

Nº i-DE: 100938056

Nº HG.: 22/028.01213

## SEPARATA DE PROYECTO

DE

**SOTERRAMIENTO DE TRAMOS AÉREOS DE  
LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV  
"5240-06 MAJADA MONJAS" Y "5240-19 BECERRIL"  
DESDE EL CENTRO DE REPARTO  
"CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)" AL  
APOYO Nº 171**

**- BECERRIL DE LA SIERRA Y MORALZARZAL -  
(MADRID)**

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y  
ALIMENTACIÓN.

ÁREA DE VÍAS PECUARIAS

AYUNTAMIENTOS: BECERRIL DE LA SIERRA Y MORALZARZAL  
PROVINCIA: MADRID

FEBRERO DE 2022

## **SEPARATA DE PROYECTO**

**DE**

**SOTERRAMIENTO DE TRAMOS AÉREOS DE  
LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN DE 20 kV  
"5240-06 MAJADA MONJAS" Y "5240-19 BECERRIL"  
DESDE EL CENTRO DE REPARTO  
"CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)" AL  
APOYO Nº 171**

**- BECERRIL DE LA SIERRA Y MORALZARZAL -  
(MADRID)**

**DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y  
ALIMENTACIÓN.**

**ÁREA DE VÍAS PECUARIAS**

AYUNTAMIENTOS:	BECERRIL DE LA SIERRA Y MORALZARZAL
PROVINCIA:	MADRID
PETICIONARIO:	i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U
FECHA:	FEBRERO DE 2022

## DOCUMENTOS

1. MEMORIA
2. PLANOS

## 1. MEMORIA

## ÍNDICE

<b>1.1</b>	<b>PREÁMBULO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>OBJETO DE LA SEPARATA DE PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4</b>	<b>EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5</b>	<b>PETICIONARIO Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6</b>	<b>SERVICIOS AFECTADOS .....</b>	<b>4</b>
<b>1.7</b>	<b>ORGANISMO AFECTADO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.8</b>	<b>AFECCIÓN PROVOCADA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.9</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.10</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>1.11</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>1.12</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>31</b>

## **1.1 PREÁMBULO**

---

La presente Separata de Proyecto se ajusta a lo especificado en los Proyectos Tipo i-DE siguientes:

- PROYECTO TIPO DE LINEA SUBTERRÁNEA DE AT HASTA 30 kV. Manual Técnico i-DE MT 2.31.01.
- PROYECTO TIPO DE LINEA SUBTERRÁNEA DE AT HASTA 30 kV DIRECTAMENTE ENTERRADA. Manual Técnico i-DE MT 2.33.51.
- INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA EN LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN (MT 2.22.01).
- DISEÑO DE PUESTAS A TIERRA EN APOYOS DE LAAT DE TENSIÓN NOMINAL IGUAL O INFERIOR A 20 kV (MT 2.23.35).
- SOLUCIONES TIPO PARA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA. Manual Técnico i-DE MT 2.24.80.
- ESPECIFICACIÓN PARTICULAR RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN. ACOMETIDAS. Manual Técnico i-DE MT 2.51.43.

## **1.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES**

---

La presente Separata de Proyecto se ajusta a lo indicado en la siguiente reglamentación y disposiciones generales:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/2008 de 15-02-08, y publicado en el B.O.E. del 19-03-08.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 09-05-14, y publicado en el B.O.E. del 09-06-14.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la 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.
- Se aplicarán las modificaciones del Real Decreto 542/2020 de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial, y publicado en el B.O.E. del 20 de junio de 2020.
- Decreto 40/1998, de 5 de marzo, por el que se establecen normas técnicas en instalaciones eléctricas para la protección de la avifauna.
- 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.

Además, se aplicarán los Proyectos Tipo UNESA, las normas i-DE que existan, y en su defecto las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD.

Se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

### 1.3 OBJETO DE LA SEPARATA DE PROYECTO

---

El objeto de la presente Separata de Proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de las instalaciones proyectadas en él. Además, servirá de base genérica para la tramitación oficial de la obra en cuanto a la obtención de la preceptiva **Autorización de obras** a otorgar por parte de la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación - Área de Vías Pecuarias.

Con el fin de mejorar la arquitectura de red, así como la calidad y seguridad del suministro eléctrico, i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. proyecta llevar a cabo el soterramiento de varios tramos aéreos pertenecientes a la líneas de media tensión 20 kV denominadas "5240-19 BECERRIL" y "5240-06 MAJADA MONJAS" con Referencia de Acta de Puesta en Marcha L524019 y L524006 respectivamente.

Los tramos a desmontar de la línea "5240-19 BECERRIL" se encuentran comprendidos entre el apoyo metálico existente N° 140 y el apoyo metálico existente N° 171. Este desmontaje comprende a su vez la derivación hacia el centro de transformación de intemperie "FUENTEPIOJ-MORAL (903530077)" el cual se eliminará.

Los tramos a desmontar de la línea "5240-06 MAJADA MONJAS" se encuentran comprendidos entre el apoyo metálico existente N° 160403 y el apoyo metálico existente N° 171.

Todos los apoyos mencionados anteriormente y los apoyos comprendidos entre ellos se desmontarán, a excepción del N° 171. En total se desmontarán 11 apoyos metálicos, 11 apoyos de hormigón, 3 apoyos de chapa metálica y 15 postes de madera. En el apoyo metálico existente N° 171 se montarán todos los elementos necesarios para instalar un nuevo P.A.S. (Paso Aéreo-Subterráneo).

En cuanto al desmontaje de línea aérea hay varios tramos de S/C (Simple Circuito) y un tramo de D/C (Doble Circuito).

El desmontaje de los tramos de S/C se desglosa de la siguiente manera:

- 145 metros de línea de conductor LA-30.
- 97 metros de línea de conductor LA-56.
- 518 metros de línea de conductor LA-110.
- 668 metros de línea de varilla de cobre.

El desmontaje del tramo de D/C se desglosa de la siguiente manera:

- 1.056 metros de línea de conductor LA-78 y 100-AL1/17-ST1A.

Todas las instalaciones mencionadas se encuentran ubicados en las localidades de Becerril de la Sierra y Moralarzal (Madrid).

Para llevar a cabo el soterramiento se proyecta el tendido de cinco líneas subterráneas de media tensión 20 kV.

La nueva línea proyectada, denominada L1, tendrá como inicio el centro de reparto existente "CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)" con Ref. APM 26E-1690 y finalizará en el empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L3.

La nueva línea proyectada, denominada L2, tendrá como inicio el centro de reparto existente "CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)" con Ref. APM 26E-1690 y finalizará en el empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L4.

La nueva línea proyectada, denominada L3, tendrá como inicio el empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L1 y finalizará en el empalme proyectado con la línea subterránea de media tensión 20 kV "5240-06 MAJADA MONJAS" con Ref. APM L524006 y dirección a la subestación "STR MORALZARZAL (5240)".

La nueva línea proyectada, denominada L4, tendrá como inicio el empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L2 y finalizará en el P.A.S. proyectado en el apoyo existente Nº 171 de la línea de media tensión 20 kV "5240-19 BECERRIL" con Ref. APM L524019.

La nueva línea proyectada, denominada L5, tendrá como inicio el centro de transformación existente "PARAJE MAJADA MONJAS (111112069)" con Ref. APM 26E-5321 y finalizará en el centro de transformación existente "CERCADOS MAJADA (111110634)" con Ref. APM 26E-1042.

Debido al desmontaje del centro de transformación de intemperie "FUENTEPIOJ-MORAL (903530077)" con Referencia APM 26E-2118, la CGP con Nº 1468779 alimentada actualmente por la LBT-01 de dicho CT se quedará sin servicio. Para dar servicio a esta CGP se proyecta un nuevo tramo de línea subterránea de baja tensión que se conectará a la red en la CGP con Nº 1468776 alimentada por la LBT-03 del CR "CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)".

Para el tendido de las líneas subterráneas de media tensión se utilizará conductor de tipo HEPRZ1 12/20kV 3(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16 y de tipo HEPRZ1 12/20kV 3(1x400) mm<sup>2</sup> Al + H16.

Para el tendido del nuevo tramo de línea subterránea de baja tensión se utilizará conductor de tipo XZ1 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al.

Los conductores de media tensión en zonas urbanas discurrirán en canalización subterránea entubada existente y en canalización subterránea entubada de nueva construcción. Los conductores de media tensión en zonas rurales discurrirán directamente enterrados.

Los conductores de baja tensión discurrirán en canalización subterránea entubada de nueva construcción en todo su trazado.

En todo caso las líneas se tenderán por terrenos de propiedad pública, según las características descritas en la presente Memoria y el Documento Planos.

#### **1.4 EMPLAZAMIENTO**

---

Como puede verse en los planos que se adjuntan a esta Separata de Proyecto, las instalaciones contempladas en él están ubicadas en los términos municipales de Becerril de la Sierra y Moralzarzal, provincia de Madrid.

#### **1.5 PETICIONARIO Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA**

---

i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

#### **1.6 SERVICIOS AFECTADOS**

---

El daño o rotura de los servicios afectados en la ejecución de las instalaciones proyectadas será responsabilidad exclusiva del contratista de obra principal.

#### **1.7 ORGANISMO AFECTADO**

---

Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación - Área de Vías Pecuarias.

## 1.8 AFECCIÓN PROVOCADA

Las instalaciones proyectadas provocan las siguientes afecciones a las vías pecuarias indicadas:

Vía pecuaria afectada	Tipo de afección	Dimensiones de la afección
Vereda de los Arroyuelos (COD_VP 280180III)	Tendido de conductores de media tensión en canalización existente	<u>Tramo A - B</u> : Longitud de 37 m
Vereda de los Arroyuelos (COD_VP 280180III)	Cala de tiro sobre canalización existente para media tensión	<u>En punto B</u> : Se proyecta una cala de tiro de 3x1 metro sobre canalización existente en la vía pecuaria.
Vereda de los Arroyuelos (COD_VP 280180III)	Ocupación mediante canalización proyectada para media tensión	<u>Tramo B - C</u> : Longitud de 109 m y ancho de 0,5 m
Vereda de los Arroyuelos (COD_VP 280180III)	Desmontaje de línea aérea de media tensión	Desmontaje de conductor LA-110 con longitud de 78 m, 1 apoyo metálico y 1 apoyo de hormigón.
Vereda de los Arroyuelos (COD_VP 280180III)	Ocupación mediante canalización proyectada para baja tensión	<u>Tramo D - E</u> : Longitud de 74 m y ancho de 0,5 m

Cabe indicar que los trabajos proyectados son labores de mantenimiento con el fin de llevar a cabo el soterramiento de la línea eléctrica aérea existente.

Una vez ejecutadas las instalaciones proyectadas y los desmontajes de instalaciones existentes, los terrenos serán devueltos a su estado original.

## 1.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

**FINALIDAD:** Mejora de la arquitectura de red, así como la calidad y seguridad del suministro eléctrico.

**AYUNTAMIENTOS:** Becerril de la Sierra y Moralarzal.

**PROVINCIA:** Madrid.

**ORGANISMOS AFECTADOS:**

- Excmo. Ayuntamiento de Becerril de la Sierra.
- Excmo. Ayuntamiento de Moralarzal.
- Confederación Hidrográfica del Tajo.
- Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación - Área de Vías Pecuarias.

## **1.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES**

---

### **1.10.1 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN**

#### **1.10.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:

Cia. suministradora:	i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
Tipo de instalación:	Canalización entubada y directamente enterrada.
Sistema:	Corriente Alterna Trifásica.
Frecuencia:	50 Hz.
Tensión nominal servicio:	20 kV.
Tensión diseño:	20 kV.
Tensión más elevada:	24 kV.
Nº de Líneas:	5.
Nº de circuitos por línea:	1 (Simple circuito).
Conductor subterráneo:	HEPRZ-1 12/20kV 3(1x240) mm <sup>2</sup> Al + 16. HEPRZ-1 12/20kV 3(1x400) mm <sup>2</sup> Al + 16.

Las características generales de los materiales y las especificaciones técnicas de la instalación serán las indicadas en los Capítulos III "Características de los Materiales" y Capítulo IV "Ejecución de las Instalaciones" de documento normativo MT 2.03.20 "Normas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión (Hasta 30 kV) y Baja Tensión".

Los empalmes y los terminales que conexionarán los cables en las celdas de los Centros de Transformación y Reparto y en la Subestación, serán los adecuados a la sección y tipo de aislamiento del conductor a emplear.

Las canalizaciones serán las indicadas en el documento normativo M.T. 2.31.01 y M.T. 2.03.21 de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

#### **1.10.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

##### **1.10.1.2.1 Conductores**

Las características del conductor están recogidas dentro de la NI 56.43.01 y serán las siguientes:

Conductor:	Aluminio compactado, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228.
Pantalla sobre el conductor:	Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
Aislamiento:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
Pantalla sobre el aislamiento:	Una capa de mezcla semiconductor pelable, no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra-espira de cobre.
Cubierta:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

El tipo seleccionado para las líneas subterráneas de media tensión 20 kV proyectadas, es el reseñado en las siguientes tablas:

**Tabla 1**

Tipo constructivo	Tensión Nominal (kV)	Sección del Conductor (mm <sup>2</sup> )	Sección de la Pantalla (mm <sup>2</sup> )	Suministro	
				Longitud normalizada ± 2% m	Tipo de bobina UNE 21 167-1
HEPRZ1	12/20	240	16	1.000	22
HEPRZ1	12/20	400	16	1.000	24

**Tabla 2  
Características del cable**

Tipo constructivo	Sección (mm <sup>2</sup> )	Tensión Nominal (kV)	Resistencia Máx. a 105°C (Ω/km)	Reactancia por fase al tresbolillo (Ω/km) (*)	Capacidad (μF/km)
HEPRZ1	240	12/20	0,169	0,105	0,453
HEPRZ1	400	12/20	0,107	0,098	0,536

*Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C*

*Temperatura máxima en cortocircuito (t < 5s): 250°C*

*(\*) La reactancia por fase indicada es para cables instalados al tresbolillo y en contacto.*

#### 1.10.1.2.2 Accesorios (terminaciones, conectores y empalmes)

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión, se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Los empalmes y terminales de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, utilizando los materiales adecuados y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las líneas se tenderán en tramos de la mayor longitud posible, de forma que el número de empalmes necesarios sea el mínimo.

Los empalmes y terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable.

Las Normas i-DE (NI) de aplicación serán las siguientes:

- Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.
- Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.
- Empalmes: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

### 1.10.1.2.3 Instalación de los cables aislados

#### Campos Electromagnéticos

El campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el documento referenciado como IBDE-CEM LLAA y RS - 3-2017, donde se puede comprobar que su valor es muy inferior al límite especificado de 100  $\mu$ T, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

#### Generalidades

De acuerdo con i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. y acorde a sus manuales técnicos, el presente proyecto contempla dos tipos distintos de instalación para las líneas subterráneas de media tensión proyectadas. Por un lado, para las líneas que se proyectan en terrenos de clase urbana, se utilizará canalización entubada, y por otro lado, para las líneas que se proyectan en terrenos de clase rústica, el tendido se hará directamente enterrado. Los terrenos afectados son de dominio público.

La canalización entubada minimiza riesgos durante los trabajos necesarios para construir la línea subterránea en cuanto a la interacción de la misma con otros servicios existentes, por ello es el método que se utilizará en zonas urbanas. Por otro parte, en terrenos rurales y sin servicios existentes, la canalización directamente enterrada contará con una protección mecánica situada por encima de los cables a tender, de manera que queden cubiertos. Este tipo de instalación acorta los plazos de ejecución y resulta más económico.

El radio de curvatura de los cables después de instalado y según UNE-HD 620-1, será, como mínimo, 15 veces el diámetro nominal de cable, mientras que los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces el diámetro nominal de cable.

#### 1.10.1.2.3.1 Líneas directamente enterradas

La red de distribución de i-DE, admite la instalación de cables enterrados solamente en zonas no urbanas; ya que, en el caso de averías debido a responsabilidad de reposición del suministro en el menor tiempo posible, la canalización enterrada supone un obstáculo para la consecución de este objetivo.

Con el fin de asegurar la profundidad de 0,60 m, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, los cables se alojarán en zanjas con profundidad mínima de 0,80 m y además para permitir las operaciones de apertura y tendido, y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya, tendrá una anchura mínima de 0,20 m (un circuito). Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales vigente para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río, lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,05 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección consistirá en una placa cubrecables, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01, cuando el número de líneas sea mayor se colocará más placas cubrecables de tal manera que se cubra la proyección en planta de los cables.

Para este tipo de canalizaciones en entorno preferentemente rural no se contempla el empleo de instalación de multiductos de comunicaciones.

A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

A continuación, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los empalmes que se ejecuten en este tipo de instalación deberán ser ejecutados posterior al tendido del cable en la zanja, y una vez confeccionados se aconseja poner placa de protección encima y debajo de los mismos.

### **Hitos de señalización**

Se instalarán hitos de señalización normalizados de la traza de la canalización subterránea ejecutada en aquellas zonas no pavimentadas y en general, en todas aquellas zonas sin urbanizar donde no se pueden tomar referencias fijas.

A continuación, se indica un ejemplo de hitos de señalización pudiéndose emplear otros de similares funciones, previa aceptación por parte de i-DE.

### **Descripción**

Se distinguen dos tipologías de hitos de señalización en función de su lugar preferente de ubicación: urbano y rural.

El hito urbano, para disipación enrasada con pavimentos y firmes en zonas urbanas consolidadas, se compone por el conjunto de una placa de aleación de aluminio forjada de dimensiones exteriores mínimas 100x150x6 mm y un perno de anclaje en "J" de 150 mm de longitud y 10 mm diámetro nominal para fijación a través de macizo hormigonado excavado bajo rasante. La conexión entre ambos elementos constituyentes se realizará por unión roscada de métrica M-10 en el punto central del reverso de la placa que, al efecto, tendrá un macizado de 30 mm hasta alcanzar un espesor total de 17 mm.

Sobre la cara superior de la placa se rotulará la información identificativa (propiedad, teléfono de contacto ante emergencias y tensión nominal) y de localización (ubicación en planta y profundidad) de la línea a señalar. Al efecto, rotulaciones y borde en cara superior irán resaltadas 1 mm.

El conjunto de señalización rural consta de un hito de hormigón polimérico de color rojo, con forma de prisma rectangular de 30 cm de altura y base cuadrada de 13 cm de lado y de su pieza de anclaje en tubo o vástago de acero galvanizado de Ø27 mm. Esta pieza o conjunto de anclaje será diseñada de forma tal que en la fase final de su montaje se haga surgir, por su parte inferior, dos alambres expansores que den consistencia al conjunto una vez montado e impiden su extracción.

En una de sus caras se colocará una placa de identificación en aluminio serigrafiado que proporciona la información identificativa de la instalación, localización y profundidad de la canalización y/o circuito/os.

### Criterios de ubicación/colocación

Los hitos serán instalados en puntos visibles y accesibles, de forma estable y protegidos del posible tráfico rodado para mantener su integridad, atendiendo los siguientes criterios generales:

En tramos rectilíneos a alineaciones de la traza se dispondrán a distancia máxima de 150 m.

Se dispondrán siempre en todo punto de cambio de dirección de la traza: en las curvas de menor radio (<8m) se podrán instalar en la intersección de las tangentes a la traza aguas arriba y abajo del vértice, en tramo curvos de gran radio ( $\geq 8$  m, habituales en instalaciones a 132 kV) se señalarán el punto de inicio y final del tramo y, de resultar posible, su punto central.

Con independencia de lo anterior, en todo caso la distancia final entre hitos será tal que desde una cualquiera se visualice la posición del anterior y el posterior.

El montaje de los hitos se hará, de forma general, fuera de traza o eje del rutado de la canalización, reflejando en la placa informativa la distancia "D" en metros que separará su ubicación del citado eje o traza.

De resultar posible sin dañar el prisma de hormigón ni los elementos de señalización de línea enterrados (cintas o placas)<sup>i</sup>, los hitos se podrán ubicar sobre la misma traza de la canalización, reflejando como distancia en la placa informativa el valor "0". Para optar por esta solución se podrá solicitar del suministrador un anclaje más corto que garantice igual nivel de fijación.

Los hitos urbanos se dispondrán preferentemente sobre aceras o zonas peatonales pavimentadas libres de tráfico de vehículos, en el punto más cercano posible a la traza de la canalización a señalar. En los hitos rurales, todas las placas informativas sobre el hito de hormigón polimérico rojo se montarán con la misma orientación o sentido, preferentemente para que sean visibles en el sentido de crecimiento del eje definitorio de la línea o traza. Únicamente se podrán exceptuar de la colocación de hitos las parcelas o fincas cultivadas. En la siguiente figura se representan esquemáticamente los anteriores criterios:

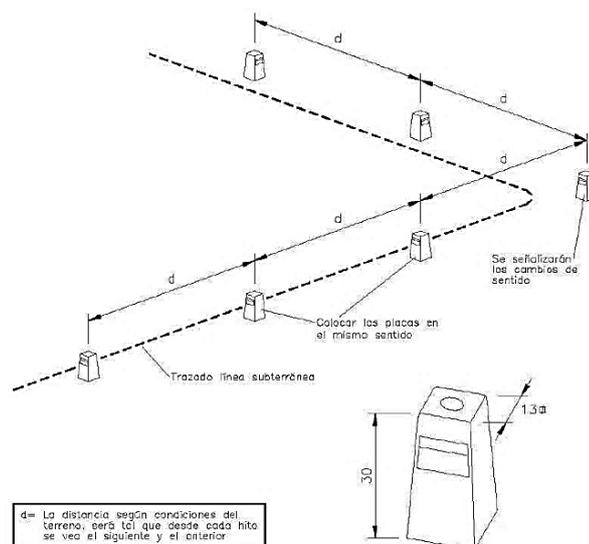


Figura 1: Esquema criterios de ubicación de hitos. Aplicación a hitos rurales.

<sup>i</sup>La longitud de la pieza de anclaje estándar es de 80 cm, por lo que en su posición final este profundiza unos 50 cm, pudiendo afectar a los elementos de señalización de la presencia de cables en tensión (cintas o placas rígidas de PE) que se disponen enterrados.

El replanteo previo de los hitos se reflejará sobre el plano de planta as built de la canalización a señalizar, siendo revisado con los datos definitivos de montaje una vez sea concluida la instalación de todos los hitos.

Para ambas tipologías de hito y con referencia a los datos disponibles de rutado de la línea subterránea en la documentación gráfica as built generada tras su construcción, se troquelarán o grabarán de forma indeleble sobre la placa informativa los datos de localización de la canalización respecto a la ubicación del hito correspondiente: 1) distancia "D" a la que discurre la canalización medida en perpendicular a la traza desde el centro del hito y 2) profundidad "P" de la canalización respecto a la rasante del viario o terreno sobre la misma en el punto en que la indica perpendicular interseca la traza. Ambos valores expresados en metros (m).

No se permitirá que el grabado se realice mediante rotuladores aun siendo estos de naturaleza indeleble.

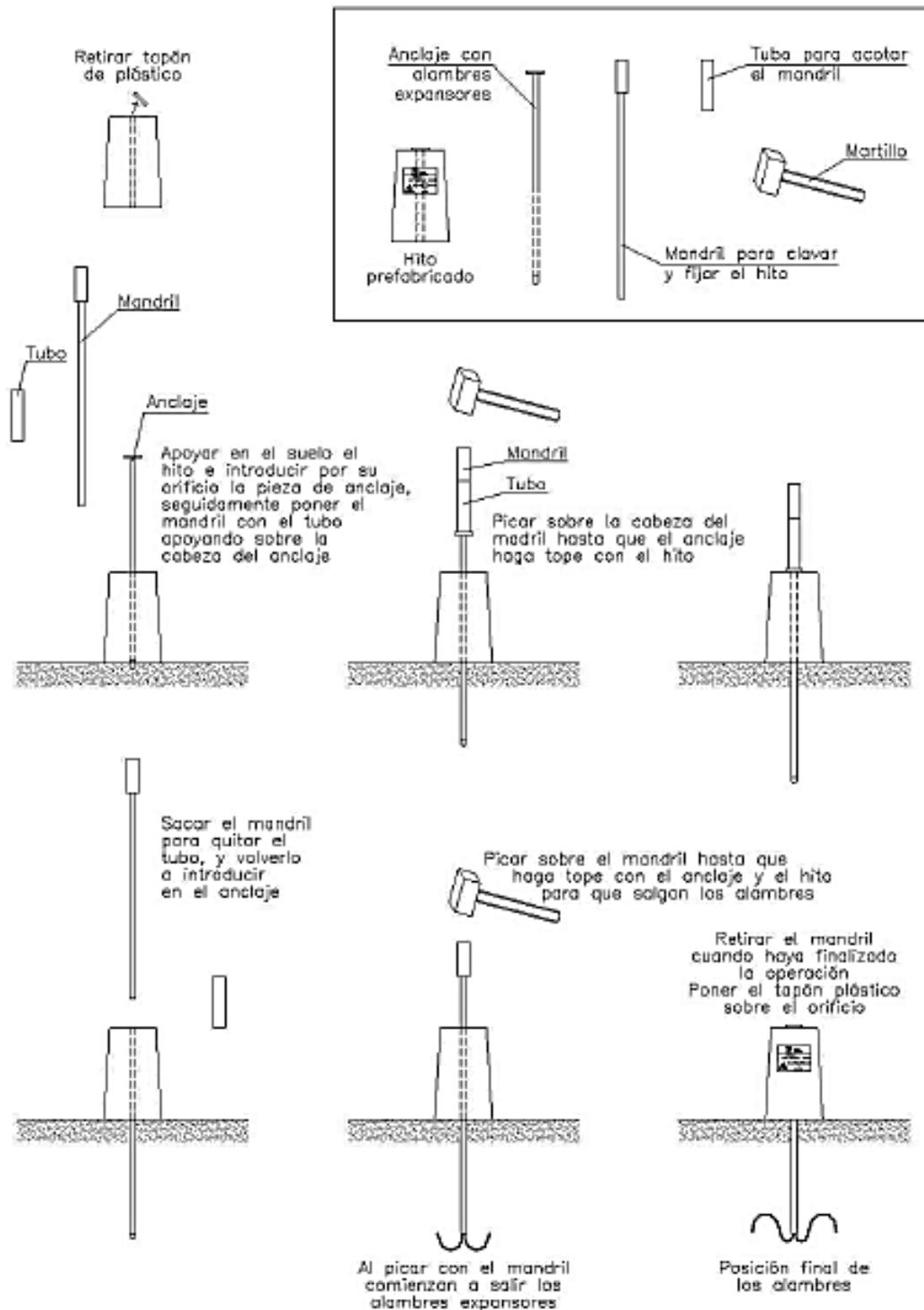
#### Procedimiento de montaje

Los hitos urbanos se anclarán al terreno a través de macizo o cimiento de hormigón en masa, tipo HM-20/P/20/I, con dimensiones en planta mínimas coincidentes con el tamaño de la placa de señalización y con una profundidad de 200 mm, embebiendo en el mismo el perno en "J".

En disposición en acera o zonas peatonales pavimentadas (preferente), tras la demolición del pavimento y la excavación del pozo para macizado se procederá a la presentación y nivelado del perno y al hormigonado en 1ª fase del cimiento. Este hormigonado se hará hasta una cota que permita dejar libre la cabeza roscada del perno.

En segunda fase se presentará y posicionará la placa por roscando sobre la cabeza del perno, asentando la misma sobre una base de mortero autonivelante sin retracción para acabar rematando y reponiendo la pavimentación en el borde perimetral de placa.

**CONJUNTO DE ELEMENTOS PARA  
LA FIJACION DE UN HITO**



**Figura 2: Procedimiento de montaje de hito rural.**

#### 1.10.1.2.3.2 Canalización entubada

En los tramos en los que se use canalización existente, esta canalización está ejecutada según el RD 223/2008 y a continuación se enumeran las características que cumple:

- Está construida por tubos de material sintético, hormigonados en zanja, con suficiente resistencia mecánica.
- El diámetro interior de los tubos es suficiente para el tendido de los cables de las tres fases de una línea por ellos.
- El interior de los tubos es liso para facilitar la instalación o sustitución de los cables de una línea.
- Cada tubo albergará un único circuito.
- Antes del tendido de la línea proyectada se elimina del interior del tubo la suciedad que pudiese existir, garantizándose el paso de los cables.
- La canalización dispone de señalización para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

En los tramos en los que se use canalización entubada de nueva construcción se tendrá en cuenta lo expuesto a continuación, según el proyecto tipo de la compañía suministradora, manual técnico MT 2.31.01, y lo reseñado en la ITC-LAT 06 del RD 223/2008 con respecto a canalizaciones entubadas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo acera, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

La canalización estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se practicarán calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las subestaciones, centro de transformación o calas de tiro, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,60 m en acera o tierra, ni de 0,80 m en calzada o caminos con tránsito de vehículos.

Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar con seguridad el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En las líneas subterráneas de media tensión con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección, se colocarán tubos de 200 mm de diámetro y se instalarán las tres fases por un solo tubo. En las líneas subterráneas de baja tensión se colocarán tubos de 160 mm de diámetro y se instalarán los cuatro conductores por un solo tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de al menos 0,10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable las características de las cintas de aviso de cables eléctricos serán las establecidas en la NI 29.00.01, "Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos" cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas de señalización, de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Para el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HNE 15,0 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva, así como el ducto para cables de control, deberán estar provistos de tapones de las características que se describen en la NI 52.95.03 y se dejará tendida en su interior cuerda guía.

Antes del tendido se eliminará del interior de todos los tubos, incluido el ducto para los cables de control y comunicaciones, la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar los tubos en la arqueta correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

### **Cruzamientos, proximidades y paralelismos**

#### **Condiciones generales para cruzamientos**

En los cables deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección sobre las intensidades máximas admisibles definidos en el capítulo 10 del presente Manual Técnico.

Las canalizaciones que se construyan para cruces de calzada deberán ser entubadas perpendiculares a su eje, horizontales y manteniendo una línea recta en todo su recorrido.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero no será inferior para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m en acera o jardín y 0,80 m en calzada, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo (véase en planos). Si la canalización se realizara con medios manuales las dimensiones de la zanja permitirán el desarrollo del trabajo a las personas en aplicación del documento vigente sobre riesgos laborales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,04 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de hormigón no estructural HNE 15,0, con un espesor de al menos 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón no estructural HNE 15,0, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno, zahorra o áridos reciclados. Después se colocará un firme de hormigón no estructural HNE 15,0, de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, o hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

#### Cruzamientos con calles, caminos y carreteras

En los cruces de calzadas, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 8.2, relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitud. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

#### Cruzamientos con ferrocarriles

Se considerará como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan en la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitud.

#### Cruzamientos con otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup>, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos podrán tomar como referencia para las mismas las indicadas en el documento informativo NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento informativo NI 52.95.01, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 metro.

#### Cruzamientos con cables de telecomunicación

Se entenderá como tales aquellos cables con elementos metálicos en su composición, bien por tener conductores en cobre y/o por llevar protecciones metálicas por lo que quedan fuera de este apartado aquellos cables de fibra óptica dieléctricos con características de resistencia al fuego e incluidos, a modo de referencia informativa, en el documento NI 33.26.71, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup>, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos podrán tomar como referencia para las mismas las indicadas en el documento informativo NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento informativo NI 52.95.01 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 metro.

#### Cruzamientos con canalizaciones de agua

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup>, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos podrán tomar como referencia para las mismas las indicadas en el documento informativo NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento informativo NI 52.95.01 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

Canalizaciones de gas: En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 1a. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla 1a.

Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

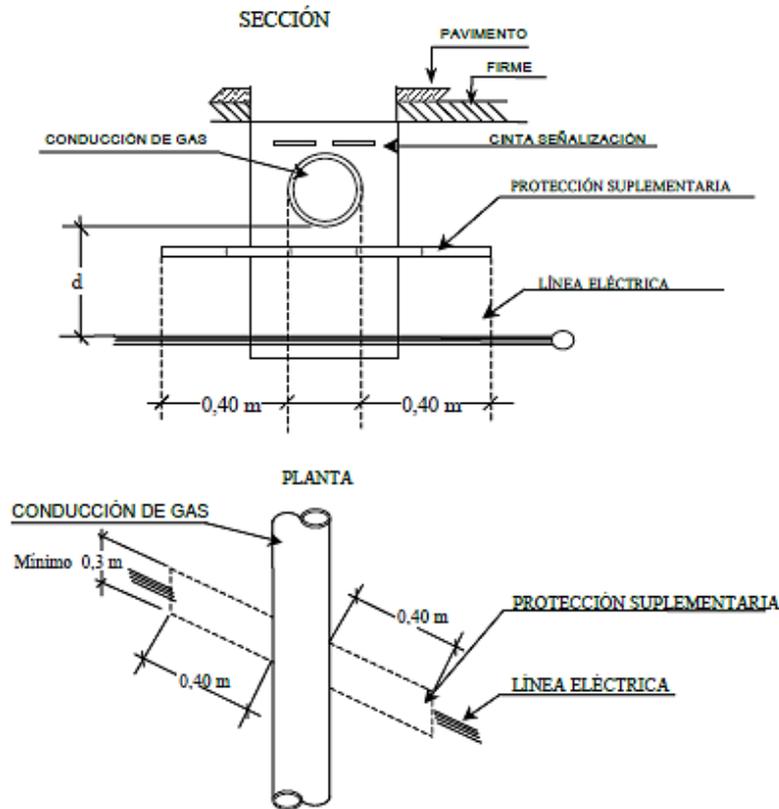
En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

**Tabla 1a**

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y Acometidas	En alta presión > 4 bar	0,40 m.	0,25 m.
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m.	0,25 m.
Acometida interior(*)	En alta presión > 4 bar	0,40 m.	0,25 m.
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m.	0,10 m.

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta:



Se considera como protección suplementaria el tubo según características indicadas en la NI 52.95.03, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

Con depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos de las características indicadas en la NI 52.95.03 o conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2,00 m por cada extremo.

### **Proximidades y Paralelismos**

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

Canalizaciones de agua: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1,00 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1,00 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Canalizaciones de gas: En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 1b. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla 1b. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

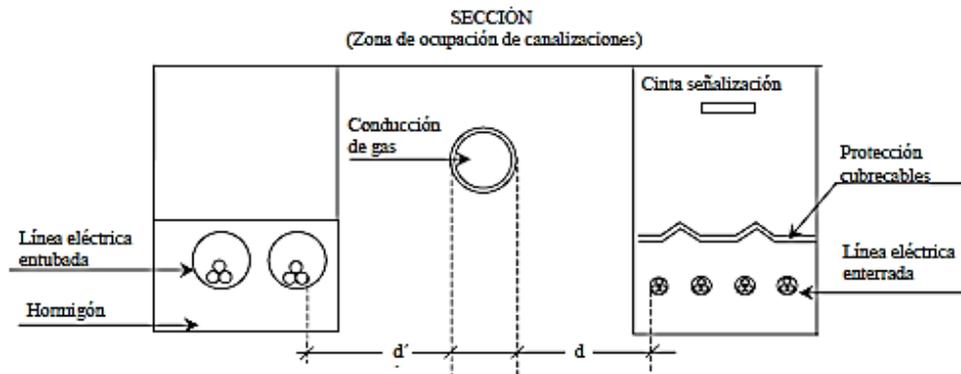
**Tabla 1b**

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y Acometidas	En alta presión > 4 bar	0,40 m.	0,25 m.
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m.	0,15 m.
Acometida interior(*)	En alta presión > 4 bar	0,40 m.	0,25 m.
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m.	0,10 m.

(\*) *Acometida interior:* Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Se considera como protección suplementaria el tubo según características indicadas en la NI 52.95.03, y por lo tanto serán aplicables las distancias (d') de la tabla 1b.

Cuando el operador en ambos servicios sea i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. y tanto para las obras promovidas por la compañía, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas que vayan a ser cedidas a i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., las características de las canalizaciones enterradas y entubadas, conjuntas de gas y red eléctrica de AT se indican en el MT 5.01.01 "Proyecto tipo de redes y acometidas con presión máxima de operación hasta 5 bar".



La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

**Conducciones de alcantarillado:** Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

**Depósitos de carburantes:** Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2,00 m por cada extremo.

#### 1.10.1.2.4 Puestas a tierra

##### ***Puesta a tierra de cubiertas metálicas***

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

#### 1.10.1.2.5 Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados en el MT 2.33.15, "Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos".

#### 1.10.1.2.6 Paso de línea aérea a subterránea

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

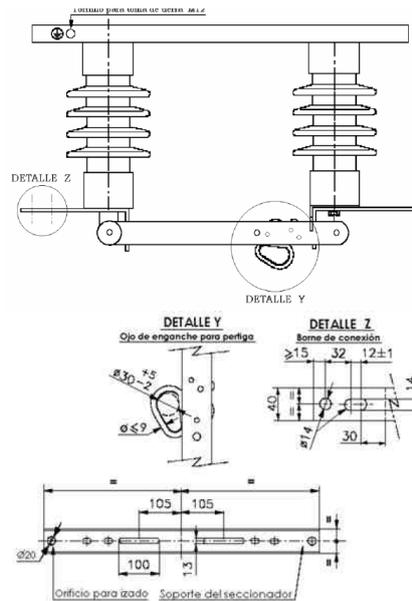
a) Debajo de la línea aérea se instalará un juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión o seccionadores unipolares de intemperie de las características necesarias, de acuerdo con la tensión de la línea y la nominal del cable. Asimismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico.

Estos pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

b) A continuación de los seccionadores, se colocarán los terminales de exterior que corresponda a cada tipo de cable.

c) El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, irá protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5 m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15 cm.

d) En el caso de que la línea disponga de cables de control, la subida a la red aérea, irá protegida con un tubo de acero galvanizado, que terminará en la arqueta para comunicaciones situada junto a la cimentación del apoyo.



## 1.10.2 LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN

### 1.10.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:

Cia. suministradora:	i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
Tipo de instalación:	Aérea.
Sistema:	Corriente Alterna Trifásica.
Frecuencia:	50 Hz.
Tensión nominal servicio:	20 kV.
Tensión diseño:	20 kV.
Tensión más elevada:	24 kV.
Conductor aéreo:	LA-56.

## 1.10.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

### 1.10.2.2.1 Tomas de Tierra

#### Generalidades.

El RLAT en su ITC-LAT-7 establece los criterios y los requisitos de los sistemas de puesta a tierra en los apoyos de líneas eléctricas de manera que sea eficaz en todas las circunstancias y mantengan las tensiones de paso y de contacto dentro de niveles aceptables.

Los sistemas deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Estos requisitos dependen fundamentalmente de:

- Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
- Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

El sistema de puesta a tierra está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

#### Elementos sistema puesta tierra y condiciones montaje.

Los electrodos de puesta a tierra empleados son de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que garanticen una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables. I-DE para cumplimentar el RLAT, ha adoptado para sus líneas, los criterios reseñados en el documento MT 2.23.35, que en líneas generales consiste en:

- Tipos de electrodos:
  - Electrodos horizontales de puesta a tierra constituidos por cables enterrados, desnudos, de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, dispuestos en forma de bucles perimetrales.
  - Picas de tierra verticales, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro, de 1,5 metros de longitud, que podrán estar formadas por elementos empalmables.

- Instalación de electrodos horizontales de puesta a tierra:

El electrodo de puesta a tierra estará situado a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 0,5 (habitualmente 0,5 y 1 m). Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Los electrodos horizontales de puesta a tierra se colocarán en el fondo de una zanja perimetral al macizo de hormigón de la cimentación, a una distancia de 1 m de dicho macizo, de forma que:

- a) Se rodeen con tierra ligeramente apisonada.
- b) Las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados.
- c) Cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que constituye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.

- **Instalación de picas de tierra verticales**

Las picas verticales son particularmente ventajosas cuando la resistividad del suelo decrece mucho con la profundidad. Se clavarán en el suelo empleando herramientas apropiadas para evitar que los electrodos se dañen durante su hincado. La parte superior de cada pica quedará situada siempre por debajo del nivel de tierra y a la profundidad que corresponda en función del electrodo tipo seleccionado.

- **Unión de los electrodos de puesta a tierra**

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos.

Los electrodos de puesta tierra serán resistentes a la corrosión y no deben ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deben tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas mismas y deben resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

- **Conexión de los apoyos a tierra**

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor no necesitan tener puesta a tierra. Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deben ponerse a tierra.

La conexión específica a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- a) Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
- b) Conectando a tierra la armadura del hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que se exigen para los conductores que constituyen la línea de tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

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 apoyos de hormigón armado. Los chasis de los aparatos de maniobra podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

### **Dimensionamiento a frecuencia industrial.**

Los parámetros pertinentes para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son:

- a) Valor de la corriente de falta.
- b) Duración de la falta.

Estos dos parámetros dependen principalmente del método de la puesta a tierra del neutro de la red.

- c) Características del suelo.

#### *Dimensionamiento respecto corrosión y resistencia mecánica.*

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

Los electrodos de tierra que están directamente en contacto con el suelo (cables desnudos de cobre y picas de acero cobrizado) serán de materiales capaces de resistir, de forma general, la corrosión (ataque químico o biológico, oxidación, formación de un par electrolítico, electrólisis, etc.). Así mismo resistirán, generalmente, las tensiones mecánicas durante su instalación, así como aquellas que ocurren durante el servicio normal.

Los conductores empleados en las líneas de tierra deberán tener una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

#### *Dimensionamiento respecto resistencia térmica.*

Para el dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica de los electrodos se seguirán los criterios indicados en la ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

El cálculo de la sección de los electrodos de puesta a tierra depende del valor y la duración de la corriente de falta, por lo que tendrán una sección tal que puedan soportar, sin un calentamiento peligroso, la máxima corriente de fallo a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea. Para corrientes de falta que son interrumpidas en menos de 5 segundos, se podrá contemplar un aumento de temperatura adiabático. La temperatura final deberá ser elegida con arreglo al material del electrodo o conductor de puesta a tierra y alrededores del entorno.

#### **Dimensionamiento respecto seguridad de 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 o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

En la ITC-LAT 07 del RLAT se establecen 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 la corriente de la falta.

Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Cuando las tensiones de contacto calculadas 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, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el RD 337/2014.

### **Clasificación de los apoyos según su ubicación.**

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en la ITC-LAT 07 del RLAT se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación en apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados.

Apoyos Frecuentados: Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente, donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

1. Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
2. Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas, especificadas en la ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

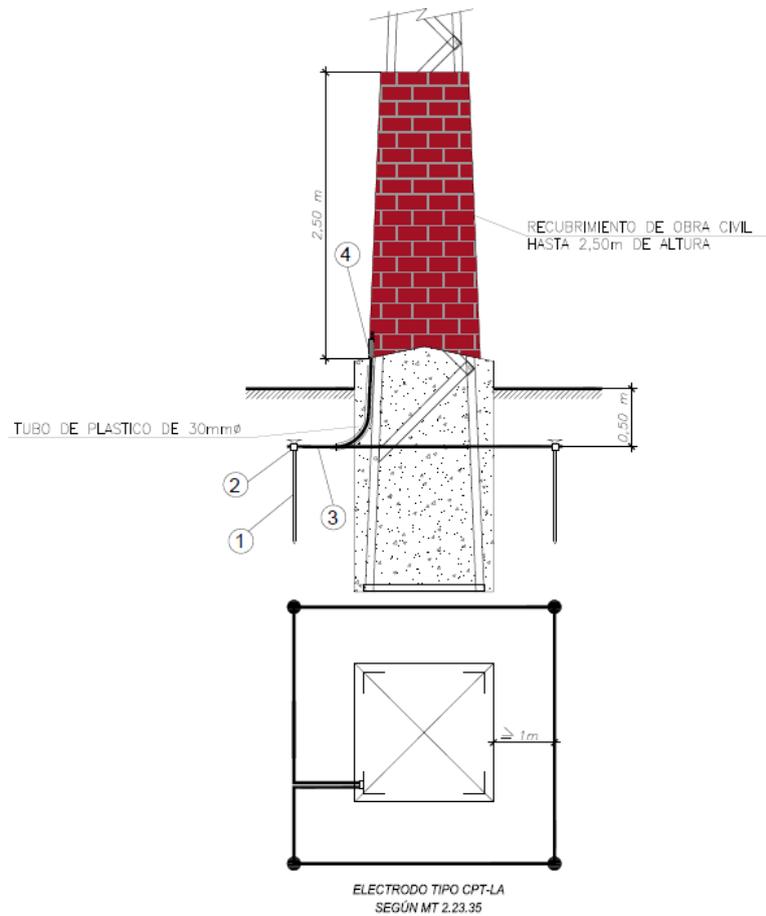
Apoyos No Frecuentados: Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

### **Elección sistema puesta a tierra.**

#### ***Apoyos frecuentados con calzado.***

En el caso que nos ocupa, el apoyo existente, donde se proyecta instalar una nueva transición aéreo-subterránea, poseerá maniobra y, por tanto, reglamentariamente se considera como apoyo frecuentado. Igualmente, como medida adicional con objeto de evitar tensiones de contacto se recubrirá con paramento aislante (recubrimiento de fábrica de ladrillo) hasta una altura de 2,5 m, con la doble finalidad de impedir la escalada por el apoyo y el contacto con partes metálicas del mismo a cota de terreno.

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50  $\Omega$ . Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50  $\Omega$ , se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.



Marca	Cantidad	Denominación	Designación
1	4	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	PL 14-1500
2	4	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	GC-P14,6/C50
3	14 m	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	C 50
4	2	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	GCP/C16

### 1.10.3 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

#### 1.10.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

CIA. SUMINISTRADORA:	i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
TIPO INSTALACIÓN:	Canalización subterránea entubada.
SISTEMA:	Corriente Alterna Trifásica.
FRECUENCIA:	50 Hz.
TENSIÓN NOMINAL SERVICIO:	230 / 400 V.
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA:	Neutro unido directamente a tierra.
AISLAMIENTO DE LOS CABLES DE RED:	0,6/1 kV.
INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO:	50 kA.

Las características generales de los materiales y las especificaciones técnicas de la instalación serán las indicadas en los Capítulos III “Características de los Materiales” y Capítulo IV “Ejecución de las Instalaciones” de documento normativo MT 2.03.20 “Normas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión (Hasta 30 kV) y Baja Tensión”.

Los empalmes y los terminales que conexionarán los cables en las salidas de los cuadros de Baja Tensión de los Centros de Transformación, serán los adecuados a la sección y tipo de aislamiento del conductor a emplear.

Las canalizaciones serán las indicadas en el documento normativo M.T. 2.51.01 de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

### **1.10.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

#### **1.10.3.2.1 Conductores**

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo XZ1, según NI 56.37.01, de las características siguientes:

CABLE TIPO:	XZ1.
CONDUCTOR:	Aluminio.
SECCIÓN:	240 mm <sup>2</sup> .
TENSIÓN ASIGNADA:	0,6/1 kV.
AISLAMIENTO:	Polietileno reticulado.
CUBIERTA:	Polioléfina (Z1).
CATEGORÍA DE RESISTENCIA AL INCENDIO:	(S) Seguridad.

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

#### **1.10.3.2.2 Accesorios**

Los empalmes y terminales se ejecutarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71 “Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión”.

#### **1.10.3.2.3 Canalizaciones**

Estarán constituidas del mismo modo que las indicadas para Media Tensión, mencionadas anteriormente en la presente Memoria, más concretamente en el punto 1.10.1.2.3.2 “Canalización entubada”.

#### 1.10.3.2.4 Puesta a tierra del Neutro

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el Centro de Transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

#### 1.10.3.2.5 Cajas generales de protección

Las cajas generales de protección y su instalación, cumplirán con la norma NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21-305.

### 1.11 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

---

#### 1.11.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

##### Línea Proyectada L1:

Tensión nominal de servicio:	20 kV.
Número de circuitos (por línea):	1 (simple circuito).
Tipo instalación:	Canalización subterránea entubada.
Tipo de conductor:	HEPRZ-1 12/20kV 3(1x240) mm <sup>2</sup> Al + H16.
Origen:	Centro de reparto existente "CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)" con Ref. APM 26E-1690.  - COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.743 // Y = 4.506.451
Final:	Empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L3.  - COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.724 // Y = 4.506.201
Longitud:	301 metros.

**Línea Proyectada L2:**

Tensión nominal de servicio: 20 kV.  
Número de circuitos (por línea): 1 (simple circuito).  
Tipo instalación: Canalización subterránea entubada.  
Tipo de conductor: HEPRZ-1 12/20kV 3(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16.  
Origen: Centro de reparto existente "CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)" con Ref. APM 26E-1690.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.743 // Y = 4.506.451  
Final: Empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L4.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.724 // Y = 4.506.201  
Longitud: 301 metros.

**Línea Proyectada L3:**

Tensión nominal de servicio: 20 kV.  
Número de circuitos (por línea): 1 (simple circuito).  
Tipo instalación: Canalización subterránea entubada y directamente enterrada.  
Tipo de conductor: HEPRZ-1 12/20kV 3(1x400) mm<sup>2</sup> Al + H16.  
Origen: Empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L1.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.724 // Y = 4.506.201  
Final: Empalme proyectado con la línea subterránea de media tensión 20 kV "5240-06 MAJADA MONJAS" con Ref. APM L524006 y dirección a la subestación "STR MORALZARZAL (5240)".  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 417.761 // Y = 4.505.117  
Longitud: 1.749 metros.

**Línea Proyectoada L4:**

Tensión nominal de servicio: 20 kV.

Número de circuitos (por línea): 1 (simple circuito).

Tipo instalación: Canalización subterránea entubada y directamente enterrada.

Tipo de conductor: HEPRZ-1 12/20kV 3(1x400) mm<sup>2</sup> Al + H16.

Origen: Empalme proyectado con la línea subterránea proyectada L2.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.724 // Y = 4.506.201

Final: P.A.S. proyectado en el apoyo existente N° 171 de la línea de media tensión 20 kV "5240-19 BECERRIL" con Ref. APM L524019.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 417.643 // Y = 4.505.040

Longitud: 1.907 metros.

**Línea Proyectoada L5:**

Tensión nominal de servicio: 20 kV.

Número de circuitos (por línea): 1 (simple circuito).

Tipo instalación: Canalización subterránea entubada.

Tipo de conductor: HEPRZ-1 12/20kV 3(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16.

Origen: Centro de transformación existente "PARAJE MAJADA MONJAS (111112069)" con Ref. APM 26E-5321.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.236 // Y = 4.505.906

Final: Centro de transformación existente "CERCADOS MAJADA (111110634)" con Ref. APM 26E-1042.  
- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.234 // Y = 4.506.270

Longitud: 611 metros.

### 1.11.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

#### Línea Proyectada LBT-03:

Tensión nominal de servicio: 230 / 400 V.

Tipo de conductor: XZ1 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 mm<sup>2</sup> Al.

Tipo instalación: Canalización subterránea entubada.

Número de circuitos (por línea): 1 (simple circuito).

Origen: CGP con N° 1468776 alimentada por la LBT-03 del CR "CR CERCA RETAMAR(T) (111110953)".

- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.750 // Y = 4.506.190

Final: CGP con N° 1468779 alimentada por la LBT-01 del CTI "FUENTEPIOJ-MORAL (903530077)".

- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 416.896 // Y = 4.506.105

Longitud: 235 metros.

## 1.12 CONCLUSIÓN

---

Expuestas en esta Separata de Proyecto las razones que justifican la necesidad del montaje de dicha instalación, cuyas características quedan recogidas en la misma, y junto con el resto de documentación aportada se solicita la preceptiva **Autorización de obras** a otorgar por parte de la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación - Área de Vías Pecuarias.

Madrid, febrero de 2022  
EL AUTOR DEL PROYECTO

## 2. PLANOS

## 2.1 LISTA DE PLANOS

- **Plano nº 1:** Situación
- **Plano nº 2:** Emplazamiento
- **Plano nº 3:** Red de Media Tensión 20 kV
- **Plano nº 4:** Red de Baja Tensión