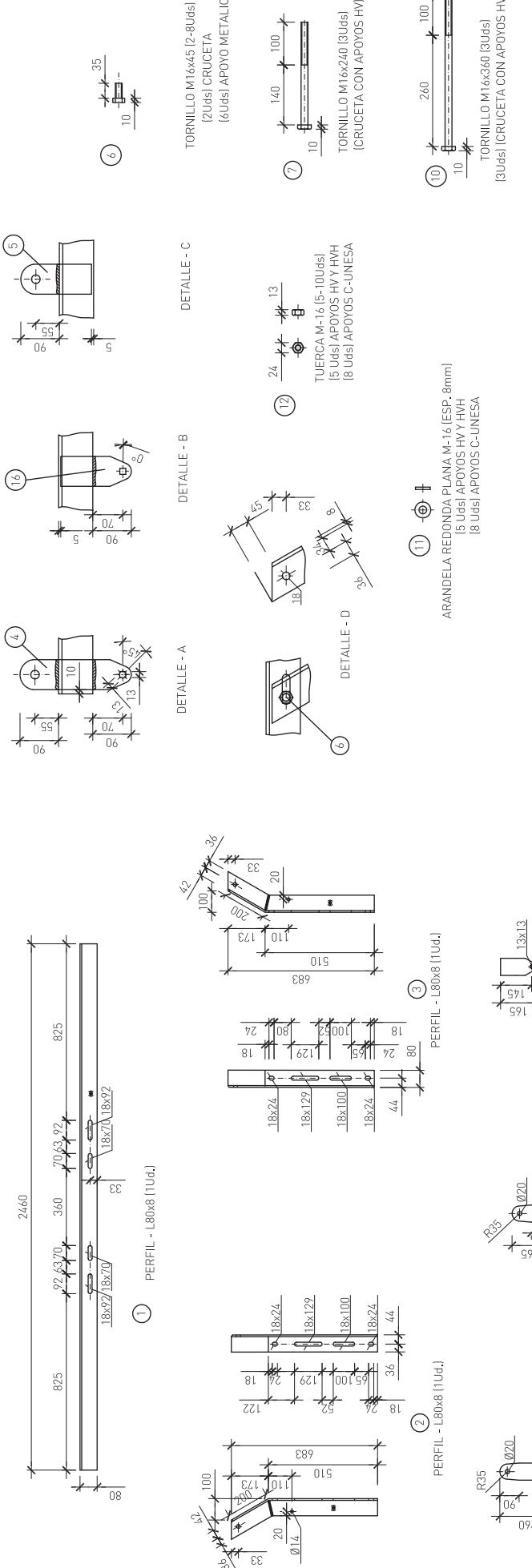
CTI-020950

9	PINEDO RODRIGO 22000 MM		2	ACERO GALV
8	ZUGAIA DE SUJECCION		2	ACERO GALV
7	ANARROLES PRESION M16		2	ACERO GALV
6	MANILLA AEDUCAZIONE M16X150		4	ACERO GALV
5	TUBERIA M16		8	ACERO GALV
4	TURBILLO M16X50		2	ACERO GALV
3	BARRILERA DE 50X50		1	S 275 R
1	ANILLAS DE 100 X 100		1	S 275 R
	MARCAZ		ND	MATERIAL
	DISCOS MARCAZ		ND	MATERIAL

UNION FENOSA

ESCALAS:	DISPOSITIVOS DE ACCESO PARA APOYOS DE MANIOBRA METALICOS DE CELOSIA
INDICADAS	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGON O METALICO DE CELOSIA

COE  
Chancery Court of the Commonwealth



**NOTA: TODAS LAS PIEZAS SE LEVARAN IDENTIFICACION POR ESTAMPILLADO EN LOS SITIOS INDICADOS**

CODIGO SGA: 431070  
PESO APROX.: 41.3Kg  
Tipo de herraje: [ ]  
Ficha

16	PLETINA DE 80x10				S 275 JR
12	ARANDELA REDONDA PLANA M16 [ESP:8mm]		2	5 u 8	ACERO GALV.
11	TUERCA M16			5 u 8	ACERO GALV.
10	TORNILLO-M16x360		3	ACERO GALV.	UNE EN ISO 10093
7	TORNILLO-M16x240		3	ACERO GALV.	UNE EN ISO 10093
6	TORNILLO-M16x5		2 u 8	ACERO GALV.	UNE EN ISO 10093
5	PLETINA DE 80x10		1	S 275 JR	UNE EN 10093
4	PLETINA DE 80x10		2	S 275 JR	UNE EN 10093
3	PERFIL-L-80x8		1	S 275 JR	UNE EN 10093
2	PERFIL-L-80x8		1	S 275 JR	UNE EN 10093
1	PERFIL-L-80x8x2460		1	S 275 JR	UNE EN 10093
	Denominación	Nº de Piezas	Material		Nº de Norma
	Marca				

**UNION FENOSA** distribución

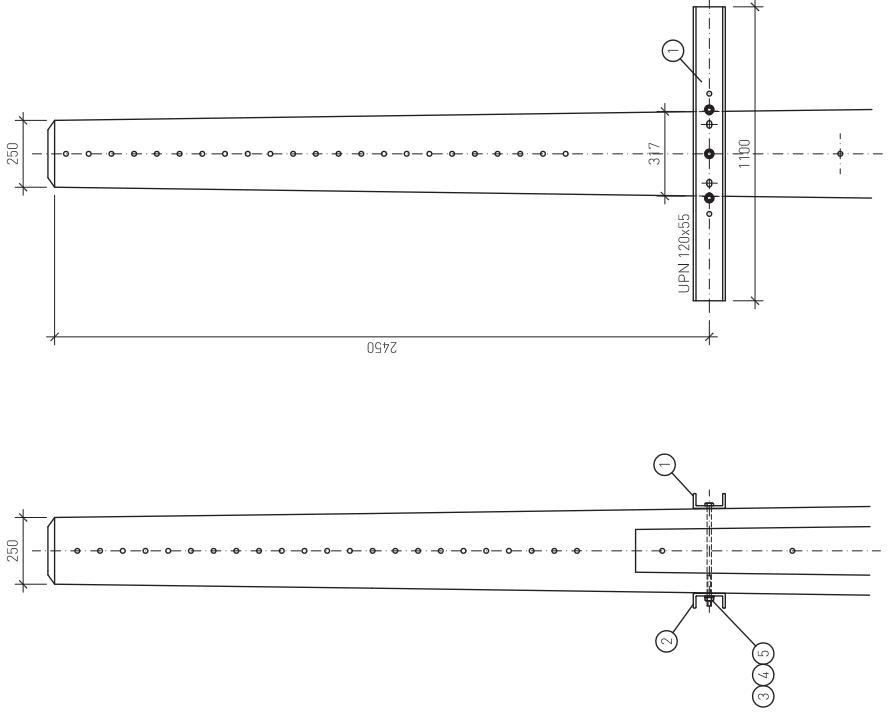
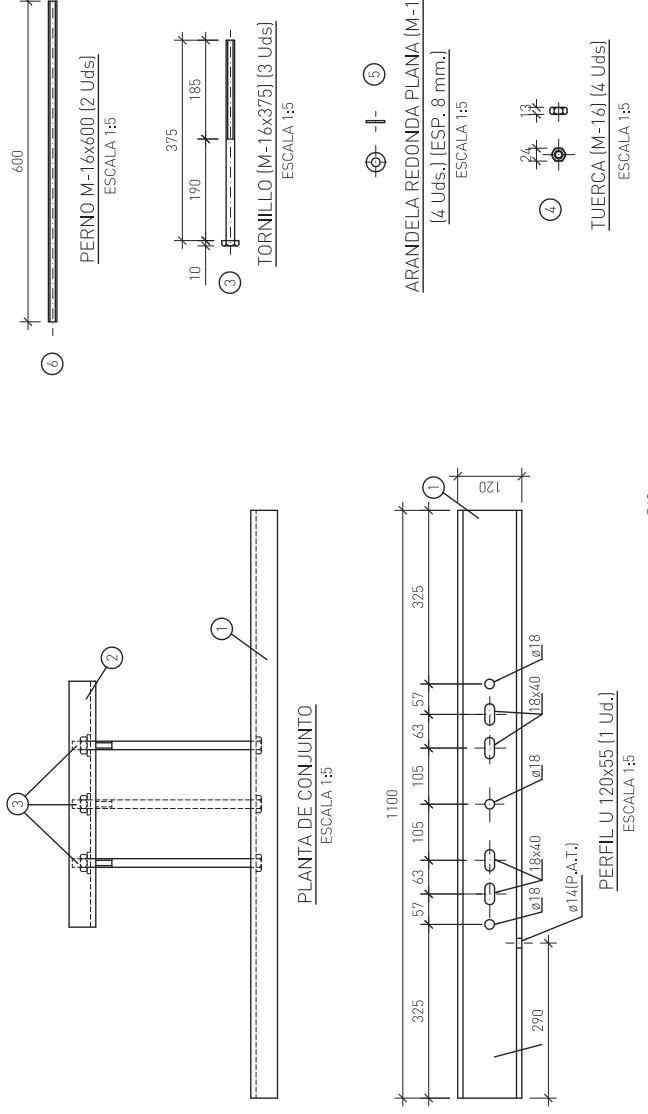
SOPORTE RECTO CORTACIRCUITOS FUSIBLE INDICADAS

CRUCETA SOPORTE PARA FUSIBLE DE EXPULSION

1

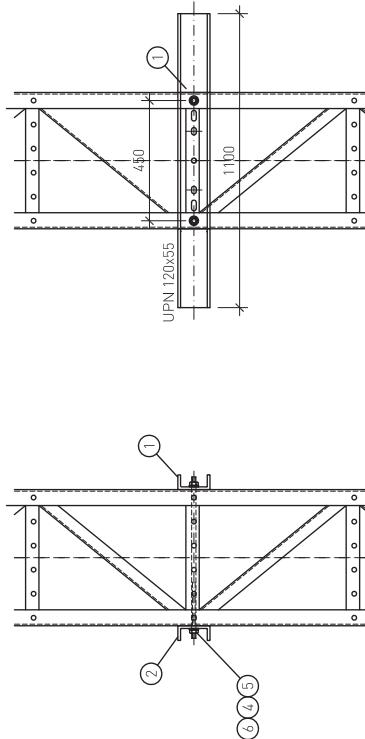
3

E.S.0330.RE.P09



ALZADO FRONTEL APOYO HORMIGÓN  
ESCALA 1:10

ALZADO LATERAL APoyo DE HORMIGÓN



The diagram illustrates a bridge deck section. A central vertical support column is shown, with a horizontal beam above it. Two diagonal cables, labeled 1 and 2, extend from the top of the support column to the outer edges of the deck. The deck surface is indicated by a dashed line, and the overall structure is supported by a series of vertical columns at the bottom.

Fabricante: \_\_\_\_\_  
Tipo de herraje: \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

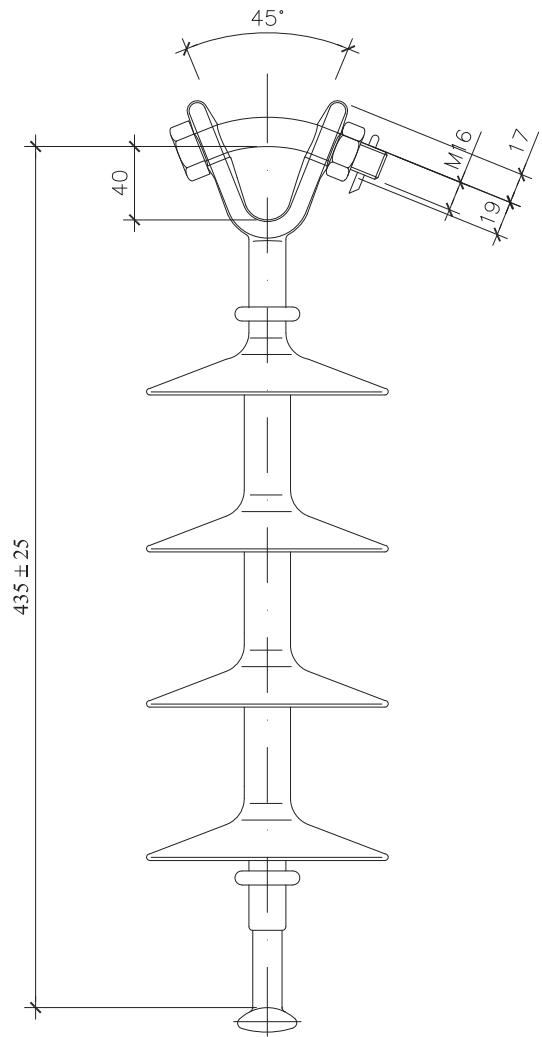
NOTA.-					
1.- TODAS LAS PIEZAS LLEVARAN IDENTIFICACION POR ESTAMPILLADO DE LA MANERA INDICADA					
EN EL CUADRO					
CÓDIGO:	431750				
FESO APROX.:	21 Kg.				
PERNO M16 x 600	6	PERNO M16 x 600	2	ACE	
ARANDELA REDONDA PLANA M16 [ESP:8mm]	5	ARANDELA REDONDA PLANA M16 [ESP:8mm]	4	ACE	
TUERCA M16	4	TUERCA M16	4	ACE	
TORNILLO M16 x 375	3	TORNILLO M16 x 375	3	ACE	
UPN 120x5x5x40	2	UPN 120x5x5x40	1	9	
UPN 120x5x1100	1	UPN 120x5x1100	1	9	
MARCA		DENOMINACION	Nº DE PIEZAS	MA	

NOTA.-

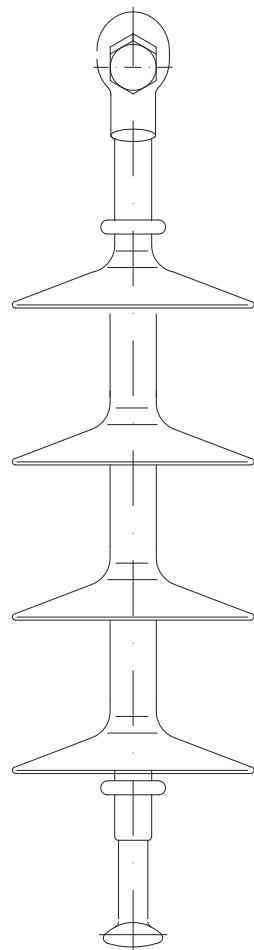
- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1.- TODAS LAS PIEZAS LLEVARAN IDENTIFICACION POR ESTAMPILLADO DE LA MANERA INDICADA EN EL CUADRO |                      |
| CÓDIGO: 431750   | Tipo de heraje: [ST] |
| PESO APROX.: 21 Kg.  | Fecha                |

**UNION FENOSA** distribución

<b>UNION FENOSA</b>		<b>distribución</b>	DISEÑO DE RED		
ESCALAS:	SOPORTE TRAFO 1-A HORMIGÓN Y CELOSA				
1:20					
1:10	ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES				
		REV. 2	HOJA 1	DE 1	
		Nº PLANO			
		ES.0330.E.S.RE.P11			



ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL

CTI-030000

DIN-A4



UNION FENOSA

distribución

ESCALAS:

1: 4

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

DISEÑO MT  
REV. 1 HOJA 1 DE 1  
Nº PLANO CTI-030000

L.C.O.E.  
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

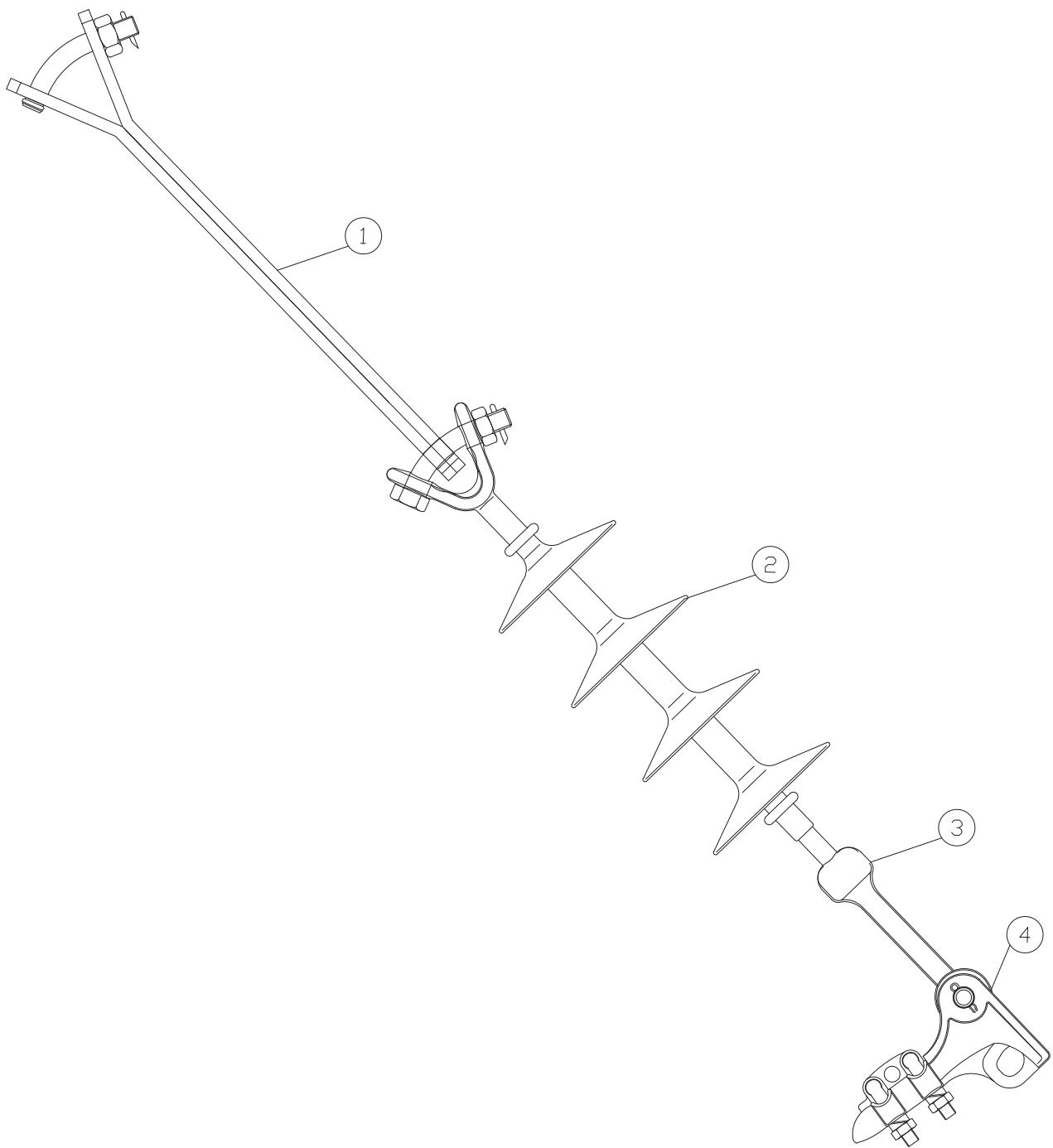
25/4/2017

DENOMINACION	ACOPLAMIENTO UNE EN 61466-1	PESO APROX. (kg)	LÍNEA DE FUGA (mm)	CARGA DE ROTURA (kN)
AISLADOR POLIMÉRICO	16	2	≥ 600	≥ 70

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	12/11/13	UFD
Proyectado	12/11/13	UFD
Comprobado	12/11/13	UFD

CTI-031000

DIN-A4



4	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	CTI-020200
3	RÓTULA LARGA	1	CTI-020000
2	AISLADOR POLIMÉRICO 20kV	1	CTI-030000
1	ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	CTI-020300
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



UNION FENOSA

**distribución**

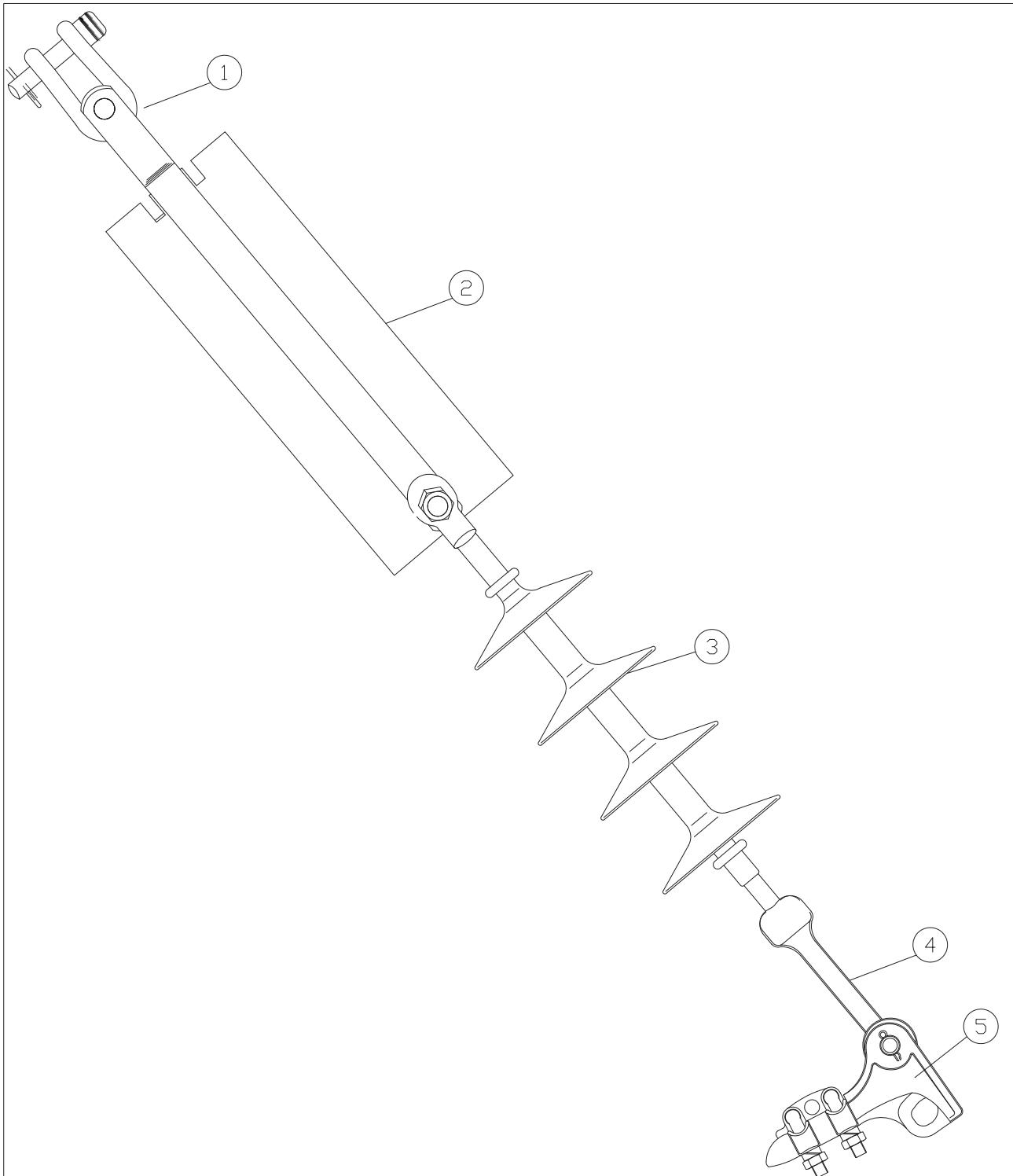
ESCALAS:

1: 5

CADENA DE AMARRE AISLADOR POLIMÉRICO

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

		FECHA	NOMBRE
Dibujado	12/11/13	UFD	
Proyectado	12/11/13	UFD	
Comprobado	12/11/13	UFD	
DISEÑO MT			
REV. 1	HOJA 1	DE 1	
Nº PLANO		CTI-031000	



MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS
5	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	CTI-020200
4	RÓTULA LARGA	1	CTI-020000
3	AISLADOR POLIMÉRICO 20 kV	1	CTI-030000
2	ALARGADERA AVIFAUNA CADENA AMARRE	1	CTI-020500
1	GRILLETE NORMAL GN-16	1	CTI-020700



UNION FENOSA

distribución

CTI-031300

ESCALAS:

1: 5

CADENA DE AMARRE AVIFAUNA  
AISLADOR POLIMÉRICO

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

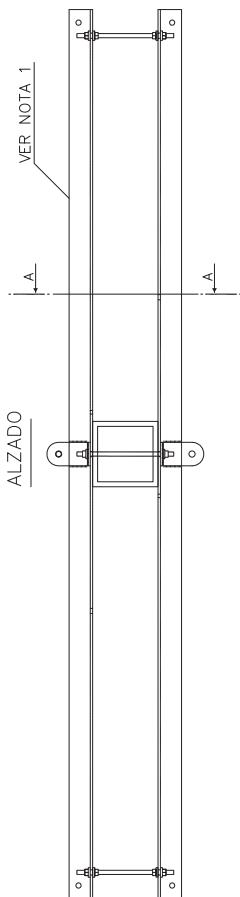
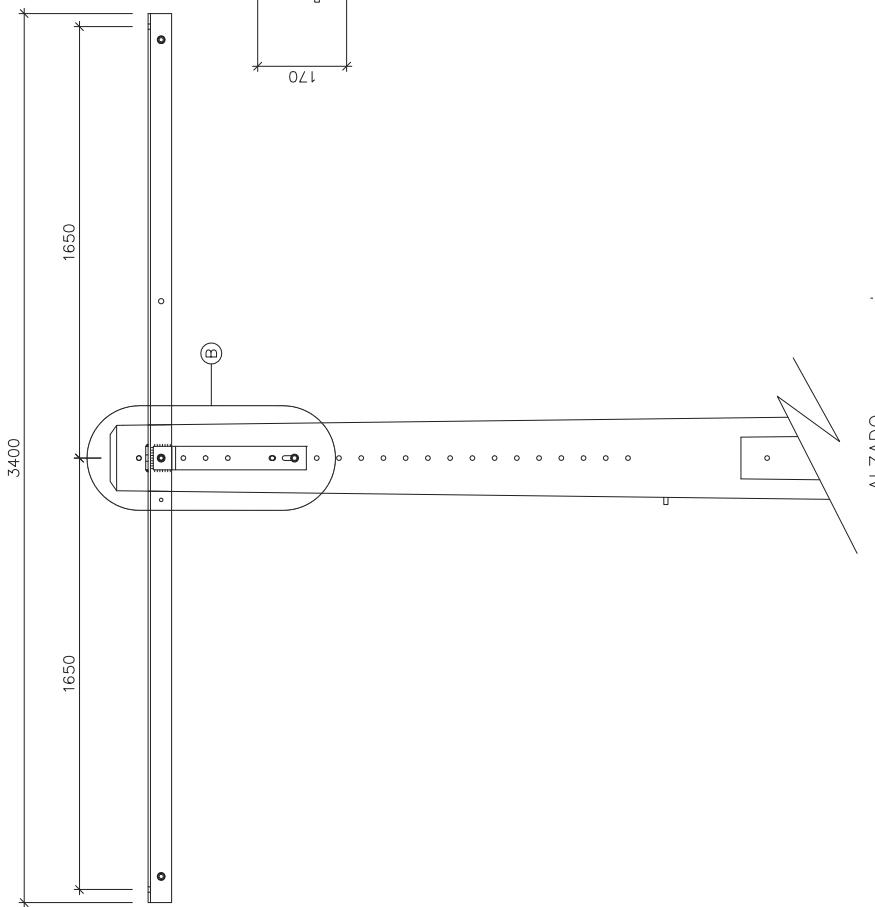
DISEÑO MT  
REV. 1 HOJA 1 DE 1  
Nº PLANO CTI-031300

DIN-A4

L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

25/4/2017



PLANTA  
E: 1:20

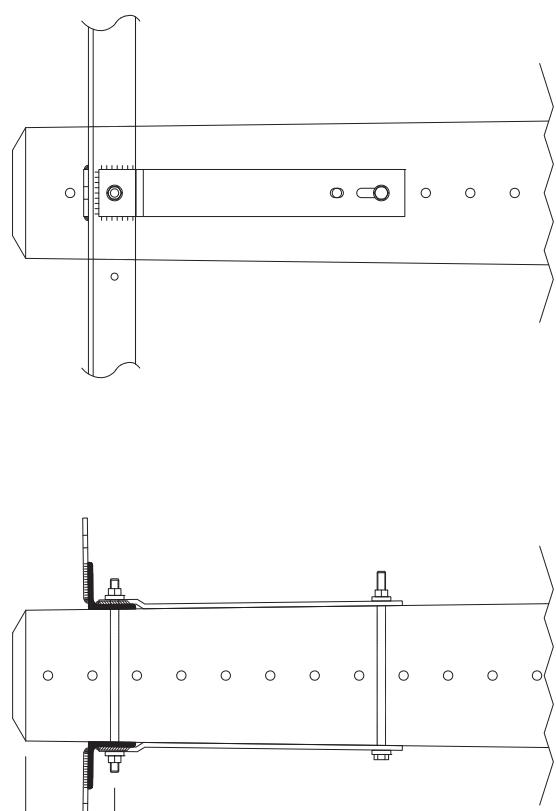
NOTA.—

1.— EMPLEO DE LA CRUCETA RECTA CR-1 EN APOYOS DE HORMIGÓN HVH  
PESO APROX.: 94Kg  
D.M.G. = 2079 mm

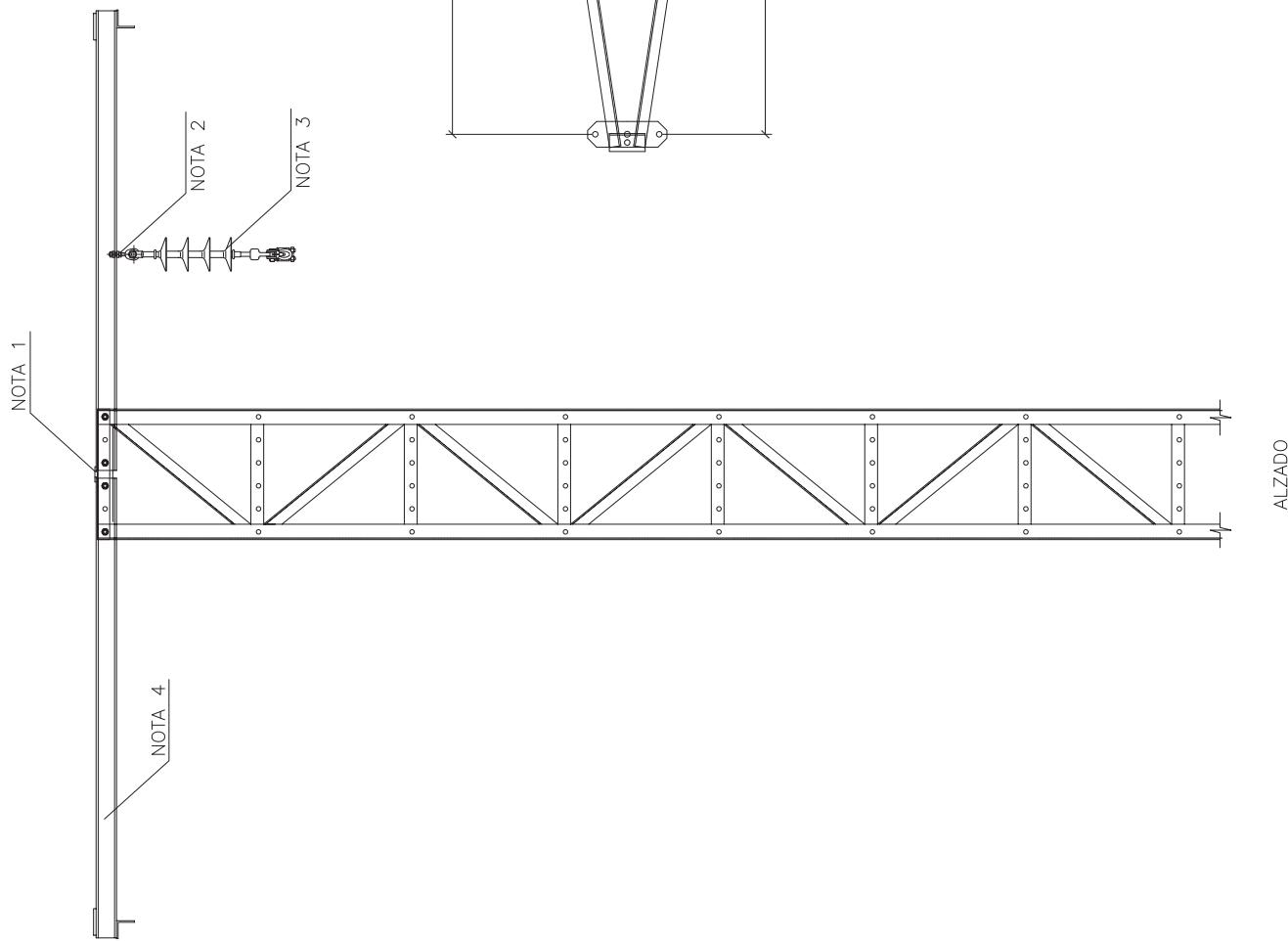
E = 1:10

SECCION-DETALLE AA

DETALLE B



ESCALAS:	UNION FENOSA			DISEÑO MT
	ARMADO TIPO RECTO CR-1	PROYECTO TIPO	Nº PLANO	
1:10	1:10	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE	CTI-040000	
1:20	1:20	SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA		
Rev. 1	Rev. 1	de 1		



NOTAS:

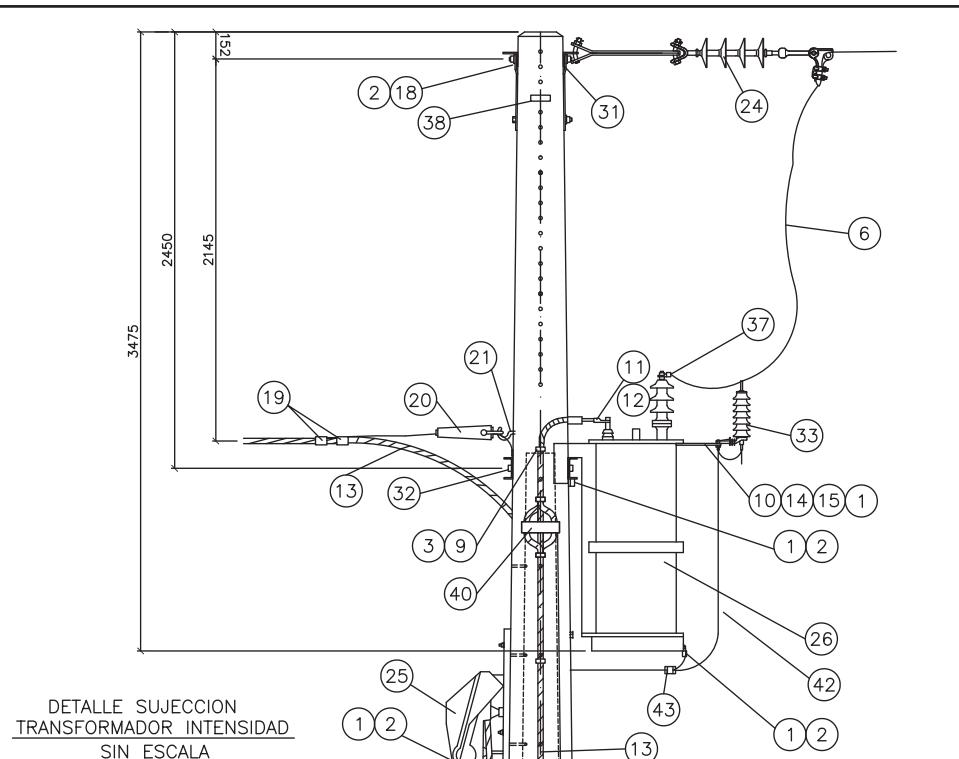
- 1.- CONJUNTO AMARRE DE FASE CENTRAL SEGÚN PLANO LAMT-020800
- 2.- CÁNCAMO ROSCADO SEGÚN PLANO LAMT-020900
- 3.- CADENA DE SUSPENSIÓN AISLAMIENTO POLMÉRICO SEGÚN PLANO LAMT-031000
- 4.- EMPLEO DE SEMICRUZETAS RECTAS SC-1750  
PESO APROX.: 75Kg  
D.M.G. = 2205m

CTI-040300

DIN-A4

UNION FENOZA distribución		
ESCALAS:	ARMADO TIPO RECTO H-35	DISEÑO MT
1:10	PROYECTO TIPO	Rev. 1 Hora. 1 de 1
1:20	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE SOBRE APOTÓ DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA	Nº PLANO CTI-040300

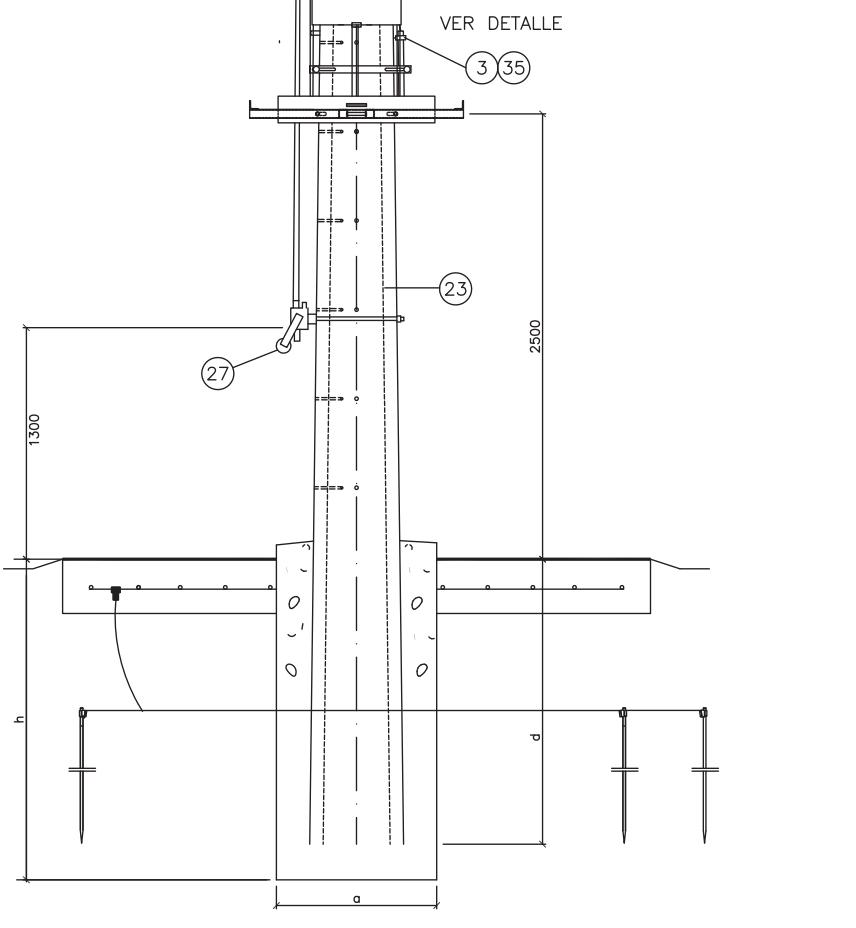
Nº de pieza	Denominación	Marcos	Materiales	Código piezas	Nº de pieza	Denominación	Marcos	Materiales	Código piezas
4	TERMINAL CU PARA CABLE 35 mm <sup>2</sup>	1	COPRE	361260	1	POSTE DE HORMIGON MM	23	HORMIGON	731003
4	TORNILLO C/EX 12 x 30 c/á	2	AACERO GALVANIZADO	731003	3	CADENA DE AMARRE CON GRAPA	24		207456
20	TUBO DE FLUCCIÓN 18 x 50	3	PLASTICO	207456	1	INTERRUPTOR AUTOMATICO TETRAPOLAR + RELE	25		261114
1	PLACA DENOMINACION CT Y BAREMA CORPORATIVO	4	ALUMINIO	261114	1	TRANSFORMADOR	26		26417
1	SEÑAL TRANSCURAR DE RIESGO ELECTRICO	5	ALUMINIO	26417	1	MARCO DE TERRITORIO	27		LA-36
—m.	CABLE XCI ALUMINIO 50	6	ALUMINIO	7	RELEVADOR MANOO	28			
—m.	CABLE XCI ALUMINIO 50	7	ALUMINIO	1	GESTOR DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE	29			
6	ABRAZADERA SOPORTE PARA CABLE 50 mm <sup>2</sup> 8-12 mm D	8	AACERO PLASTIFICADO	450050	1	BORNE SECUNDARIO PARA MEDICION PUESTA A TIERRA	30	AACERO GALVANIZADO	452170
3	TERMINAL CU PARA CABLE DE 25 mm <sup>2</sup> 4-52 mm D	9	AACERO PLASTIFICADO	452174	1	CRUZETA RECTA CR-1	31	AACERO GALVANIZADO	431750
8	ABRAZADERA SOPORTE PARA CABLE 50 mm <sup>2</sup> 8-12 mm D	10	LATON	361225	1	HERMATELLE SOPORTE TRANSFORMADOR	32	AACERO GALVANIZADO	200091
6	TERMINAL RECTO ALCALON AL DE 50 mm <sup>2</sup>	11	ALUMINIO	361120	1	AUTOMATICO	33		420210
2	TERMINAL TERMINAL RECTO ALCALON AL DE 50 mm <sup>2</sup>	12	ALUMINIO	361120	4	TIPO DE PROTECCION 200 JPN	34	PVC.	450070
5m.	CABLE RZ 3x10 AWG 50 Amm	13	ALUMINIO	320190	4	ABRAZADERA SENCILLA SOPORTE ACOMETIDA 18-22 D	35	AACERO PLASTIFICADO	100423
1	TORNILLO C/EX 12x50	14	LATON	034143	1	VARILLA DE VANDO	36	AACERO GALVANIZADO	100423
2	TIERRA REAGENZADA M-12	15	LATON	100423	3	TERMINAL RECTO ALCALON LA-36	37	AACERO ALUMINIO	851140
—m.	CABLE CORBE Cu 50 mm <sup>2</sup>	16	COPRE	1	ANILLA LINEA DE VIDA	38	AACERO	852771	
4	CONECTOR CU-CU PARA CABLE 50mm <sup>2</sup>	17	COPRE	2	TERMINAL RECTO ALCALON AL 50 mm <sup>2</sup>	39	AACERO ALUMINIO	361110	
1	TUBO M-12 GALVANIZADA	18		1	TRANSFORMADOR INTENSIDAD BT PRESIONADO	40	SOPORTE	360215	
2	ABRAZADERA SENCILLA SUSPENSION 3-50	19		2	EMPALME BT 50 x 50 mm <sup>2</sup> SECC. PPL	41	TIPO	319953	
1	FINZA ANCLAJE PA-80-2000	20		3	EMPALME BT 50 x 50 mm <sup>2</sup> SECC. PPL	42	PROYECTO	360240	
1	GANCHOS ABERTOS PLASTICO 16/400	21		4	CONECTOR CU 35 mm <sup>2</sup>	43	TIPO	360215	
1	MANGUITO EMPALME BT M/CU	22							CTI-050100



NOTAS:  
1.- PARA ESTE DETALLE DE MONTAJE, SE CONSIDERA QUE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE BT ESTA SITUADA EN EL PRIMER APoyo DE LA LINEA DE BI.  
2.- LA APERTURA DEL INTERRUPTOR TETRAPOLAR DE BT NO INTERRUMPIRA LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR. EN POSICION DE ABIERTO SE ESTABLECERA UNA CONEXION ELECTRICA ENTRE EL NEUTRO DEL TRAFO Y LA TIERRA DE HERRAJES DE LA ENVOLVENTE MEDIANTE UN FLEJE MECANICO UBICADO EN EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE.

4.- LA GEOMETRIA Y LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCION QUEDAN DEFINIDOS EN EL PLANO CTI-050000 DEL PRESENTE PROYECTO.  
5.- LOS VALORES "a", "h" Y "d" DE LA CIMENTACION SE DEFINEN EN EL PLANO CTI-090000 DEL PRESENTE PROYECTO.

6.- EL TRANSFORMADOR DE INTEMPERIE SE COLOCARA EN LA CARA FRONTAL DEL POSTE DE HORMIGON HVH, OPUESTA A LA UBICACION DE LOS ORIFICIOS PASANTES PARA LA COLOCACION DE PATES TIERRA. LOS TACOS DE FIJACION Y ABRAZADERAS UTILIZADOS PARA LA BAJADA DE LOS CABLES DE PUESTA A TIERRA SE INSTALARAN EN LOS ORIFICIOS PASANTES EXISTENTES EN LA CARA LATERAL DEL POSTE.



NOTAS:

1.- PARA ESTE DETALLE DE MONTAJE, SE CONSIDERA QUE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE BT ESTÁ SIUADA EN EL PRIMER APOYO DE LA LINEA DE BT.

2.- LA APERURA DEL INTERRUPTOR TETRAPOLAR DE BT NO INTERRUMPIRÁ LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR.

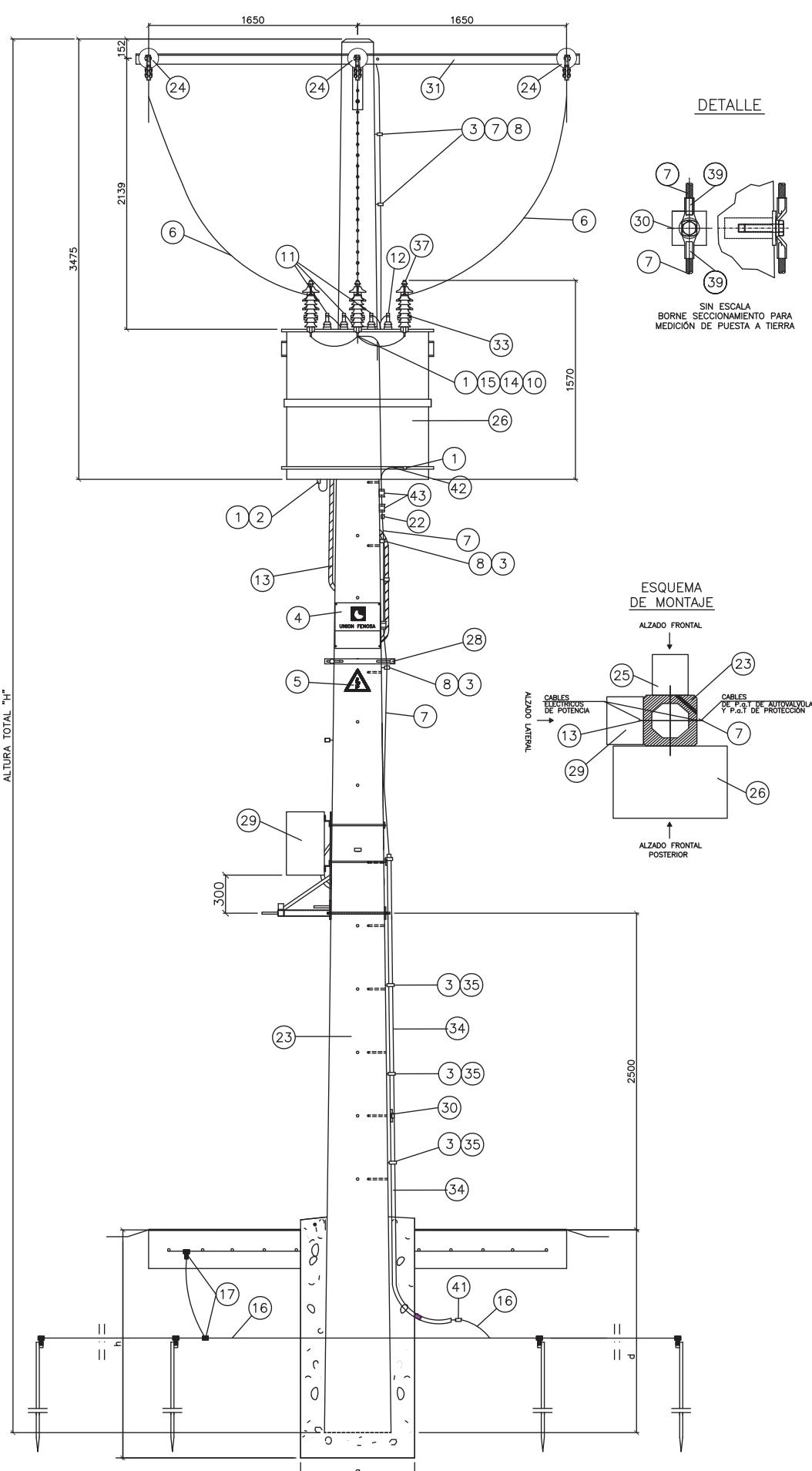
3.- EN POSICIÓN DE ABIERTO SE ESTABLECERÁ UNA CONEXIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL NEUTRO DEL TRAFO Y LA TIERRA DE HERRAJES DE LA ENVOLVENTE MEDIANTE UN FLEJE MECÁNICO UBICADO EN EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE.

4.- LA GEOMETRÍA Y LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN QUEDAN DEFINIDOS EN EL PLANO CTI-080000 DEL PRESENTE PROYECTO.

5.- LOS VALORES "a", "h<sub>1</sub>" Y "d" DE LA CIMENTACIÓN SE DEFINEN EN EL PLANO CTI-090000 DEL PRESENTE PROYECTO.

6.- EL TRANSFORMADOR DE INTEMPERIE SE COLOCARÁ EN LA CARA FRONTEL DEL POSTE DE HORMIGÓN HVH, OPOUESTA A LA UBICACIÓN DE LOS ORIFICIOS PASANTES PARA LA COLOCACIÓN DE PATES.

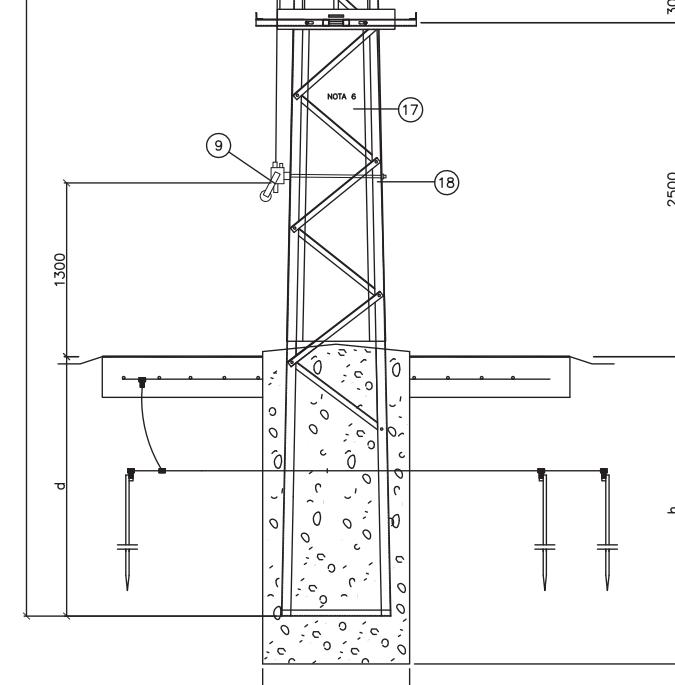
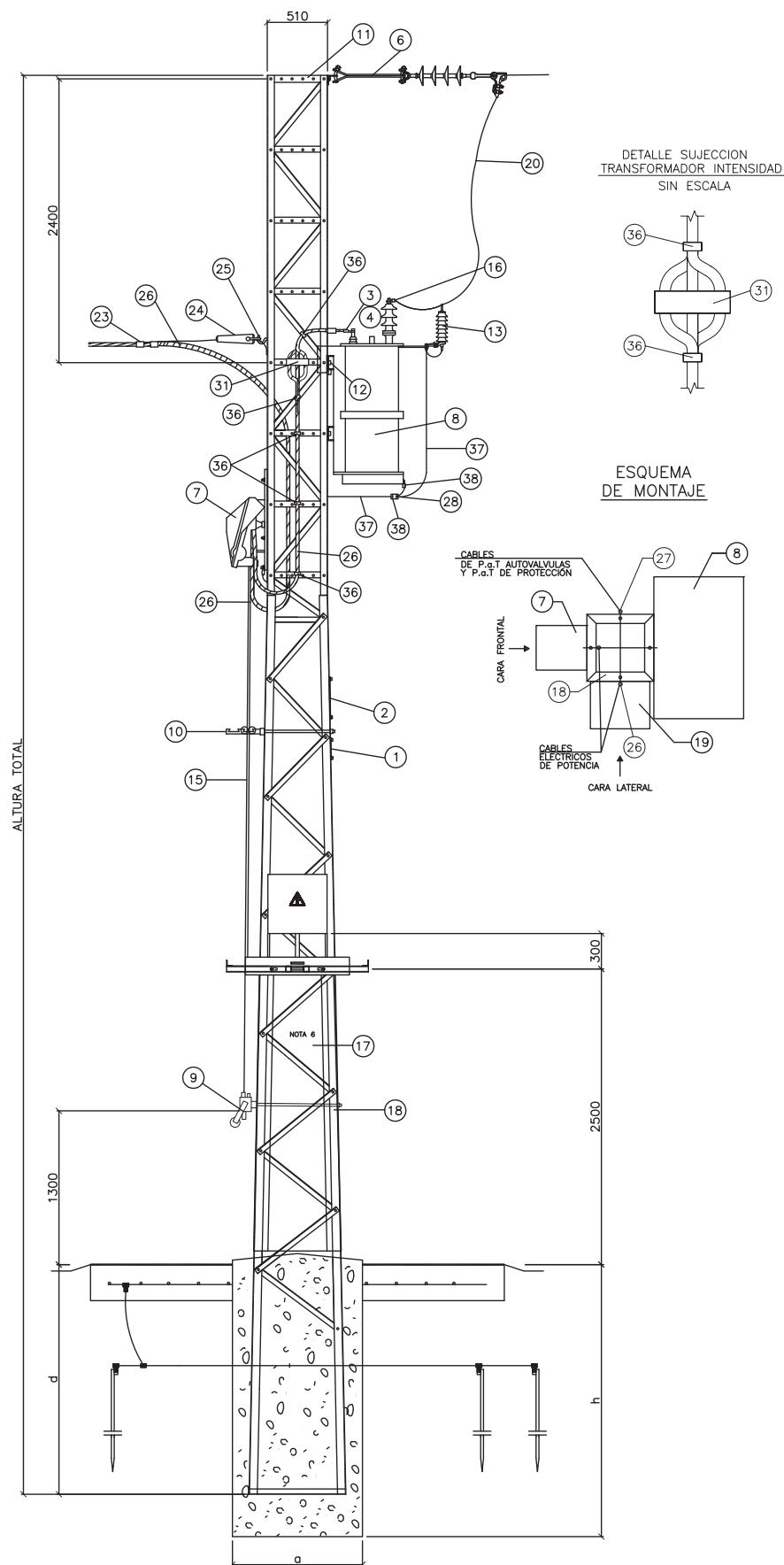
7.- LOS TACOS DE FIJACIÓN Y ABRAZADERAS UTILIZADOS PARA LA BAJADA DE LOS CABLES DE PUESTA A TIERRA SE INSTALARÁN EN LOS ORIFICIOS PASANTES EXISTENTES EN LA CARA LATERAL DEL POSTE.



UNION FENOSA		distribución	
ESCALAS:	C.T. SOBRE POSTE, CONDUCTOR LA-56	DETALLES DE MONTAJE, VISTA FRONTEL POSTERIOR	DISEÑO
1:30	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN INTEMPERIE SOBRE APOYO DE HORMIGÓN	1:30	REV. 6 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO CTI-050200

1.	PARA ESTE DETALLE DE MONTAJE, SE CONSIDERA QUE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE BT ESTÁ SITUADA EN EL PRIMER APOYO DE LA LÍNEA DE BT.
2.	LA APERTURA DEL INTERRUPTOR TETRÁPOLAR DE BT NO INTERRUMPIRA LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR, EN POSICIÓN DE ABIERTO SE ESTABLECERÁ UNA CONEXIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL NEUTRO DEL TRAFICO Y LA TIERRA DE HERRAJES DE LA ENVOLVENTE MEDIANTE UN FLEJE MECÁNICO UBICADO EN EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE.
4.-	LA GEOMETRÍA Y LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA PIESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN QUEDAN DEFINIDOS EN EL PLANO CTI-080000 DEL PRESENTE PROYECTO.
5.-	LOS VALORES "a", "n" Y "u" DE LA CIMENTACIÓN SE DEFINEN EN EL PLANO CTI-090000 DEL PRESENTE PROYECTO.
6.-	LOS APOYOS METÁLICOS DE CELOSA LLEVARÁN UN ANTESCALO TAL Y COMO SE DESCRIBE EN EL PLANO CTI-010000 DEL PRESENTE PROYECTO

- 1.- PARA ESTE DETALLE DE MONTAJE, SE CONSIDERA QUE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE BT ESTÁ SITUADA EN EL PRIMER APOYO DE LA LÍNEA DE BT.  
 2.- LA APERTURA DEL INTERRUPTOR TETRÁPOLAR DE BT NO INTERRUMPIRA LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR, EN POSICIÓN DE ABIERTO SE ESTABLECERÁ UNA CONEXIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL NEUTRO DEL TRAFICO Y LA TIERRA DE HERRAJES DE LA ENVOLVENTE MEDIANTE UN FLEJE MECÁNICO UBICADO EN EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE.  
 4.- LA GEOMETRÍA Y LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA PIESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN QUEDAN DEFINIDOS EN EL PLANO CTI-080000 DEL PRESENTE PROYECTO.  
 5.- LOS VALORES "a", "n" Y "u" DE LA CIMENTACIÓN SE DEFINEN EN EL PLANO CTI-090000 DEL PRESENTE PROYECTO.  
 6.- LOS APOYOS METÁLICOS DE CELOSA LLEVARÁN UN ANTESCALO TAL Y COMO SE DESCRIBE EN EL PLANO CTI-010000 DEL PRESENTE PROYECTO



**UNION FENOSA**

**distribución**

PROYECTO TIPO

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE

Sobre Apoyo de Hormigón o Metálico de Celosía

REV. 5 P. INDIA 1 DE 1

DISEÑO MT

C.T. SOBRE POSTE. CONDUCTOR LA-56

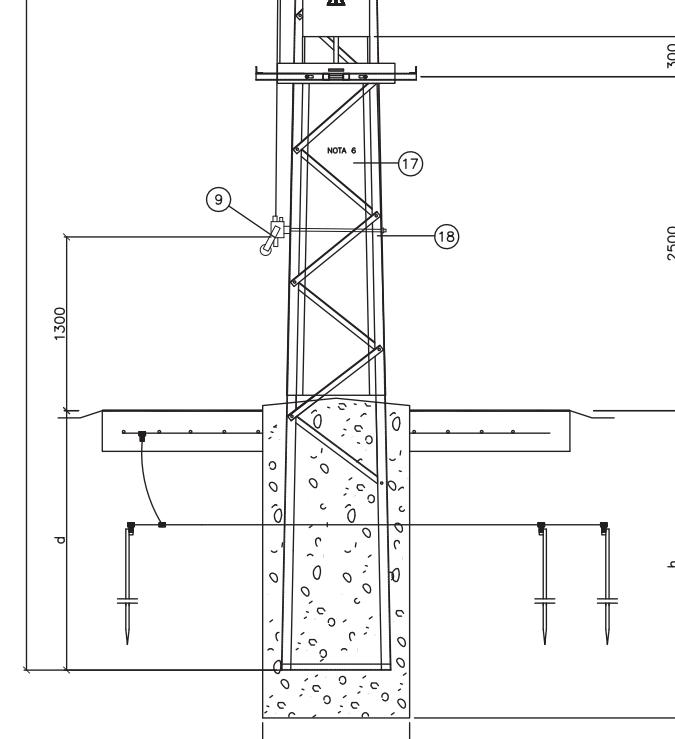
DETALLES DE MONTAJE. CARA LATERAL

APOYO CELOSIA C

PROYECTO CTI-050500

Nº PLANO

CTI-050500



---

**NOTAS**

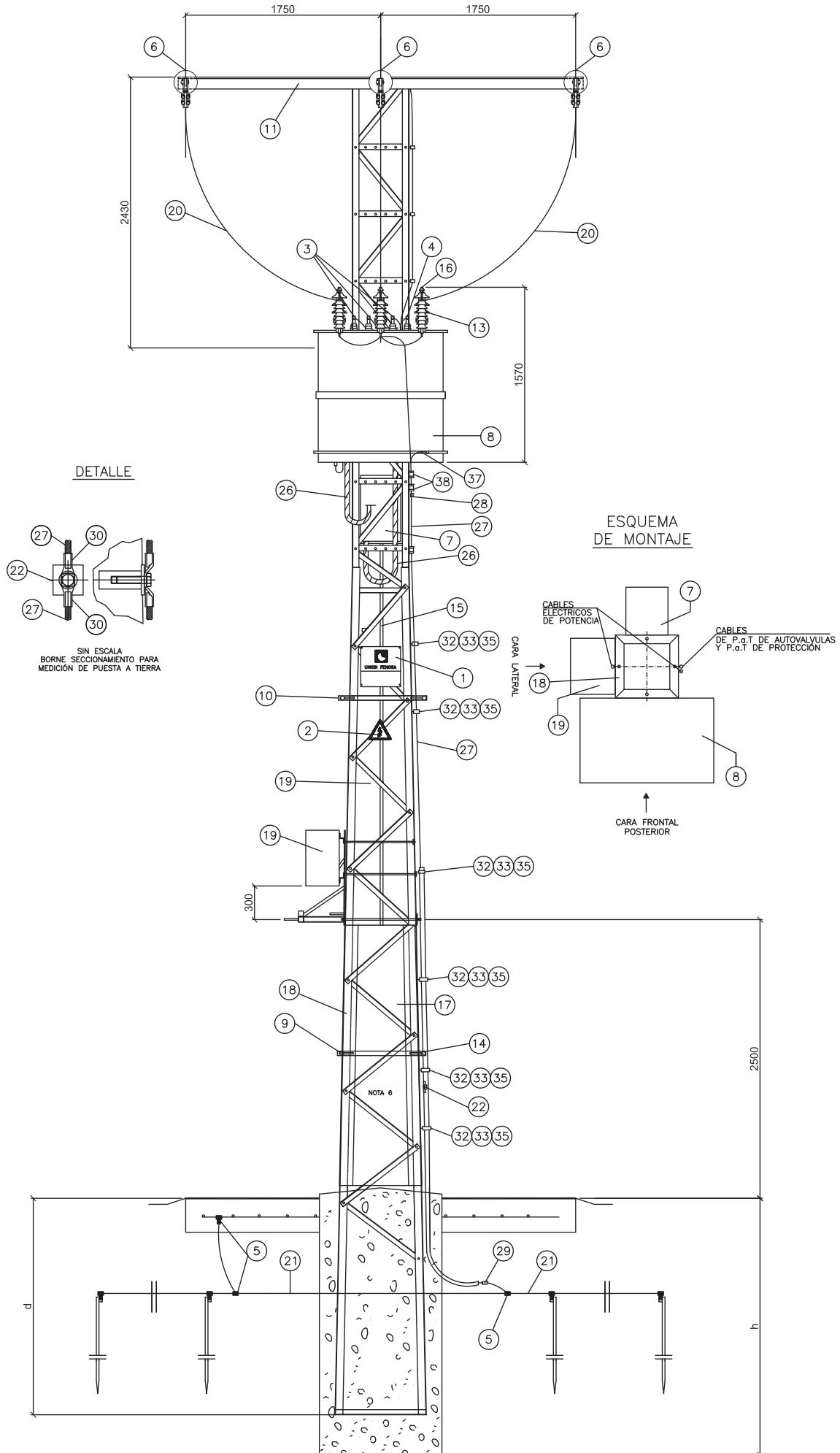
- 1.- PARA ESTE DETALLE DE MONTAJE, SE CONSIDERA QUE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE BT ESTÁ SITUADA EN EL PRIMER APoyo DE LA LINEA DE BT.

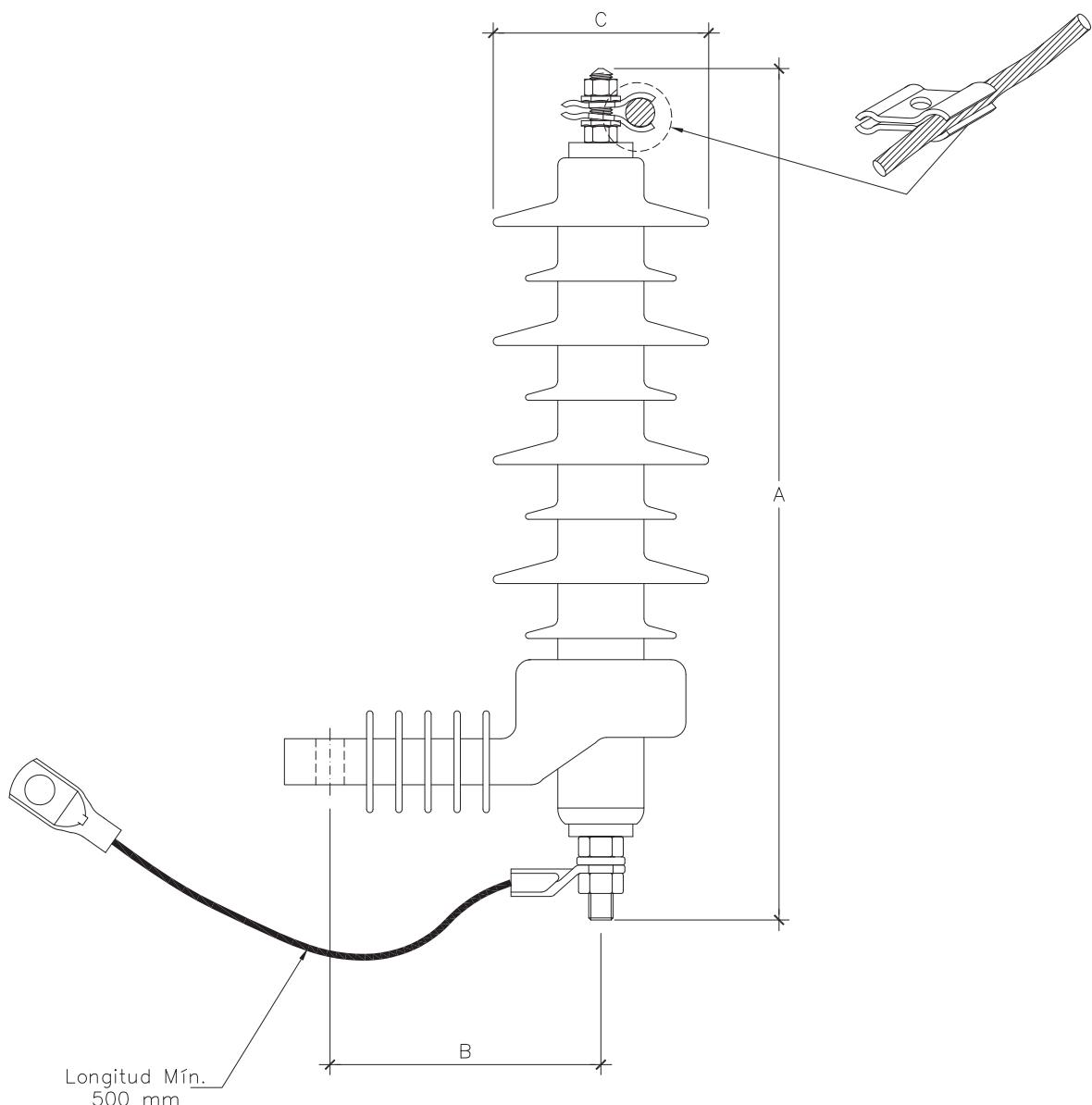
2.- LA APERTURA DEL INTERRUPTOR TETRÁPODAR DE BT NO INTERRUMPERÁ LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR, EN POSICIÓN DE ABERTURA SE ESTABLECERÁ UNA CONEXIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL NEUTRO DEL TRAFÓ Y LA TIERRA DE HERRAJES DE LA ENVOLVENTE MEDIANTE UN FLEJO MECÁNICO UBICADO EN EL INTERIOR DE LA ENVOLVENTE.

4.- LA GEOMETRÍA Y LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN QUEDAN DEFINIDOS EN EL PLANO CTI-080000 DEL PRESENTE PROYECTO.

5.- LOS VALORES " $a$ ", " $n$ " Y " $d$ " DE LA CIMENTACIÓN SE DEFINEN EN EL PLANO CTI-090000 DEL PRESENTE PROYECTO.

6.- LOS APoyos METÁLICOS DE GELOSIA LLEVARÁN UN ANTESCALO TAL Y COMO SE DESCRIBE EN EL PLANO CTI-010000 DEL PRESENTE PROYECTO.





Denominación	A (mm)	B (mm)	C (mm)
POME/17,5/10	340	130	94
POME/24/10	390	130	94

CTI-070000



UNION FENOSA

distribución

ESCALAS:

SIN

ESCALA

AUTOVÁLVULA

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

DISEÑO MT

REV. 1 HOJA 1 DE 1

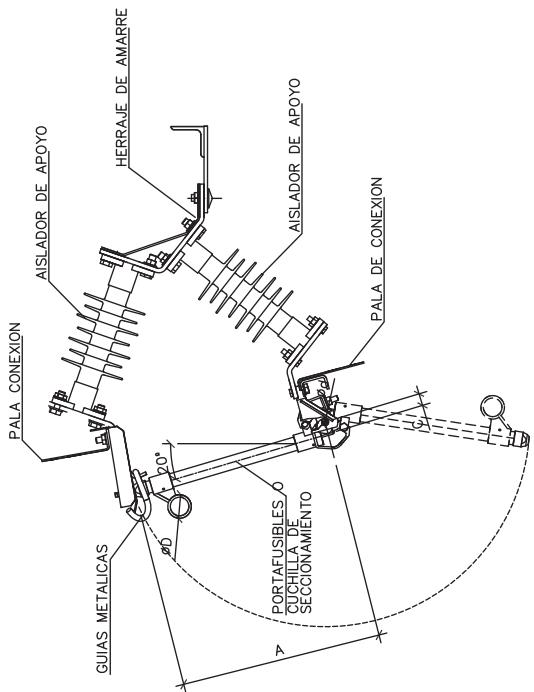
Nº PLANO CTI-070000

DIN-A4

L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

25/4/2017



CONJUNTO CORTACIRCUITO FUSIBLE DE EXPULSIÓN

ESCALA 1:10

CÓDIGO MATERIAL	TENSIÓN ASIGNADA (kV)	A (mm)	D (mm)	C (mm)	d (mm)	E (mm)	F (mm)
520010	24	380±2	23	43±6	12.5	13	20

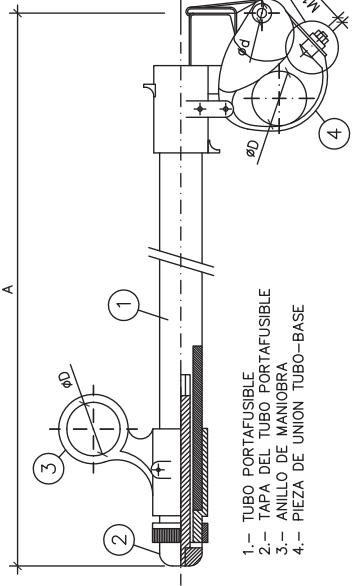
A

(3)

(2)

- 1.- TUBO PORTAFUSIBLE
- 2.- TAPA DEL TUBO PORTAFUSIBLE
- 3.- ANILLO DE MANOBRAS
- 4.- PIEZA DE UNIÓN TUBO-BASE

PORTAFUSIBLES  
ESCALA 1:10



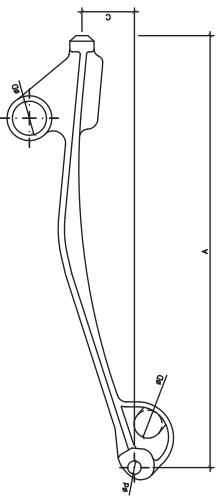
VER DETALLE 1  
SIN ESCALA

DETALLE 1  
SIN ESCALA

ROSCA DEL PROLONGADOR INTERIOR

MÉTRICA	LONGITUD (mm)
M6	>4

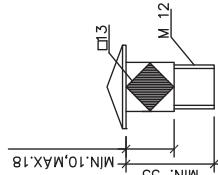
CÓDIGO MATERIAL	TENSIÓN ASIGNADA (kV)	A (mm)	D (mm)	C (mm)	d (mm)
520380	24	380±2	23	43±6	12.5



DETALLE 1  
SIN ESCALA

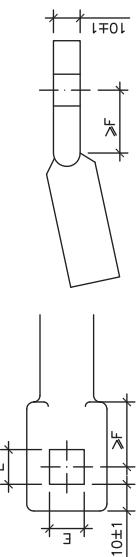
CÓDIGO MATERIAL	TENSIÓN ASIGNADA (kV)	A (mm)	D (mm)	C (mm)	d (mm)
761282	24	380±2	23	43±6	12.5

TORNILLO FIJACIÓN A SOPORTE UFD  
ESCALA 1:1

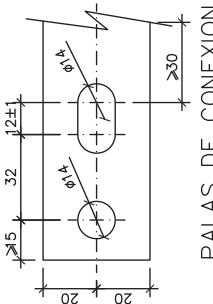


DETALLE 1  
SIN ESCALA

DETALLE 1  
SIN ESCALA



HERRAJE DE AMARRE  
ESCALA 1:2



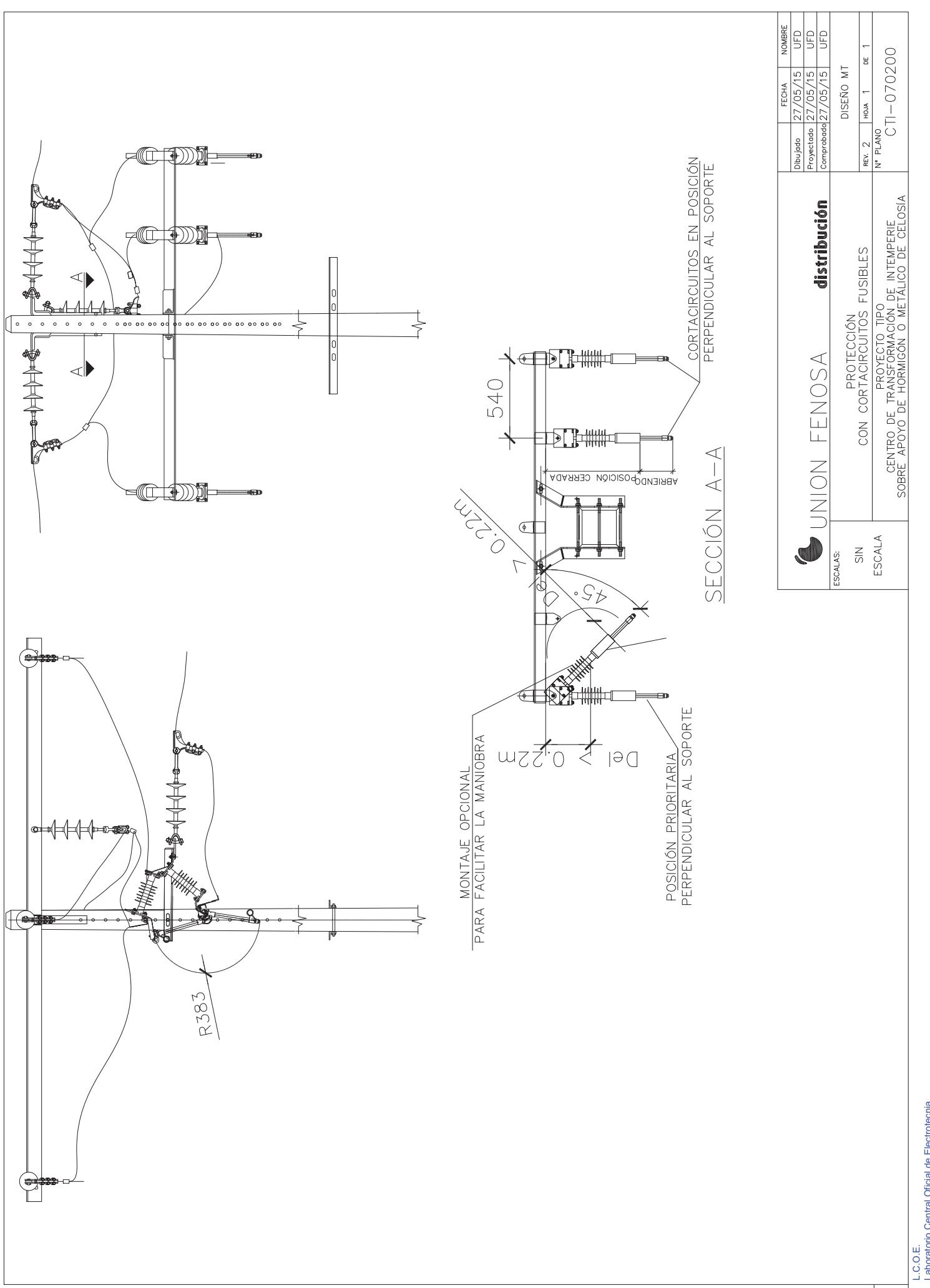
PALAS DE CONEXIÓN  
ESCALA 1:2

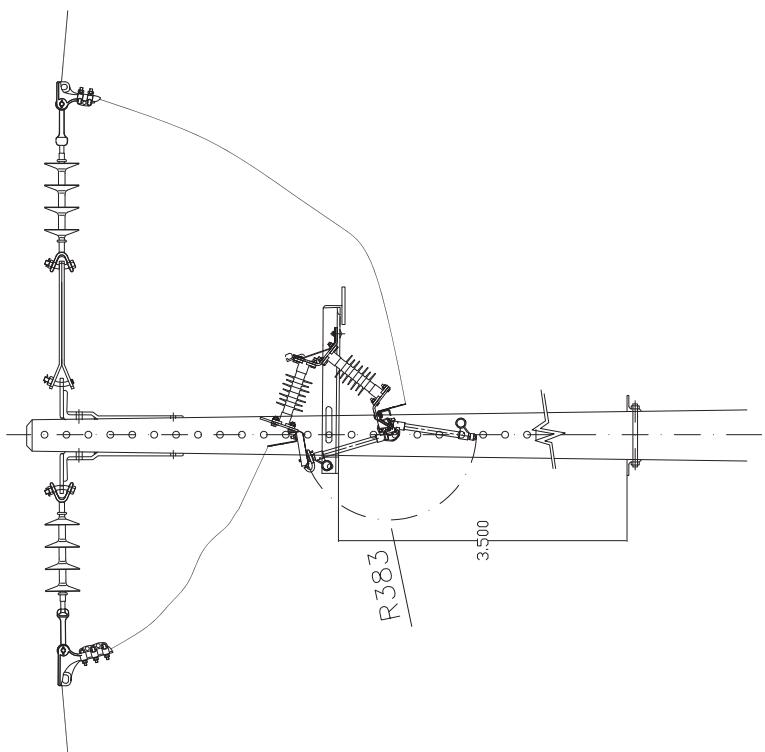
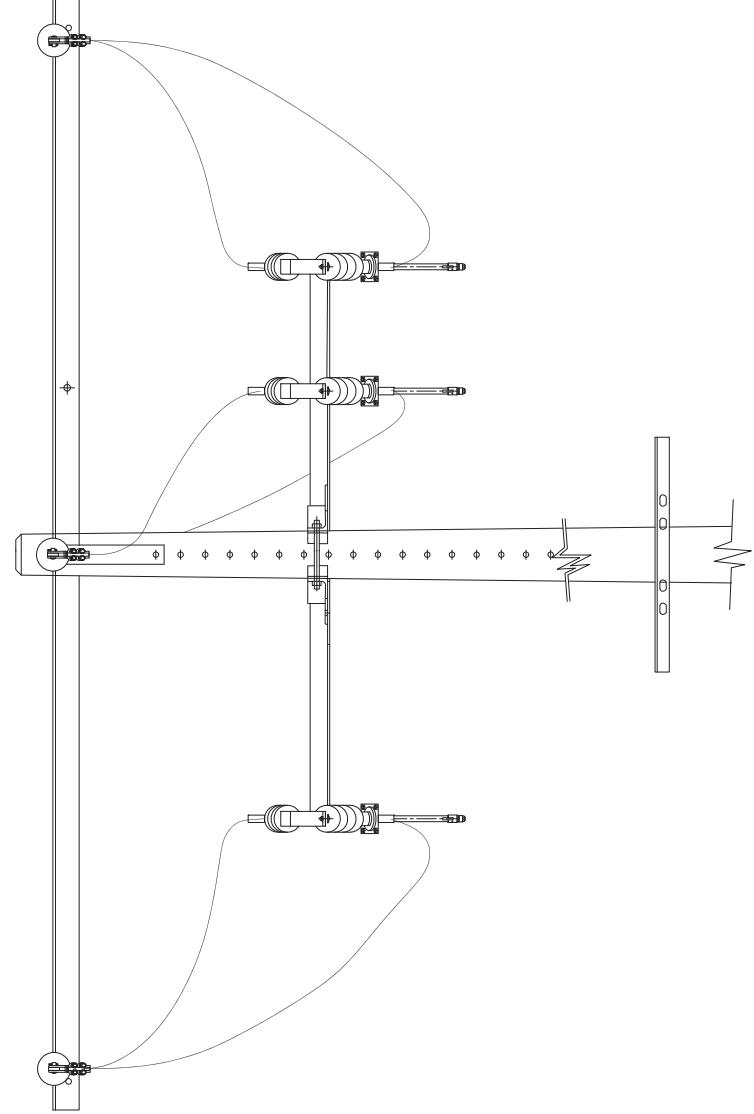
CUCHILLA SECCIONADORA

CÓDIGO MATERIAL	TENSIÓN ASIGNADA (kV)	A (mm)	D (mm)	C (mm)	d (mm)
761282	24	380±2	23	43±6	12.5

UNIÓN FENOSA distribución

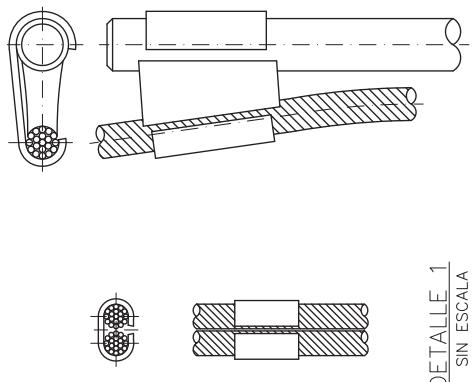
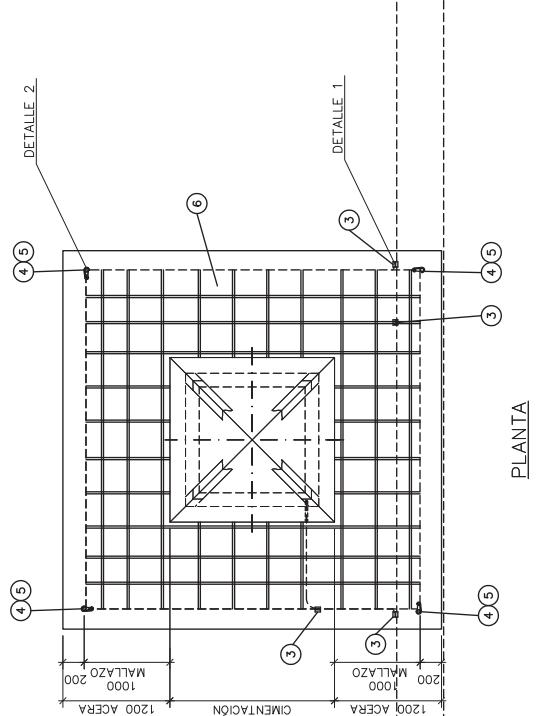
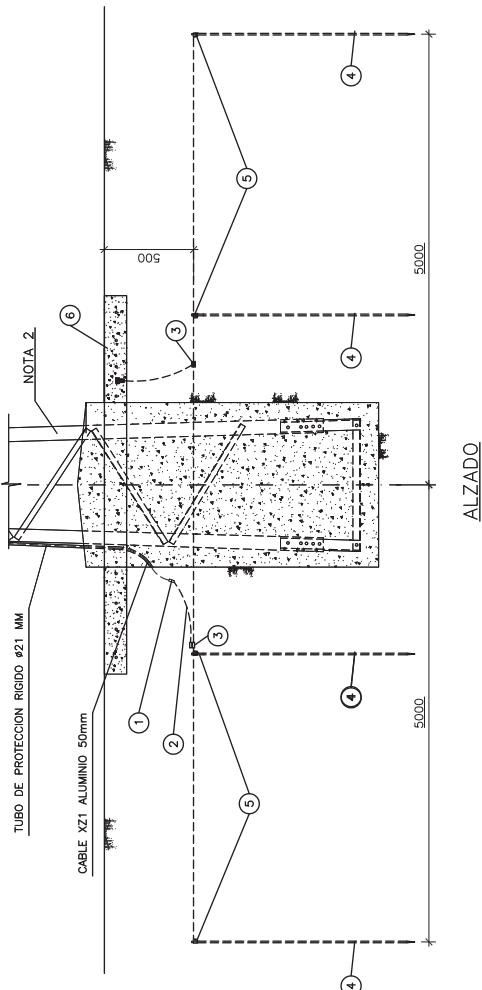
ESCALAS:	BASES CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE EXPULSIÓN	DISEÑO MT
1:10	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTENSIERIE SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA	REV. 2 HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO CTI - 070100
		DIN-A3





UNION FENOSA distribución		FECHA	NOMBRE
ESCALAS:		Dibujado 03/06/15 Proyectado 03/06/15 Comprobado 03/06/15	UFD UFD UFD
SECCIONAMIENTO		DISEÑO MT	
REV. 1	Hojas. 1 de 1		
Nº PLANO	C.TI-070300	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE SOBRE APOTRO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA	

C.TI-070300



DETALLE 2  
SIN ESCALA

DETALLE 1  
SIN ESCALA

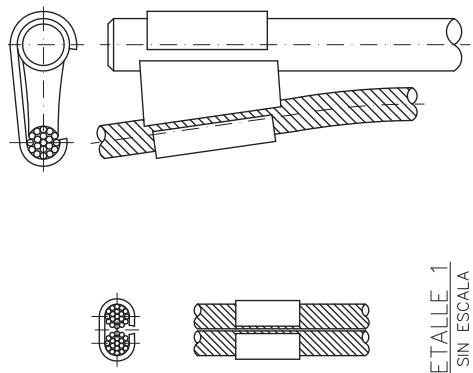
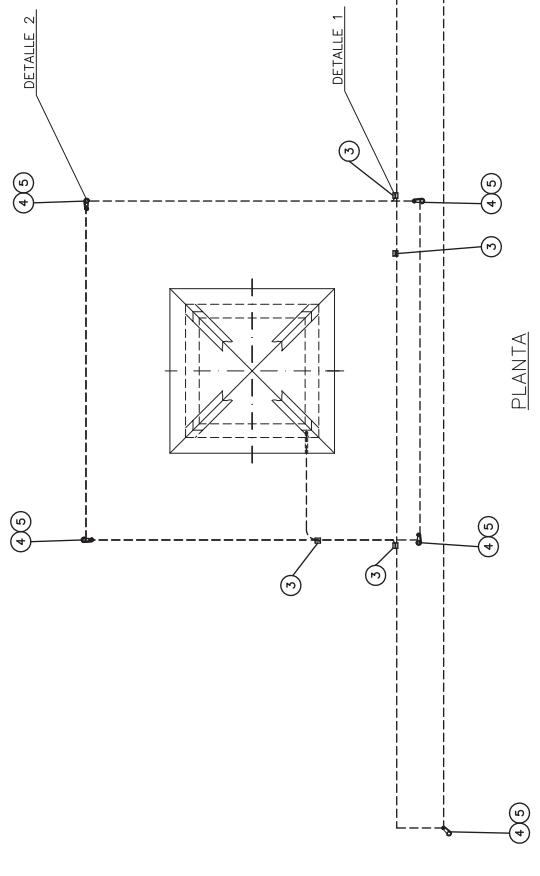
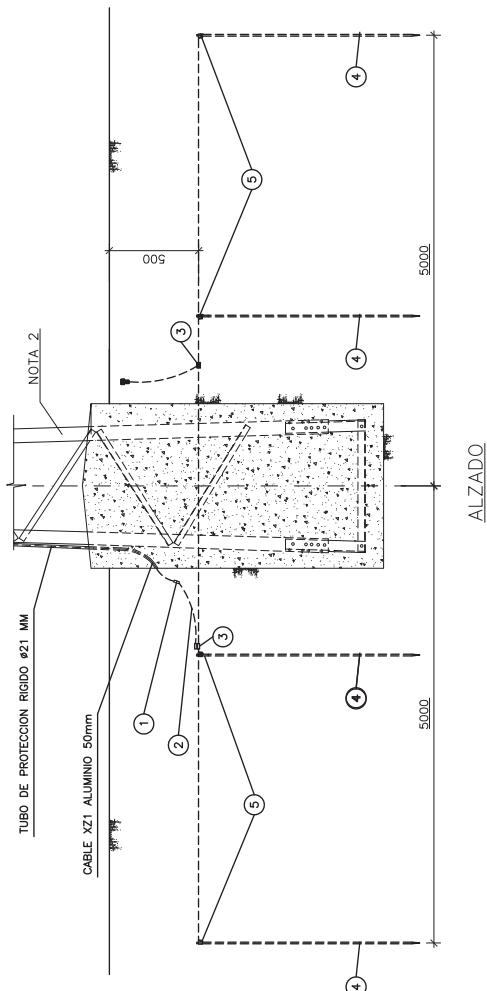


NOTAS:

- 1.- LA LINEA DE TIERRA SE PROTEGERÁ MEDIANTE UN TUBO DE PLÁSTICO DE Ø 21 MM EN EL TRAMO QUE DISCORRE EMBEBIDO EN LA CIMENTACIÓN.
- 2.- SI LOS APÓYOS SON METÁLICOS DE CELOSIA, SE ANADIRÁ ANTESCAZO METÁLICO, TAL Y COMO SE DESCRIBE EN EL PLANO CTI-010000.

UNION FENOSA distribución			
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA GENERAL APoyo DE CELOSIA C	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGON O METALICO DE CELOSIA	DISEÑO MT
1:40			
REV. 3	HORA 1 DE 3	Nº PLANO CTI-080000	
Dibujoado 16/03/16	Proyectado 16/03/16	Comprobado 16/03/16	UFID

CTI-080000



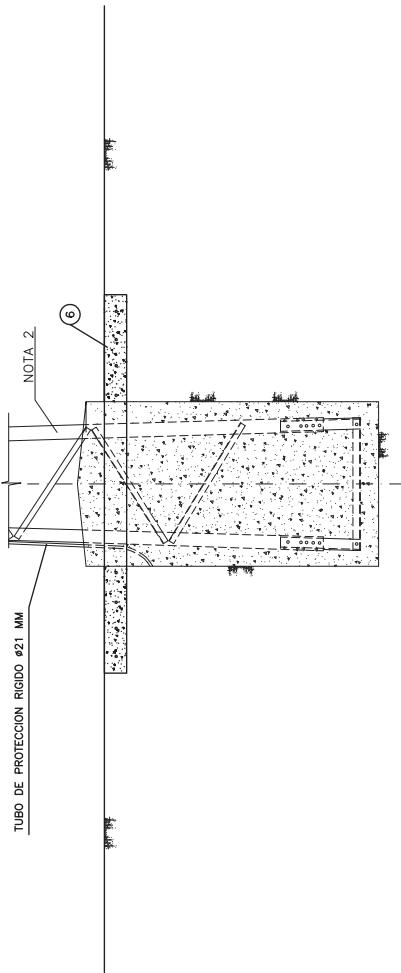
LEYENDA

- - - Electrero horizontal
- | — Electrero vertical

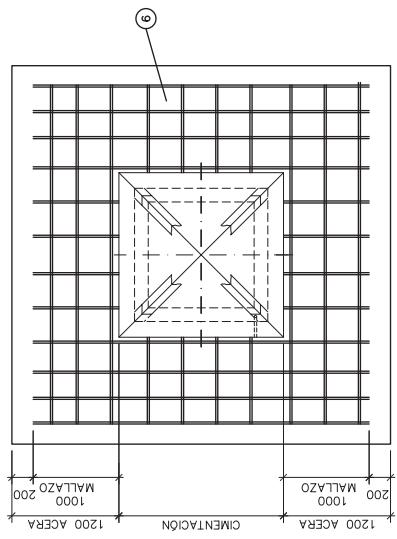
NOTAS:

- 1.- LA LINEA DE TIERRA SE PROTEGERÁ MEDIANTE UN TUBO DE PLÁSTICO DE Ø 21 MM EN EL TRAMO QUE DISCORRE EMBEBIDO EN LA CIMENTACIÓN.
- 2.- SI LOS APÓS SON METÁLICOS DE CELOSIA, SE ANADIRÁ ANTESCAZO METÁLICO, TAL Y COMO SE DESCRIBE EN EL PLANO CTI-010000.

UNION FENOSA <b>distribución</b>			
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA GENERAL APoyo DE CELOSIA C ELECTRODOS	DISEÑO MT	NOMBRE
1:40		16/03/16 UFD	
		16/03/16 UFD	
		16/03/16 UFD	
		REV. 3 HORA 2 DE 3	Nº PLANO
			CTI-080000
			PROYECTO TIPO
			CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE
			Sobre Apoyo de Hormigon o Metalico de Celosia



ALZADO



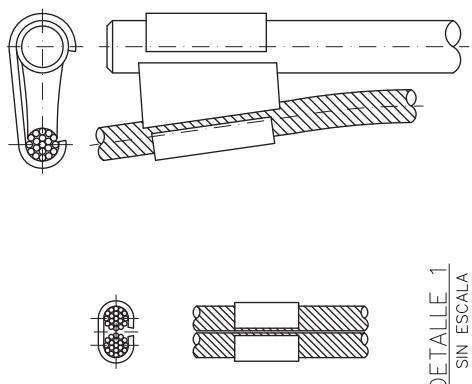
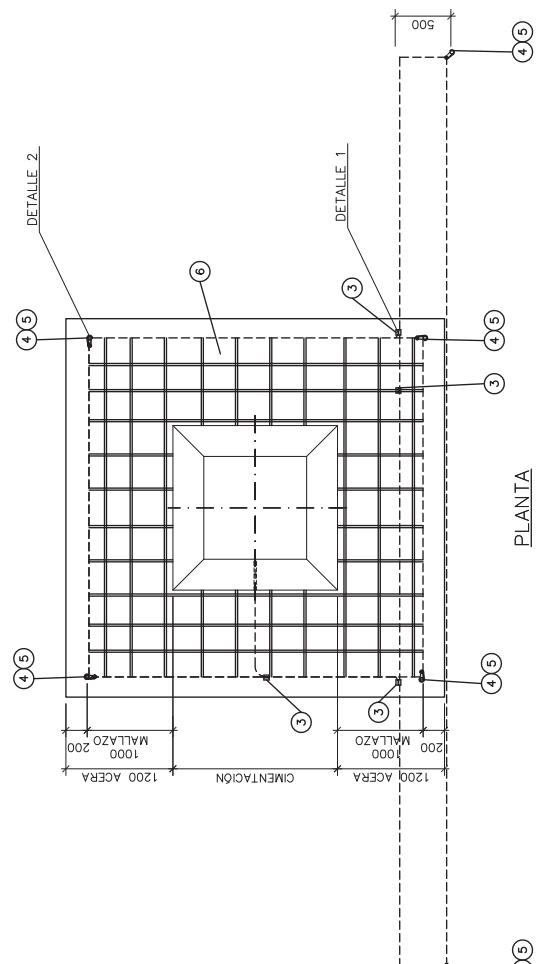
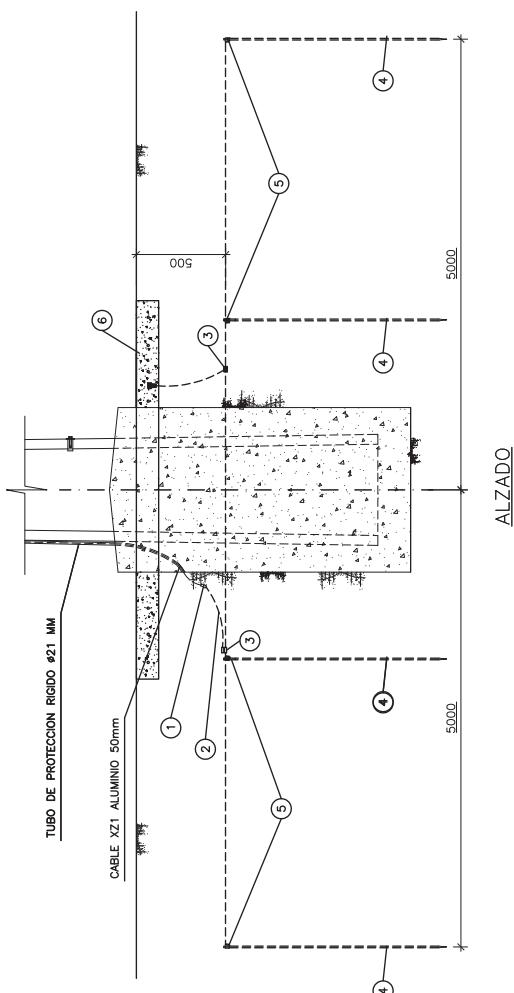
PLANTA

NOTAS:  
 1.- LA LINEA DE TIERRA SE PROTEGERÁ MEDIANTE UN TUBO DE PLÁSTICO DE Ø 21 MM EN EL TRAMO QUE DISCORRE EMBEBIDO EN LA CIMENTACIÓN.  
 2.- SI LOS APÓS SON METÁLICOS DE CELOSIA, SE ANADIRÁ ANTESCALO METÁLICO, TAL Y COMO SE DESCRIBE EN EL PLANO CTI-010000.

UNION FENOSA <b>distribución</b>			
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA GENERAL APOYO DE CELOSIA C PLATAFORMA EQUIPOTENCIAL	DISEÑO MT	Nº PLANO
1:40	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTENPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSIA	REV. 3 Hora 3 de 3	CTI-080000

Nº de Piezas	Denominación	Marca	DIN-A3
9m <sup>2</sup>	ACERA PERIMETRAL (LOSA DE HORMIGÓN ARMADO HA-25/B40/Ilo + MALLA ELECTROSOLDADA ME 300x300 5-5 B500s.)	6	Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia 25/4/2017

CTI-080000



DETALLE 2  
SIN ESCALA

DETALLE 1  
SIN ESCALA

LEYENDA

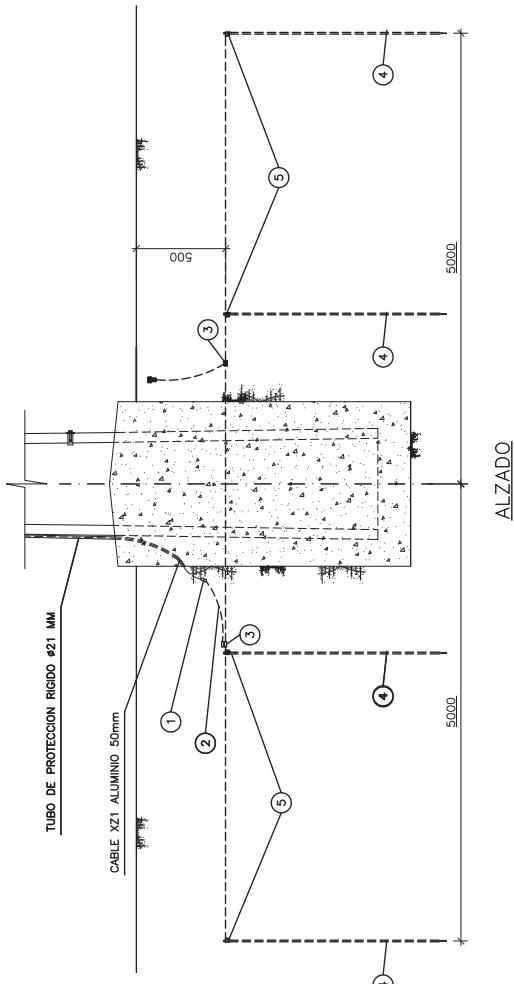
- Electrodo horizontal
- Electrodo vertical

NOTAS:

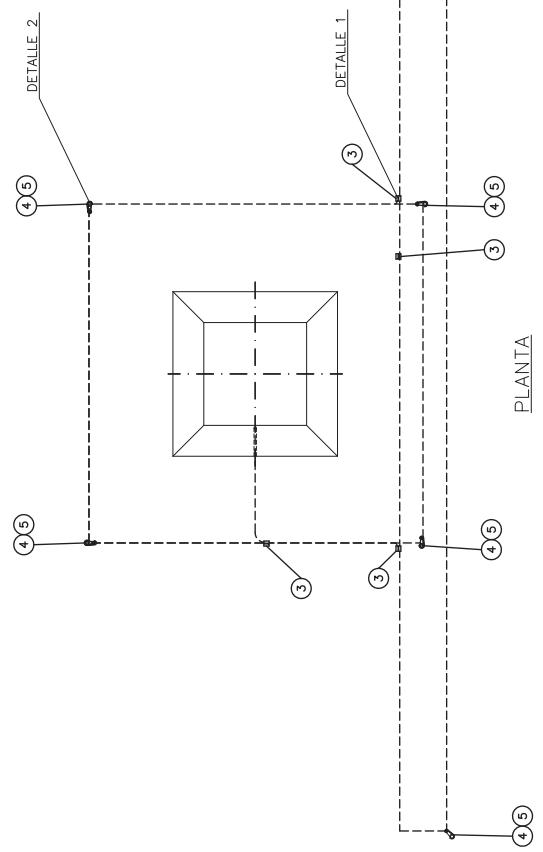
1.— LA LINEA DE TIERRA SE PROTEGERÁ MEDIANTE UN TUBO DE PLÁSTICO DE Ø 21 MM EN EL TRAMO QUE DISCORRE EMBEBIDO EN LA CIMENTACIÓN.

UNION FENOZA distribución				DISEÑO MT
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA GENERAL APoyo DE HORMIGON HVH	1:40	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APoyo DE HORMIGON ARMADO HA-25/B40/Ilo + MALLA ELECTROSOLDADA ME 300x300 5-5500s. )	REV. 3 HOJA 1 DE 3
				Nº PLANO CTI - 080100
				DIN-A3

CTI - 080100



ALZADO



CTI-080100



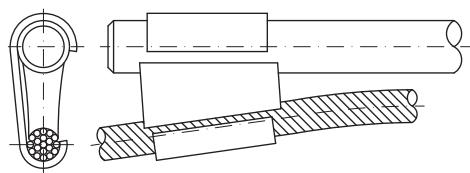
DETALLE 1  
SIN ESCALA

DETALLE 2  
SIN ESCALA



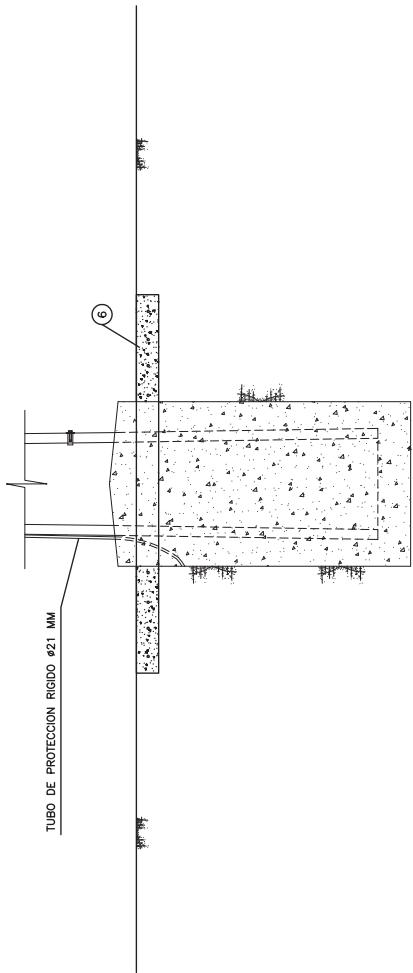
NOTAS:

1.- LA LINEA DE TIERRA SE PROTEGERÁ MEDIANTE UN TUBO DE PLÁSTICO DE Ø 21 MM EN EL TRAMO QUE DISCORRE EMBEBIDO EN LA CIMENTACIÓN.

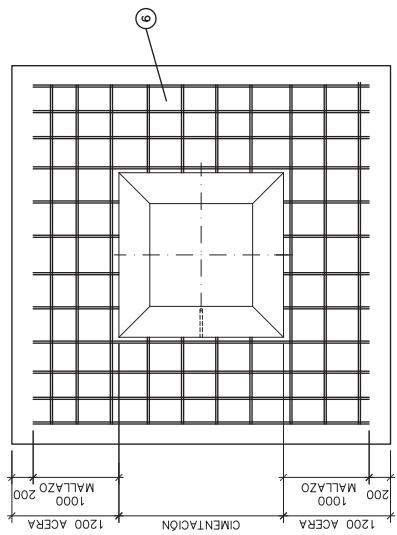


**UNION FENOZA distribución**

PUESTA A TIERRA GENERAL		DISEÑO MT
ESCALAS:	APOYO DE HORMIGON HVH ELECTRODOS	
1:40	PROYECTO TIPO CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APOYO DE HORMIGON O METALICO DE CELOSIA	REV. 3 HOJA 2 DE 3
		Nº PLANO CTI-080100



ALZADO

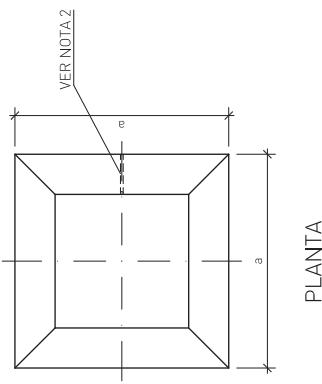
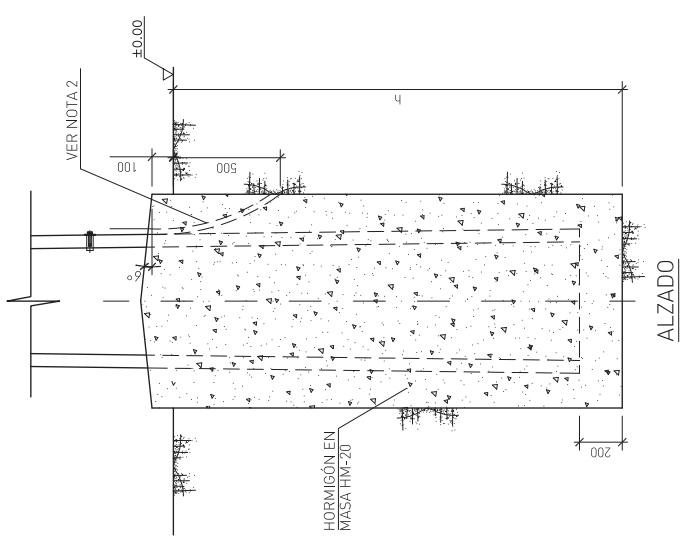


PLANTA

NOTAS:  
1.- LA LINEA DE TIERRA SE PROTEGERÁ MEDIANTE UN TUBO DE PLÁSTICO DE Ø 21 MM EN EL TRAMO QUE DISCORRE EMBEBIDO EN LA CIMENTACIÓN.

UNION FENOSA		distribución	DISEÑO MT
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA GENERAL APOYO DE HORMIGON HVH PLATAFORMA EQUIPOTENCIAL	1:40	REV. 3 HOJA 3 DE 3
			Nº PLANO CTI - 080100
			DIN-A3
			Denominación ACERA PERIMETRAL (LOSA DE HORMIGÓN ARMADO HA-25/B40/Ilo + MALLA ELECTROSOLDADA ME 300x300 5-5 8500s.)
			Marca 6
			Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia
			25/4/2017

CTI-080100



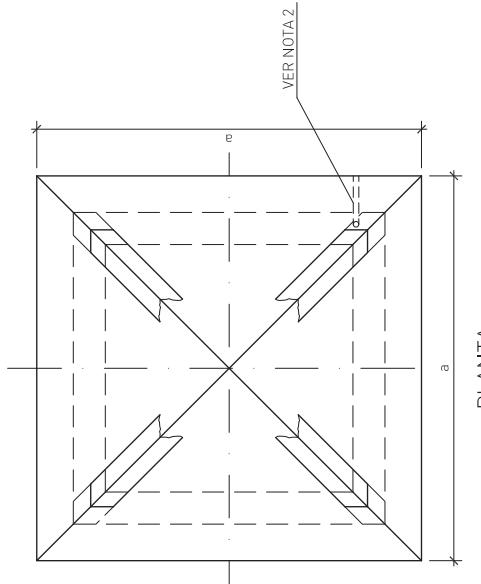
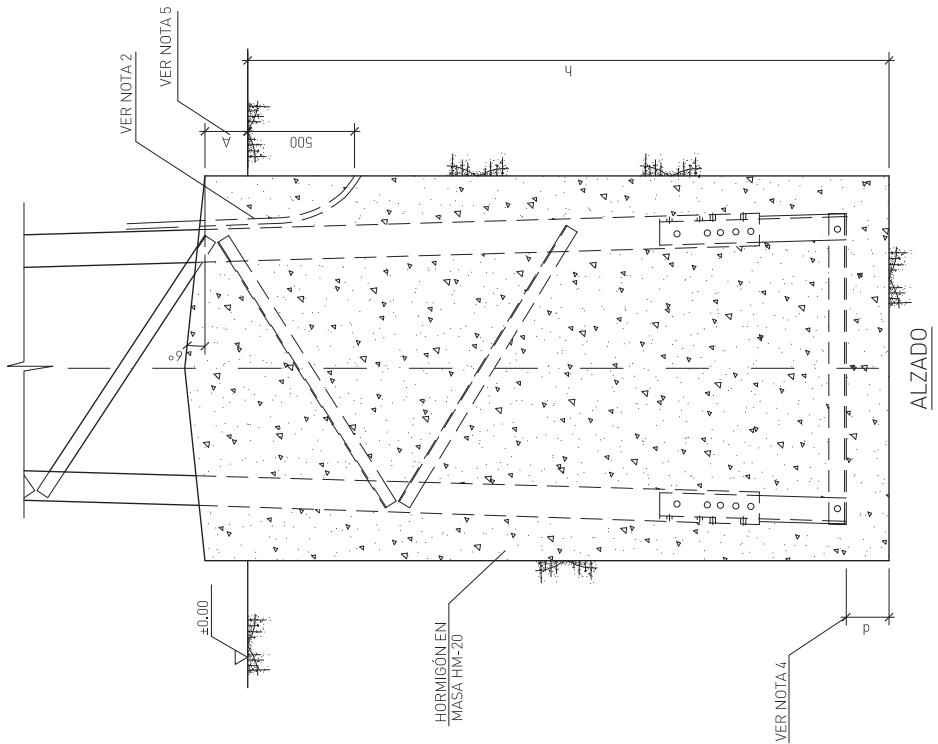
ESFUERZO ÚTIL (daN)	ALTURA H (m)	CLASE DE TERRENO			
		TERRENO FLUIDO (K=8)	TERRENO NORMAL (K=12)	TERRENO ROCOSO (K=16)	
a [m]	h [m]	V [m³]	a [m]	h [m]	V [m³]
1600	11	1,10	2,10	2,54	0,90
	13	1,10	2,20	2,66	1,00
2500	11	1,30	2,30	3,89	1,20
	13	1,30	2,40	4,06	1,20
			2,20	3,17	1,10
			2,20	3,17	2,10
					2,54

NOTAS:  
 1.- LAS CIMENTACIONES SE REALIZARÁN CONFORME A CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) Y NBE EHE-08 EN DOS FASES:  
     - al SOLERA DE 0,2m.  
     - al RESTO DE CIMENTACIÓN  
 2.- LA CIMENTACIÓN LLEVARÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø21 mm PARA CABLES DE P.A.T.

ESCALAS:	CIMENTACIONES	distribución			DISEÑO MT
		NOMBRE	FECHA	NOMBRE	
1:25	APOYO DE HORMIGÓN HVH	Dibujado	10/03/16	U.F.D.	
		Comprobado	10/03/16	U.F.D.	
		Aprobado	10/03/16	U.F.D.	

REV. 3	EDAD 1	DE 1
NP PLAND	PROYECTO TIPO	
CTI-090000	CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE	
	Sobre Apoyo de Hormigón HVH	



ESFUERZO UTIL (kN)	ALTURA H (m)	CLASE DE TERRENO			
		TERRENO F-0.00 (K=8)	TERRENO NORMAL (K=12)	TERRENO ROCOSO (K=16)	TERRENO ROCOSO (K=16)
2000	12	1,10	2,30	2,78	2,54
	14	1,20	2,30	3,31	3,02
3000	12	1,10	2,50	3,03	2,78
	14	1,20	2,60	3,74	3,46

NOTAS:  
1.- LAS CIMENTACIONES SE REALIZARÁN CONFORME A CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) Y NBE EHE-08 EN DOS FASES:  
- a) SOLERA DE 0,10/2m.  
- b) RESTO DE CIMENTACIÓN.

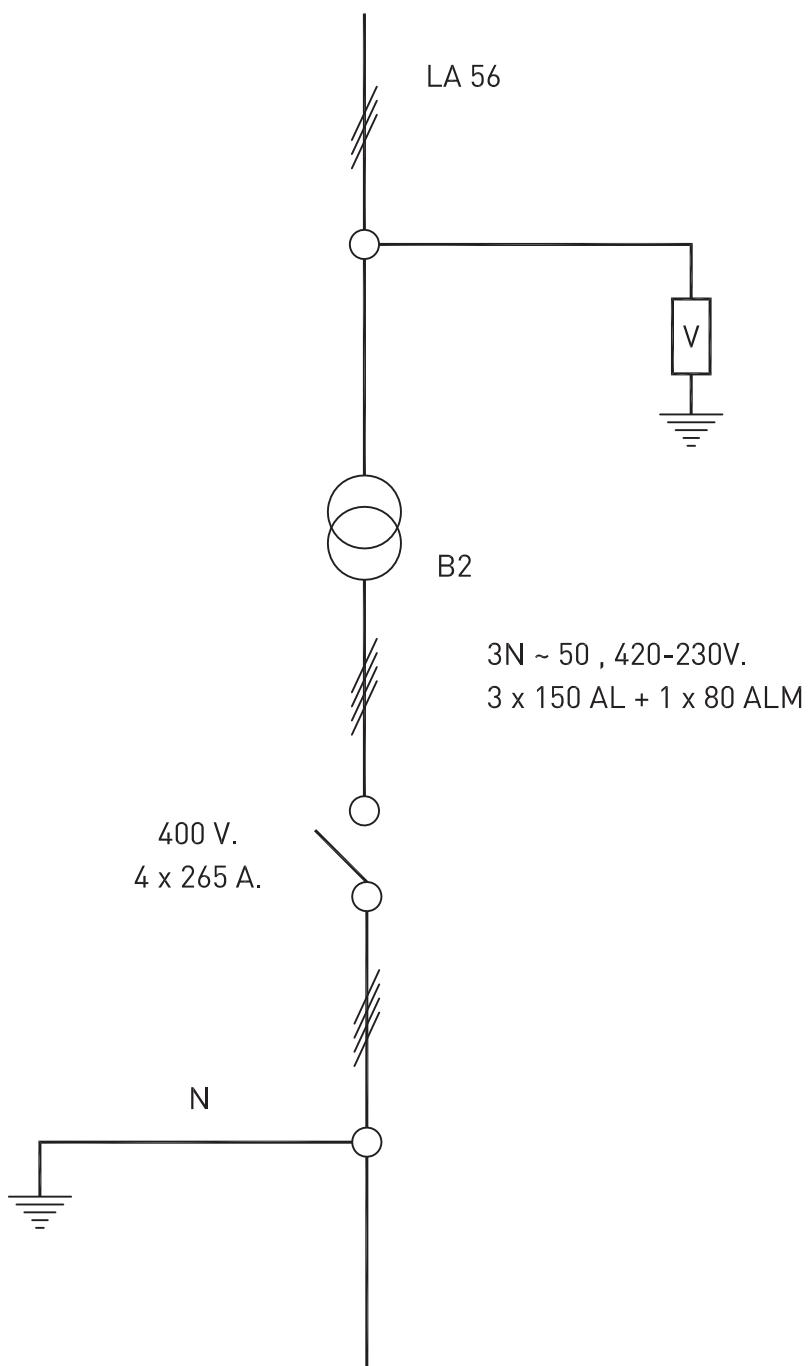
2.- LA CIMENTACIÓN LLEVARÁ ENBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø21 mm PARA LOS CABLES DE P.A.T.

3.- LONGITUD DEL APOYO. LA ALTURA LIBRE EXACTA SE OBTENDRÁ RESTANDO A LA LONGITUD DEL APORTE LA PARTE EMPOTRADA.

4.- LA COTA J SERÁ 100mm PARA LOS APOYOS C-2000 Y C-3000.

5.- LA COTA A SERÁ 100 mm PARA LOS APOYOS EN TERRENOS NORMALES Y DE 200 mm PARA TERRENOS DE CULTIVO.

ESCALAS:	CIMENTACIONES	distribución			DISEÑO MT
		REV.	FECHA	NOMBRE	
1:25	APoyo de celosia C	1	07/03/16	U.F.D.	
	PROYECTO TIPO				
	CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTENPERIE				
	Sobre Apoyo Metálico de Celosia				
	CTI-090100				
	Nº PLANO				
	DIN-A3				



CTI-095100



UNION FENOSA

**distribución**

ESCALAS:

ESQUEMA UNIFILAR

DIN-A4  
L.C.O.E.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia

25/4/2017

PROYECTO TIPO  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE INTEMPERIE  
SOBRE APOYO DE HORMIGÓN O METÁLICO DE CELOSÍA

FECHA	NOMBRE
03/12/2015	UFD
03/12/2015	UFD
03/12/2015	UFD
DISEÑO MT	
REV. 1	HOJA 1 DE 1
Nº PLANO	
CTI-095100	

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

## 4. Normas de prevención de riesgos laborales y de protección de medio ambiente

### 4.1. Objeto

El presente documento tiene por objeto el precisar las normas de seguridad para la prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental a desarrollar en cada caso para las obras contempladas en este Proyecto Tipo.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 142 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

## 4.2. Legislación de Seguridad Aplicable

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
05/02/2009	Nacional	Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
09/06/2014	Nacional	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.
08/11/1985	Nacional	Real Decreto 2291/1985, de 8 noviembre, que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantención. (BOE 296 de 11 de diciembre 1985).
30/07/1988	Nacional	Real Decreto 833/1933, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de Residuos tóxicos y peligrosos
05/07/1997	Nacional	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante R.D. 833/1988, de 20 de julio.
07/05/1999	Nacional	Orden de 29 de abril de 1999, por la que se modifica la Orden de 6 de mayo de 1988 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
04/09/2006	Nacional	Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
11/03/2006	Nacional	Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
01/03/2002	Nacional	Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
02/12/2000	Nacional	Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.

**IT.08023.ES-DE.NOR**

**Edición: 1**

**Fecha: 30/01/2017**

 **UNIÓN FENOSA**

**distribución**

**Página: 143 de 157**

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
16/07/1992	Nacional	Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria
20/11/1992	Nacional	Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
20/11/1992	Nacional	Corrección de erratas del Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
05/11/1993	Nacional	Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios
05/11/1993	Nacional	Corrección de errores del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios
03/02/1995	Nacional	Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del Material Eléctrico destinado a ser utilizado en determinados Límites de Tensión. (BOE 53/1995, de 3 marzo 1995).
13/11/2015	Nacional	Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
03/02/1995	Nacional	Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
08/11/1995	Nacional	Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
23/12/2009	Nacional	Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
17/01/1997	Nacional	Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real decreto 39/1997, de 17 de enero.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 144 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
20/02/1997	Nacional	Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluye pantallas de visualización.
18/04/1997	Nacional	Modificación del Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social (Real Decreto 576/1997 de 18 de abril)
12/05/1997	Nacional	Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
12/05/1997	Nacional	Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
30/05/1997	Nacional	Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
16/07/1999	Nacional	Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
18/07/1997	Nacional	Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

IT.08023.E8-DE.NOR	UNION FENOSA	distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1			Página: 145 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
01/08/1997	Nacional	Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por REAL DECRETO 2291/1985, de 8 noviembre. BOE núm. 234 de 30 de septiembre de 1997.
05/09/1997	Nacional	Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad de los trabajadores en las actividades mineras.
24/10/1997	Nacional	Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
26/01/1999	Nacional	Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
18/02/1998	Nacional	Resolución de 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
25/03/1998	Nacional	ORDEN de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE núm. 76 de 30 de marzo BOE, n.º 76 30/03/1998
16/04/1998	Nacional	Orden de 16 de abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los Apéndices del mismo.
05/02/1999	Nacional	Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
08/04/1999	Nacional	Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 146 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
29/04/1999	Nacional	Orden de 29 de abril de 1999 por la que se modifica la Orden de 6 de mayo de 1988 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
10/11/2000	Nacional	Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
05/06/2000	Nacional	Orden de 5 de junio de 2000 por la que se modifica la ITC MIE-AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión
16/06/2000	Nacional	Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. (Fecha actualización 20 de octubre de 2000)
01/12/2000	Nacional	Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
06/04/2001	Nacional	Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
08/06/2001	Nacional	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.
02/08/2002	Nacional	Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
26/11/2002	Nacional	Resolución de 26 de noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@) que facilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.

IT.08023.E\$-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 147 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
19/11/2002	Nacional	Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
12/06/2003	Nacional	Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
27/06/2003	Nacional	Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
27/06/2003	Nacional	Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas
12/12/2003	Nacional	Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
30/01/2004	Nacional	Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
12/11/2004	Nacional	Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
03/12/2004	Nacional	Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
08/04/2005	Nacional	Real Decreto 366/2005, de 8 de abril, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE AP-18 del Reglamento de aparatos a presión, referente a instalaciones de carga e inspección de botellas de equipos respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 148 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
05/11/2005	Nacional	Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
28/03/2006	Nacional	Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
11/04/2006	Nacional	Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicable a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
29/05/2006	Nacional	Real Decreto 604/2006 por el que se modifica el real decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
19/10/2006	Nacional	Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción
24/03/2007	Nacional	Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
25/08/2007	Nacional	Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
19/03/2008	Nacional	Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09.
10/10/2008	Nacional	Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
13/03/2009	Nacional	Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 149 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
23/01/2010	Nacional	Orden PRE/52/2010, de 21 de enero, por la que se modifican los anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos, aprobado por RD 2822/1998.
06/03/2010	Nacional	Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia.
19/03/2010	Nacional	Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
27/04/2010	Nacional	Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades de los centros de trabajo.
20/09/2010	Nacional	Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorizaciones para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
09/10/1997	Autonómico CAM	Decreto 126/1997, de 9 de Octubre, que establece la obligación del depósito y registro de las actas de designación de los delegados de prevención.
11/05/2001	Autonómico- CAM	Decreto 53/2001, de 3 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se modifica el Anexo I del Decreto 126/1997, de 9 de octubre, por el que se establece la obligación del depósito y registro de las actas de designación de Delegados de Prevención.
28/07/1997	Autonómico CAM	Orden 2243/1997, de 28 de Julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la C.A.M., sobre grúas torre desmontables.

IT.08023.ES-DE.NOR	UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 150 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
30/06/1998	<b>Autonómico CAM</b>	Orden 2988/1998, de 30 de junio, por la que se establecen los requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción.
04/04/2016	<b>Autonómico CAM</b>	Orden de 14 de marzo de 2016, de la Consejería de Economía, Empleo y Hacienda, por la que se deroga la Orden 7881/1998, de 20 de noviembre, para la obtención del carné de Operador de Grúas.
25/02/1999	<b>Autonómico CAM</b>	Decreto 33/1999, de 25 de febrero, por el que se crean el Registro y el fichero manual y el fichero automatizado de Coordinadores de Seguridad y Salud.
12/05/2000	<b>Autonómico CAM</b>	Decreto 67/2000, de 27 de abril, del Consejo de Gobierno, por el que se modifica el Decreto 33/1999, de 25 de febrero, por el que se crean el Registro y el fichero manual y el fichero automatizado de Coordinadores de Seguridad y Salud.
03/05/2001	<b>Autonómico CAM</b>	Decreto 53/2001, de 3 de mayo, por el que se modifica el Decreto 126/1997, de 9 de octubre, que establece la obligación del depósito y registro de las actas de designación de Delegados de Prevención. Deroga Decreto 53/1999, de 15 de abril.
19/08/2010	<b>Autonómico CAM</b>	Orden 2674/2010, de 12 de julio, de la Consejería de Empleo, Mujer e Inmigración, por la que se aprueban los modelos oficiales para la comunicación de apertura o reanudación de la actividad en los centros de trabajo ubicados en la Comunidad de Madrid.
31/07/2009	<b>Autonómico CAM</b>	Decreto 58/2009, de 4 de junio, del Consejo de Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA).
27/09/2013	<b>Autonómico Xunta Galicia</b>	Orden, de 4 de septiembre de 2013, por la que se regula el registro de las actas de designación de delegados y delegados de prevención de riesgos laborales.
04/12/2000	<b>Autonómico Xunta Galicia</b>	Orden, de 4 de diciembre, de la Consejerías de Presidencia y Administraciones Pùblicas y de Justicia, por la que se regulan la utilización de técnicas electrónicas, informáticas y telemáticas en el procedimiento de presentación de los partes de accidente de trabajo y enfermedades profesionales a través de Internet.

<b>IT.08023.E\$-DE.NOR</b>	 <b>UNIÓN FENOSA</b>	<b>distribución</b>	<b>Fecha: 30/01/2017</b>
<b>Edición: 1</b>			<b>Página: 151 de 157</b>

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
03/04/2007	<b>Autonómico</b> <b>Xunta Galicia</b>	Ley 3/2007, de 9 de abril, de la Comunidad de Galicia, de prevención y defensa contra los incendios forestales.
29/03/2011	<b>Autonómico</b> <b>Castilla la Mancha</b>	Orden 09/03/2011, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por lo que se aprueban los pliegos especiales de condiciones técnico-facultativas, para la regulación de la ejecución de los aprovechamientos forestales (maderables y leñosos, incluida la biomasa forestal, y corcho) y las normas técnicas para la realización de los aprovechamientos de frutos forestales, apícila, hongos y setas, áridos y plantas aromáticas, medicinales y alimentarias, en montes de propiedad privada, y en los montes públicos patrimoniales y demaniales no gestionados por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
07/07/2006	<b>Autonómico</b> <b>Castilla y León</b>	Orden MAM/1147/2006, de 7 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla y León, por la que se establecen normas sobre la utilización del fuego y se fijan medidas preventivas
25/06/2007	<b>Autonómico</b> <b>Castilla y León</b>	Orden MAM/1110/2007, de 19 de junio, por la que se modifica la Orden MAM/1147/2006, de 7 de julio.

IT.08023.E\$-DE.NOR	 <b>UNIÓN FENOSA</b>	distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1			Página: 152 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Prohibida su reproducción

## 4.3. Normativa medioambiental

### 4.3.1. Objeto y campo de aplicación

El presente documento determina las condiciones mínimas que se deberán cumplir con la normativa medioambiental vigente para la ejecución de las obras de instalación de CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN INTEMPERIE SOBRE APOYO DE HORMIGON, así como los requisitos internos de las instalaciones de UNION FENOSA **distribución** en lo referente a protección medioambiental.

### 4.3.2. Ejecución del trabajo

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los siguientes requisitos ambientales:

#### Condiciones ambientales generales:

Se deberá cumplir con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de Unión Fenosa en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental o Planes de Vigilancia Ambientales.

Se deberán realizar los trabajos de acuerdo con las condiciones que resulten de la evaluación ambiental emitidas por la administración competente.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA <b>distribución</b>	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 153 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

## Atmósfera:

Se deberá evitar la dispersión de material por el viento, poniendo en marcha las siguientes medidas:

- Proteger el material de excavación y/o construcción en los sitios de almacenamiento temporal.
- Reducir el área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Empedrizar lo más rápido posible las áreas de suelo desnudo.
- Realizar la carga y transporte de materiales al sitio de las obras vigilando que no se generen cantidades excesivas de polvo, cubriendo las cajas de los camiones.

## Residuos:

Se deberá implementar como primera medida una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: Reducir, reutilizar, reciclar y disponer en un vertedero autorizado.

Las zonas de obras se conservarán, limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin, evitando siempre la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con cualquier otro tipo de residuo.

Se cumplirá para el transporte y disposición final de los residuos con la normativa establecida a tal efecto por organismo competente en la materia.

## Inertes:

Se deberán establecer zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta ( $>12\%$ ); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán implementar barreras provisionales alrededor del material almacenado y cubrirlo con lonas o polietileno.

Se deberán gestionar los inertes teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Mínima afectación visual de las zonas de acopio y almacenamiento.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 154 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

Mínimas emisiones fugitivas de polvo en las zonas de acceso y movimiento de tierras.

Se colocará de manera temporal y en sitios específicos el material generado por los trabajos de movimiento de tierras, evitando la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna y/o elementos que modifiquen la topografía e hidrodinámica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona de la obra, deteriorando con ello su calidad.

## Aguas. Vertidos:

Se deberá dar tratamiento a todos los tipos de aguas residuales que se generen durante la obra, ajustado con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente antes de verterla al cuerpo receptor.

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia siguiendo los criterios operacionales descritos a continuación:

## Aguas de lavado de cubas de hormigón:

En caso necesario se establecerá una zona de lavado de cubas de hormigón en Obra perfectamente delimitada y acondicionada

En caso de Obra en zonas urbanas se efectuarán los lavados en contenedor asegurándose que no se realizan vertidos a la red de saneamiento. El agua de lavado podrá ser vertido de forma controlada a la red de saneamiento previa autorización del organismo competente.

## Conservación y Restauración Ambiental:

Se realizarán operaciones de desbroce y retirada de terreno vegetal de la superficie exclusivamente necesaria para la obra.

Se acumulará y conservará los suelos vegetales removidos para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la estructura vegetal.

Se utilizarán los caminos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Se procederá a la limpieza inmediata y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos.

Se adaptará la realización de movimientos de tierras a la topografía natural.

## Parque de Vehículos:

Realizar el estacionamiento, lavado y mantenimiento del parque automotor en lugares adecuados para tal fin, evitando la contaminación de cuerpos de agua y suelos con residuos sólidos y aceitosos.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 155 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

## Finalización de obra:

Se deberá remover todos los materiales sobrantes, estructuras temporales, equipos y otros materiales extraños del sitio de las obras y deberá dejar dichas áreas en condiciones aceptables para la operación segura y eficiente.

Se ejecutará la remoción del suelo de las zonas que hayan sido compactadas y cubiertas, para retornarlas a sus condiciones originales, considerando la limpieza del sitio.

## Anexos

### **Anexo 01: Cálculo del campo magnético en el exterior de la instalación**

De acuerdo con la ITC-RAT 15, la comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, se lleva a cabo mediante los cálculos realizados en el siguiente informe:

- Informe ITE - 150759 18 Centro de transformación de intemperie.

Dicho informe, realizado por una entidad competente e independiente en base a medidas reales, demuestra que los centros de transformación que se rigen por la tipología constructiva indicada, en sus condiciones más restrictivas de funcionamiento, cumplen con los límites establecidos por la normativa de referencia en lo que se refiere a los límites de campos magnéticos en la proximidad del centro de transformación.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 156 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción

# Proyecto Tipo para la construcción de Centros de Transformación Intemperie

---

## Anexo 02: Estudio de Seguridad y Salud

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Art. 4, “Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen”

En concreto, para la realización de este proyecto, los supuestos específicos que obligarían a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud y no un Estudio Básico de Seguridad y Salud serían:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos no incluidos en ninguno de los supuestos previstos anteriormente, el proyecto incorporará un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El Estudio de Seguridad y Salud o en su defecto el Estudio Básico de Seguridad y Salud se adjuntará como documento adicional del Proyecto Específico.

IT.08023.ES-DE.NOR	 UNION FENOSA distribución	Fecha: 30/01/2017
Edición: 1		Página: 157 de 157

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente

Propiedad de Unión Fenosa distribución. Prohibida su reproducción