



**NUEVO CT “ERMITA NALDA” Y LÍNEA  
SUBTERRÁNEA A 13,2kV DE ENLACE  
ENTRE NUEVO APOYO Nº310 A  
INTERCALAR EN LINEA AÉREA A 13,2kV  
“PANZARES-VIGUERA”, NUEVO CT  
“ERMITA NALDA” Y CT “NALDA”, EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA  
(LA RIOJA)**

**PROYECTO 4681**

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775

RUIZ BELLO  
ELSA  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por RUIZ BELLO, ELSA  
(FIRMA)  
Fecha: 2023.11.29  
11:48:35 +01'00'

<b>1 MEMORIA.....</b>	<b>6</b>
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Objeto del proyecto.....	6
1.3. Reglamentación.....	6
1.4. Promotor .....	7
1.5. Organismos afectados.....	7
1.6. Situación y Emplazamiento.....	7
1.7. Características principales de la nueva línea subterránea de enlace.....	7
1.8. Descripción de la instalación.....	8
1.8.1. Centro de Transformación “Ermita Nalda”.....	8
1.8.2. Línea de media tensión.....	8
1.8.3. Resumen de las unidades físicas a ejecutar.....	11
1.8.4. Coordenadas .....	12
1.9. Centro de transformación.....	14
1.9.1. Obra Civil.....	14
1.9.2. Instalación Eléctrica.....	18
1.9.3. Instalaciones de Puesta a Tierra.....	25
1.9.4. Instalaciones Complementarias.....	27
1.9.5. Estudio escapes de gas SF6 .....	28
1.9.6. Ventilación.....	29
1.9.7. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de la instalación .....	29
1.9.8. Limitación del nivel de ruido y vibraciones emitidos por la instalación.....	29
1.9.9. Materiales de seguridad y primeros auxilios .....	29
1.10. Línea subterránea de media tensión.....	30
1.10.1. Generalidades .....	30
1.10.2. Potencia a transportar .....	31
1.10.3. Características de los materiales .....	31
1.10.4. Canalización entubada .....	33
1.10.5. Cables enterrados en zanja en el interior de tubos .....	35
1.10.6. Intensidades máximas permanentes en los conductores.....	36
1.10.7. Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en los conductores.....	37
1.10.8. Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas .....	38
1.10.9. Condiciones generales para cruzamiento y paralelismo .....	39
1.10.10. Puesta a tierra .....	46
1.10.11. Protecciones.....	46
1.10.12. Campos electromagnéticos.....	47
1.10.13. Comprobación de cables subterráneos.....	47
1.11. Línea aérea de media tensión.....	48
1.11.1. Generalidades .....	48
1.11.2. Trazados y alineaciones .....	48
1.11.3. Cruzamientos y paralelismos.....	49
1.11.4. Coordenadas de apoyos del tramo de línea aérea.....	49
1.11.5. Características de los materiales .....	49
1.11.6. Conversiones aéreo-subterráneas.....	53
1.11.7. Cimentaciones.....	54
1.11.8. Sistema de puesta a tierra .....	54
1.11.9. Reglamentación.....	55
1.11.10. Campos electromagnéticos.....	56
1.12. Ensayos eléctricos después de la instalación .....	57
1.13. Plazo de construcción .....	57
1.14. Conclusión.....	57
1.15. Anexo 1: Relación de bienes y derechos .....	58
1.15.1. Centro de transformación .....	58
1.15.2. Línea subterránea a 13,2 KV.....	59

1.15.3. Línea aérea a 13,2 kV .....	60
<b>1.16. Anexo 2: Estudio avifauna.....</b>	<b>61</b>
1.16.1. Objeto.....	61
1.16.2. Normativa Aplicable .....	61
1.16.3. Características Particulares .....	62
1.16.4. Valoración.....	62
1.16.5. Conclusión.....	62
<b>1.17. Anexo 3: Estudio de cobertura de telefonía móvil.....</b>	<b>63</b>
1.17.1. Objeto.....	63
1.17.2. Presencia de antenas repartidoras en la zona .....	63
1.17.3. Cobertura del operador.....	64
1.17.4. Conclusión.....	67
<b>1.18. Anexo 4: Estudio Básico de Integración Paisajística .....</b>	<b>68</b>
1.18.1. Objeto.....	68
1.18.2. Normativa Aplicable .....	68
1.18.3. Alcance y contenido del estudio.....	68
1.18.4. Características generales de la línea.....	68
1.18.5. Localización y emplazamiento .....	69
1.18.6. Descripción del trazado de la línea .....	69
1.18.7. Coordenadas de los elementos a instalar .....	69
1.18.8. Actuaciones susceptibles de generar impacto .....	70
1.18.9. Área de estudio .....	70
1.18.10. Unidades de Paisaje .....	72
1.18.11. Valor paisajístico: calidad visual.....	74
1.18.12. Valor paisajístico: Fragilidad visual .....	81
1.18.13. Medidas de integración paisajística y programa de implementación .....	85
1.18.14. Conclusiones sobre la integración visual .....	87
<b>2 CÁLCULOS.....</b>	<b>88</b>
<b>2.1. Cálculos eléctricos de la línea subterránea de media tensión.....</b>	<b>88</b>
2.1.1. Intensidad máxima admisible por el cable .....	88
2.1.2. Caída de tensión.....	89
2.1.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible.....	90
2.1.4. Potencia a transportar .....	91
2.1.5. Cálculo de los campos magnéticos.....	91
<b>2.2. Intensidades nominales trafo.....</b>	<b>93</b>
2.2.1. Intensidad nominal MT.....	93
2.2.2. Intensidad nominal BT .....	93
<b>2.3. Cálculo de los campos magnéticos en la proximidad del centro. ....</b>	<b>93</b>
2.3.1. Tramo de línea de MT entre celdas y trafo.....	94
2.3.2. Tramo de línea de BT entre trafo y CGBT.....	95
2.3.3. Conclusiones .....	95
<b>2.4. Cálculo del ruido emitido por el centro. ....</b>	<b>95</b>
2.4.1. Nivel sonoro interno .....	96
<b>2.5. Cálculo de la instalación de puesta a tierra del centro de transformación .....</b>	<b>96</b>
2.5.1. Consideraciones generales .....	96
2.5.2. Procedimiento de cálculo .....	98
2.5.3. Investigación de las características del suelo.....	99
2.5.4. Elección del sistema de puesta a tierra, cálculo de la separación entre los electrodos de tierra y cálculo de la resistencia de tierra .....	99
2.5.5. Cálculo de las intensidades máximas de corriente de defecto a tierra .....	102
2.5.6. Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra en el Centro de Transformación.....	104
2.5.7. Datos de partida.....	105
2.5.8. Diseño preliminar de la instalación de tierra general.....	105

2.5.9. Cálculo de la resistencia del sistema PaT general.....	106
2.5.10. Cálculo de la intensidad de puesta a tierra y del tiempo de defecto .....	106
2.5.11. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior y exterior del propio centro de transformación .....	106
2.5.12. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso .....	106
2.5.13. Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones) .....	107
2.5.14. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso: consideración sin calzado.....	108
2.5.15. Tensión que aparece en la instalación.....	108
2.5.16. Cálculo de la tierra de servicio. ....	108
2.6. Cálculos eléctricos de la línea aérea de media tensión.....	110
2.6.1. Cálculo de la puesta a tierra .....	110
2.7. Cálculos mecánicos .....	115
2.7.1. Resumen Esfuerzos Conductores .....	115
2.7.2. Tabla de Tendido.....	116
2.7.3. Esfuerzos resultantes Apoyos.....	117
2.7.4. Esfuerzos nominales Apoyos.....	117
<b>3 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>118</b>
3.1. Introducción.....	118
3.2. Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición (RCDs) .....	118
3.3. Medidas para la prevención de generación de residuos .....	121
3.4. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos.....	121
3.5. Medidas para la separación de los residuos en obra .....	121
3.6. Prescripciones del pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto .....	121
3.7. Valoración del coste previsto de la gestión de los RCDs.....	122
3.8. Normas y reglamentación aplicada.....	123
<b>4 PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS .....</b>	<b>124</b>
4.1. Características de los materiales .....	124
4.1.1. Calidad .....	124
4.1.2. Características generales .....	124
4.1.3. Características particulares de los materiales de la red aérea de alta tensión .....	124
4.1.4. Características particulares de los materiales de la red subterránea de alta tensión .....	124
4.1.5. Electrodos de puesta a tierra y grapas de conexión.....	125
4.1.6. Características particulares de los materiales para centros de transformación .....	125
4.1.7. Características particulares de los materiales para redes de baja tensión .....	126
4.2. Ejecución y recepción técnica de las instalaciones .....	126
4.2.1. Introducción .....	126
4.2.2. Disposiciones que se deben cumplir.....	127
4.2.3. Definiciones .....	127
4.2.4. Ordenación de los trabajos de ejecución .....	127
4.2.5. Procedimiento de recepción .....	128
4.2.6. Materiales .....	128
4.2.7. Normas para la ejecución y recepción de las instalaciones .....	128
4.2.8. Calificación de contratista .....	129
4.3. Anexo A: Relación de documentos de consulta de obligado cumplimiento .....	129
4.3.1. Normas UNE .....	129
4.3.2. Normas sobre materiales.....	129
4.3.3. Manuales técnicos de distribución .....	129
4.4. Anexo B: Relación de documentos informativos.....	129
4.4.1. Normas sobre materiales.....	129

4.4.2. <i>Manuales técnicos de distribución</i> .....	131
<b>5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>132</b>
5.1. <i>Objeto</i> .....	132
5.2. <i>Metodología</i> .....	132
5.3. <i>Memoria descriptiva</i> .....	133
5.3.1. <i>Aspectos generales</i> .....	133
5.3.2. <i>Identificación y evaluación de los riesgos</i> .....	133
5.4. <i>Medidas de prevención</i> .....	139
5.5. <i>Medidas de protección</i> .....	141
5.6. <i>Conclusiones</i> .....	147
<b>6 PRESUPUESTO .....</b>	<b>148</b>
<b>7 PLANOS .....</b>	<b>152</b>

## 1 MEMORIA

### 1.1. Antecedentes

I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., con CIF A-95075578 y domicilio en avenida San Adrián 48, 48003 de Bilbao (Vizcaya), es titular del tramo de línea aérea de simple circuito a 13,2 KV denominada “Viguera” de STR “Panzares” (4627-L2) entre los apoyos 69 y 234 y del centro de transformación “Nalda” que dispone de Acta de Puesta en Marcha con número de expediente en Industria AT-19.924, todo ello ubicado en el término municipal de Nalda (La Rioja).

### 1.2. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es describir las condiciones técnicas y económicas para la construcción de un nuevo centro de transformación subterráneo prefabricado denominado “Ermita Nalda” (160429170), y de una nueva línea subterránea de enlace entre el nuevo apoyo a intercalar en la línea aérea “Panzares-Viguera”, el nuevo centro de transformación “Ermita Nalda” y el centro de transformación “Nalda”, todo ello ubicado en el término municipal de Nalda. Las intervenciones recogidas en el presente proyecto se encuentran motivadas por los trabajos de mejora de la calidad de servicio en la zona.

El cálculo y dimensionamiento de las redes de baja tensión quedará fuera del alcance del presente proyecto.

El presente proyecto se empleará para la obtención de Autorización administrativa y Aprobación del proyecto.

Se hace constar que el diseño del presente centro se ha realizado de acuerdo con:

- “Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado subterráneo”, Ref. MT 2.11.02, en su última edición.
- “Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV” Ref. MT 2.31.01, en su última edición.
- Proyecto tipo de línea aérea de MT de simple circuito con conductor de aluminio acero 47-AL1/8ST1A (LA-56), Ref. MT 2.21.60, en su última edición.

### 1.3. Reglamentación

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa y todas las modificaciones que le afecten:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (RD 337/2014).

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51 (RD 842/2002).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (RD 223/2008).
- 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.
- Reglamento (UE) nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas de la Empresa Suministradora de Energía i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., de aplicación a esta instalación.
- Condicionados y Ordenanzas Municipales que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.
- Plan general urbanístico del Ayuntamiento de Nalda.

#### 1.4. Promotor

A efectos de lo establecido en el art. 2 c del Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de noviembre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor es **i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.** en adelante i-DE, con CIF A-95075578 y domicilio social en Bilbao, Avenida de San Adrián, 48.

La ejecución de este proyecto se realizará de acuerdo con los vigentes Reglamentos y normas de construcción de i-DE.

#### 1.5. Organismos afectados

Los organismos afectados para la ejecución de las obras definidas en el presente proyecto son:

- Ayuntamiento de Nalda.
- Comisión de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja.
- Dirección General de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de la Rioja.

#### 1.6. Situación y Emplazamiento.

La denominación del nuevo centro de transformación prefabricado subterráneo es “Ermita Nalda” (160429170) y se encontrará situado afectando exclusivamente a terrenos de propiedad municipal en la localidad de Nalda.

#### 1.7. Características principales de la nueva línea subterránea de enlace.

Categoría de la línea	3 <sup>a</sup>
Tensión Nominal	13,2 KV
Tensión más elevada	24 KV
Frecuencia	50 Hz
Conductor	
Tramo subterráneo	HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240) mm <sup>2</sup> Al + H16

## 1.8. Descripción de la instalación.

### 1.8.1. Centro de Transformación “Ermita Nalda”

El nuevo centro de transformación a instalar denominado como “Ermita Nalda”, estará ubicado en las inmediaciones de la calle Arrabal N°52, sobre una parcela ajardinada de propiedad municipal. El nuevo edificio ocupará una superficie aproximada de 36,64 m<sup>2</sup> y su acceso se realizará desde una parcela de propiedad municipal, conforme a lo mostrado en los planos adjuntos.

El nuevo centro de transformación a instalar será prefabricado de hormigón del tipo subterráneo EPSV-1. Este tipo de centros admite hasta un máximo de 4 posiciones de celda de media tensión, proyectándose una configuración de tres celdas de línea y otra de protección de transformador no extensibles y telemandadas. Además, se instalarán equipos para la automatización de red, telegestión y comunicaciones tal y como se especifica en el MT 3.51.20 “Especificación Particular para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalaciones den Centros de Transformación”.

Las dimensiones, la implantación de equipos y el unifilar del centro se facilitan en el apartado 7 planos.

El centro dispondrá de un esquema con la siguiente tipología:

- MT:
  - Grupo de celdas de aislamiento SF6 no extensibles automatizadas (CNE-3L-1P-F-SF6-24-TELE) con tres posiciones de línea y una de protección telemandadas y ancladas al suelo.
  - Se proyectará para una potencia de 630 kVA, instalándose inicialmente una máquina de 400 kVA.
- BT:
  - Cuadro general de distribución de Baja Tensión (CBT-EAS-ST-SL-1600-5).
  - Instalación de cuadro ATG y comunicaciones y cuadro de SS.AA.
  - Una caja de seccionamiento de tierras, para distinguir entre tierras de herrajes y neutro del transformador.

### 1.8.2. Línea de media tensión

**LÍNEA:** Línea de simple circuito de 13,2 KV “Viguera” de STR “Panzares”

#### Tramo aéreo

**Origen:** Apoyo existente nº234 de línea aérea de simple circuito a 13,2kV “Panzares-Viguera”.

**Final:** Apoyo existente nº69 de línea aérea de simple circuito a 13,2KV “Panzares-Viguera”.

**Longitud:** 105 metros (existente).

**Tensión:** 13,2 KV

**Conductores de MT:** LA-56

**Nº circuitos:** 1 circuito.

#### Tramo subterráneo 1

**Origen:** Nuevo apoyo nº310 perteneciente a LAMT a 13,2kV “Panzares-Viguera”.

**Final:** Celda de línea de nuevo CT “Ermita Nalda” (160429170).

**Longitud:** 1.200 metros (incluida la acometida al CT y la transición aéreo-subterránea, correspondiente a 12 y 5 m respectivamente).

**Tensión:** 13,2 KV

**Conductores de MT:** HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16

**Nº circuitos:** 1 circuito.

## Tramo subterráneo 2

**Origen:** Celda de línea de nuevo CT “Ermita Nalda” (160429170).

**Final:** Celda de línea del CT “Nalda” (160401610)

**Longitud:** 420 metros (incluidas las acometidas a ambos CTs correspondiente a 5 m respectivamente).

**Tensión:** 13,2 kV

**Conductores de MT:** HEPRZ1 12/20 kV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> AI + H16

**Nº circuitos:** 1 circuito.

Descripción del trazado aéreo.

La variante de la línea aérea de simple circuito a 13,2 kV “Panzares-Viguera” entre los apoyos nº234 y 69, consiste en el intercalado de un nuevo apoyo de celosía en el que realizar una transición aéreo-subterránea para alimentar al nuevo centro de transformación “Ermita Nalda”, a instalar en las inmediaciones de la calle Arrabal, conforme a lo indicado en los planos adjuntos.

El nuevo apoyo de celosía nº310 será un apoyo C2000-18E de anclaje, con función de alineación-amarre y estará situado en las proximidades del camino de la Virgen perteneciente al término municipal de Nalda. En la cogolla del nuevo apoyo se instalará una nueva cruceta recta tipo RC2-20/S y a 3 m de distancia desde la cogolla de la torre se instalará otra cruceta recta de tipo RC2-20/S en la que se colocará un juego de seccionadores Load Buster (nº matrícula LO-14.208) y, además, contará con un juego de autoválvulas.

El nuevo apoyo nº310 será de tipo frecuentado y, con el objetivo de cumplir con los requisitos exigidos por la normativa de puesta a tierra vigente, se construirá acera perimetral alrededor del mismo, se instalará un antiescalo y se realizará la medición de paso y contacto. Asimismo, será necesaria su adecuación y acondicionamiento a la normativa de protección de la avifauna del RD 1432/2008 y el Decreto 32/1998. Se instalarán aisladores de composite tipo U70YB30P AI para el amarre de los conductores de la línea general, y de las protecciones de avifauna necesarias para su acondicionamiento a la reglamentación vigente. Los puentes de enlace irán aislados con forro CUP-16-F/30, según MT 2.22.01.

Los apoyos existentes nº234 y 69 mantendrán sus funciones actuales de ángulo-amarre, y mantendrán sus armados de crucetas metálicas rectas. Se realizará también su acondicionamiento a la normativa de protección de la avifauna del RD 1432/2008 y el Decreto 32/1998.

Posteriormente se desmontará la derivación aérea que nace en el apoyo nº78 de la línea aérea de simple circuito a 13,2 kV “Panzares-Viguera” que actualmente alimenta al centro de transformación “Nalda”. La longitud de este tramo aéreo de línea formado por conductor LA-56 es de 121 metros, y con ello se desmontarán los apoyos nº190 y 191, así como el elemento de maniobra existente en el apoyo nº78 (matrícula LO-13.749).

Descripción del trazado subterráneo.

La descripción del trazado subterráneo objeto del presente proyecto se ha dividido en dos partes para su mejor comprensión (se recomienda leer los siguientes párrafos con el plano nº4-Detalle de trazado del presente documento, anexo en el apartado 7):

El primer trazado corresponde con la alimentación al CT “Ermita Nalda” desde el nuevo apoyo nº310 de la línea aérea a 13,2kV “Panzares-Viguera”. Esta nueva línea subterránea conectará la línea aérea con una de las celdas de línea libres del nuevo CT “Ermita Nalda”. Para ello se construirá un nuevo tramo de canalización con 3 tubos de PE de Ø160 mm desde el nuevo apoyo nº310, hasta la nueva arqueta a construir para interceptar el tramo de canalización existente con tubo libre de PE de Ø160 mm en las inmediaciones del camino de La Virgen.

El tendido de la nueva línea subterránea de enlace continuará por el tramo de canalización existente hasta alcanzar la arqueta existente “D”, dejándola ocupada por completo. A partir de

esta arqueta, se construirá un nuevo tramo de canalización con 4 tubos de PE de Ø160 mm hasta la arqueta existente “E” ubicada en las inmediaciones del camino de Montalvo. Una vez alcanzada esta arqueta, el tendido del conductor continuará por un tramo de canalización existente con tubo libre de PE de Ø160 mm hasta alcanzar la arqueta existente en calle Arrabal identificada como “T” de acuerdo con los planos adjuntos.

Desde la arqueta “T”, se construirá un tramo de canalización hasta la nueva arqueta a construir nº9 con 4 tubos de PE de Ø160 mm. Desde la arqueta nº9 se construirá un nuevo tramo de canalización con 12 tubos de PE de Ø160 mm hasta la arqueta doble a construir nº11 frente al nuevo CT “Ermita Nalda”. Desde esta arqueta doble se realizará la acometida con 12 tubos de PE de Ø160 mm al interior del centro de transformación subterráneo para conectar el nuevo tendido con una de las celdas de línea del centro de transformación “Ermita Nalda”, quedando alimentado desde el nuevo apoyo nº310 de la línea aérea “Panzares-Viguera”.

El segundo trazado tendrá su origen en una de las celdas de línea libre del nuevo CT, desde la que se realizará el tendido de la nueva línea subterránea que servirá para alimentar al centro de transformación existente “Nalda”. El tendido discurrirá desde el interior del CT “Ermita Nalda”, por el tramo de canalización descrito en el anterior párrafo hasta alcanzar la arqueta nº9, posteriormente se construirá un nuevo tramo de canalización con 4 tubos de PE de Ø160 mm, por la calle Arrabal en dirección Norte hasta alcanzar la arqueta a construir nº16 ubicada en las inmediaciones de la Plaza de la Fuente.

El tramo de nueva canalización por la que discurrirá la nueva línea subterránea de enlace continuará por las calles Alberto Martín y Carrera hasta alcanzar la arqueta existente identificada como “V” ubicada frente al CT “Nalda”, desde la que se realizará la acometida al mismo para conectar el tendido a la celda de corte al aire existente, quedando esta instalación alimentada en punta.

A fin de asegurar la viabilidad del tendido del conductor por este tramo con canalización existente, previo al inicio de estos trabajos, será preciso realizar la limpieza de las arquetas y mandrilar los tubos libres por los que se tenderá el conductor con el útil necesario para verificar el estado óptimo de la canalización a ocupar con el conductor HEPRZ1 12/20 kV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16. En caso de que el tubo libre esté obturado en algún tramo, se procederá a realizar catas para su limpieza, salvo que el tramo deteriorado sea de gran longitud. Si se diera este último caso, se procedería a reponer la totalidad de los tubos de PE Ø 160 mm en el prisma actual de la canalización existente.

La línea objeto de este proyecto discurrirá por zanja entubada, de PE corrugado de doble pared, de diámetro interior 160 cm con protección superior de hormigón. Esta zanja discurrirá, de acuerdo con los planos adjuntos, de la siguiente manera:

- Canalización a construir con 3 tubos de Ø 160 mm tipo calzada desde el nuevo apoyo nº310, hasta la arqueta a intercalar nº1. La longitud de este tramo es de 5 m.
- Canalización existente con tubo libre de Ø 160 mm por calzada desde la arqueta nº1 hasta la arqueta existente “D”.
- Canalización a construir con 4 tubos de Ø 160 mm tipo calzada desde la arqueta “D” hasta la arqueta existente “E”. La longitud de este tramo será de 378 metros y se intercalarán 7 arquetas simples prefabricadas de hormigón.
- Canalización existente con tubo libre de Ø 160 mm tipo calzada desde la arqueta “E” hasta la arqueta existente “T”.
- Canalización a construir con 4 tubos de Ø 160 mm tipo calzada entre la arqueta “T” y la arqueta a construir nº9 ubicada en las inmediaciones de la calle Arrabal. La longitud de este tramo será de 26 metros.
- Canalización a construir con 12 tubos de Ø 160 mm tipo calzada desde la arqueta nº9 hasta la arqueta nº10. La longitud de este tramo será de 15 metros.

- Canalización a construir con 12 tubos de Ø 160 mm tipo acera desde la arqueta nº10 hasta el interior del CT “Ermita Nalda”. La longitud de este tramo será de 5 metros y se intercalará una nueva arqueta doble desde la que se realizará la acometida al mismo.
- Canalización a construir con 4 tubos de Ø 160 mm tipo calzada desde la arqueta nº9 hasta la arqueta existente “V”. La longitud de este tramo será de 374 metros.
- Canalización existente con tubo libre de Ø 160 mm desde la arqueta “V” hasta el interior del CT “Nalda”.

La longitud aproximada de los tramos a canalizar será:

- Zanja entubada por acera (asiento de arena): 5 m.
- Zanja entubada por calzada (asiento de hormigón): 798 m.

El trazado discurrirá por terrenos clasificados como suelo urbano y no urbano pertenecientes al término municipal de Nalda. El tendido subterráneo se realizará con conductor de tipo HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> Al+H16, distinguiendo dos tramos con una longitud total de 1.632 metros incluida la acometida a cada centros de transformación y la transición aéreo-subterránea en el nuevo apoyo nº310 intercalado.

Una vez finalizados los trabajos proyectados y realizada la energización del CT “Ermita Nalda”, y la nueva línea subterránea de enlace, se procederá al desmontaje de la línea subterránea que alimenta al CT “Nalda” desde el apoyo nº 191. Se achatarrarán 119 metros de conductor de conductor de tipo DHV 12/20KV 1X95 Al H-16.

En los siguientes apartados se describen las características de los materiales a emplear, las dimensiones y características de las zanjas

#### **1.8.3. Resumen de las unidades físicas a ejecutar**

##### **UUFF Centro de Transformación:**

- MT:
  - Grupo de celdas de aislamiento SF6 (CNE-3L-1P-F-SF6-24-TELE) con tres posiciones de línea y una de protección telemandadas.
  - Transformador de potencia 400 kVA.
- BT:
  - Cuadro general de distribución de Baja Tensión (CBT-EAS-ST-SL-1600-5).
  - Instalación de elementos de telegestión y cuadro de SS.AA.
  - Una caja de seccionamiento de tierras, para distinguir entre tierras de herrajes y neutro del transformador.
- Obra Civil:
  - Instalación de centro de transformación prefabricado de hormigón EPSV-1.
  - Se realizarán trabajos de excavación, forjado y sellado del terreno para poder instalar la envolvente del centro de transformación.

##### **UUFF Línea eléctrica:**

- LSMT:
  - Línea a 13,2 kV de alimentación al nuevo CT “Ermita Nalda” desde nuevo apoyo nº310, que constará de 1.200 m de longitud, con conductor HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16 (incluida acometida al CT correspondiente a 5 metros).
  - Línea a 13,2 kV de alimentación al CT “Nalda” desde el nuevo CT “Ermita Nalda”, que constará de 420 m de longitud, con conductor HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> Al + H16 (incluidas las acometidas a los CTs correspondiente a 5 metros).

- Una transición aéreo-subterránea en el nuevo apoyo nº310.
- LAMT:
  - Nuevo apoyo nº310 de celosía, tipo C2000-18E.
  - Construcción de acera perimetral e instalación de antiescalo en el apoyo nº310.
  - Instalación de maniobra tipo SLB (LO-14.208) en nuevo apoyo nº310.
- Obra civil:
  - Canalización a construir tipo calzada de 3 tubos de PE de Ø 160 mm con una longitud de 5 metros.
  - Canalización a construir tipo calzada de 4 tubos de PE de Ø 160 mm con una longitud de 778 metros.
  - Canalización a construir tipo acera de 12 tubos de PE de Ø 160 mm con una longitud de 15 metros.
  - Canalización a construir tipo calzada de 12 tubos de PE de Ø 160 mm con una longitud de 5 metros.
  - Instalación de 803 metros de multiducto (tritubo).
  - 1 arqueta doble M3/T3.
  - 18 arquetas simples M3/T3.
- Desmontaje
  - Desmontaje de apoyos existentes nº190 y 191.
  - Desmontaje de la maniobra existente en el apoyo nº78 (nº matrícula LO-13.749).
  - Achatarramiento de tramo de línea aérea con conductor tipo LA-56 y una longitud de 121 metros.
  - Achatarramiento de tramo de línea subterránea con conductor tipo DHV 12/20KV 1X95 AI H-16 y una longitud de 119 metros.

#### 1.8.4. Coordenadas

##### 1.8.4.1. Coordenadas arquetas existentes.

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)					
Arqueta	X	Y	Arqueta	X	Y
A	541.371,55	4.686.640,63	L	542.120,54	4.686.654,84
B	541.408,93	4.686.609,12	M	542.127,41	4.686.665,26
C	541.432,97	4.686.586,32	N	542.136,95	4.686.686,16
D	541.467,50	4.686.561,19	O	542.142,51	4.686.699,83
E	541.828,46	4.686.523,59	P	542.152,86	4.686.717,71
F	541.874,77	4.686.572,60	Q	542.192,91	4.686.757,09
G	541.926,25	4.686.589,32	R	542.210,70	4.686.785,50
H	541.963,09	4.686.606,10	S	542.248,71	4.686.810,87
I	542.001,67	4.686.606,79	T	542.261,87	4.686.821,77
J	542.053,03	4.686.607,24	U	542.215,07	4.687.005,86
K	542.079,15	4.686.619,02	V	542.085,87	4.687.025,95

#### 1.8.4.2. Coordenadas arquetas a construir.

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)					
Arqueta	X	Y	Arqueta	X	Y
1	541.338,53	4.686.662,55	11	542.262,89	4.686.853,98
2	541.515,28	4.686.546,45	12	542.297,83	4.686.861,65
3	541.562,01	4.686.528,66	13	542.307,46	4.686.885,30
4	541.610,23	4.686.514,75	14	542.311,01	4.686.935,12
5	541.657,79	4.686.499,93	15	542.294,95	4.686.972,43
6	541.706,03	4.686.499,93	16	542.268,93	4.687.015,13
7	541.752,29	4.686.532,61	17	542.244,41	4.687.007,98
8	541.793,35	4.686.540,66	18	542.166,99	4.686.998,58
9	542.278,55	4.686.843,41	19	542.127,48	4.687.006,71
10	542.268,81	4.686.855,55			

#### 1.8.4.3. Coordenadas nuevo centro de transformación Ermita Nalda.

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)		
CT	X	Y
Ermita Nalda	542.258,76	4.686.852,89

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)		
CT	X	Y
Esquina NE	542.261,78	4.686.856,20
Esquina NO	542.254,49	4.686.854,28
Esquina SE	542.263,02	4.686.851,51
Esquina SO	542.255,74	4.686.849,58

#### 1.8.4.4. Coordenadas apoyos.

A continuación, se muestran las coordenadas ETRS89 UTM 30N del centro del nuevo apoyo perteneciente a la línea aérea de simple circuito a 13,2 kV “Panzares-Viguera” según lo descrito anteriormente:

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)				
Apoyo Nº	X	Y	Z	
69	541.308,19	4.686.607,35	567,52	Existente
310	541.334,62	4.686.658,17	573,13	Nuevo
234	541.356,93	4.686.701,07	581,54	Existente

## 1.9. Centro de transformación

### 1.9.1. Obra Civil

#### 1.9.1.1. Local

El centro objeto de este proyecto que ha de ser instalado será un centro de transformación subterráneo prefabricado denominado EPSV-1T o similar.

El local destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en ITC-RAT 14 referentes a su situación, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones eléctricas.

El centro no contendrá canalizaciones ajenas al mismo.

El diseño preverá que las dimensiones y masas faciliten el transporte y la colocación en obra. Las dimensiones recomendadas son las siguientes:

- |             |        |
|-------------|--------|
| • Longitud: | 5,14 m |
| • Anchura:  | 2,46 m |
| • Altura:   | 2,90 m |

Además, el centro tiene unas dimensiones libres internas de:

- |             |         |
|-------------|---------|
| • Longitud: | 4,781 m |
| • Anchura:  | 2,102 m |
| • Altura:   | 2,355 m |

Estas dimensiones permiten alojar las celdas correspondientes respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en ITC-RAT 14. Además, la anchura de los pasillos deberá ser la suficiente para permitir la maniobrabilidad e inspección de las instalaciones. La anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1 m.

No se distribuirá ningún elemento en el suelo que pueda dificultar el paso. No existirá ningún elemento no protegido sobre los pasillos a una altura inferior a 230 cm.

El centro no tendrá ningún elemento bajo tensión no protegido accesible a personas.

El centro contará con armadura de mallazo electrosoldado equipotencial, con prehuecos para la entrada de cables y ventilación vertical mediante chimeneas. La cubierta formada por una estructura de hormigón armado, que cierra la envolvente.

El acabado de la albañilería de los paramentos interiores será raseo con mortero de cemento y arena, lavado de dosificación 1:4, con aditivo hidrófugo en masa, talochado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.

El material empleado en tapas de acceso de materiales y de personas, rejillas de ventilación, bastidores, soportes de cables, perfiles, marcos, etc. cumplirá lo especificado en la norma NI 50.20.03 “Herrajes, puertas, tapas, rejilla y escaleras para centros de transformación”.

La envolvente será estanca a la entrada de líquidos.

Las dimensiones, accesos, así como la ubicación de las celdas y los distintos equipos se indican en los planos correspondientes (ver apartado “Planos” del presente proyecto).

#### 1.9.1.1.1. Excavación y relleno de la excavación

La excavación tendrá las dimensiones recomendadas por el fabricante para el modelo escogido.

La superficie para posicionamiento del prefabricado consistirá en una capa de arena de 15 cm de espesor, adecuadamente compactada y nivelada. Si el terreno no presentara garantía

suficiente de estabilidad en la base de la excavación, la capa de arena se sustituirá por una placa de hormigón armado u otra solución técnica que se considere oportuna.

El relleno de la excavación debe realizarse con material que no dañe la impermeabilización exterior. Se desecharán piedras, hierros y otros posibles materiales agresivos.

#### 1.9.1.1.2. Estructuras

El grado de protección de la envolvente prefabricada será como mínimo IP23D según UNE 20324. El grado de protección de las juntas, puertas y rejillas será como mínimo IP 23D e IK 10 según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente.

#### 1.9.1.1.3. Ventilación

El fabricante del edificio dispondrá de los certificados correspondientes de cumplimiento de la normativa aplicable en materia de ventilación e insonorización. Asimismo, deberá verificarse que los valores aportados por el fabricante en estos dos aspectos reúnen los condicionantes mínimos exigidos particularmente en el emplazamiento de la instalación (exigencias municipales, emplazamientos singulares, etc.)

Con el fin de disminuir el impacto visual, el edificio se dotará de los acabados exteriores necesarios para armonizar con el entorno donde está ubicado.

Los huecos para ventilación tendrán un sistema de rejillas que impida la entrada de agua, y en su caso tendrán una malla metálica que impida la entrada de insectos.

En edificios de tipo subterráneo se podrán suministrar dos variantes de ventilación en función de necesidades de ubicación y entorno, y condicionadas a exigencias urbanísticas de la zona de emplazamiento:

- Ventilación vertical: realizada por medio de torretas sobre la cubierta para la entrada y salida natural del aire, impidiendo la entrada de aguas superficiales hasta una cota igual o superior a 25 cm sobre el acabado superficial.
- Ventilación horizontal: Realizada mediante rejillas horizontales al nivel de cota cero, recogiendo en este caso las posibles aguas pluviales y desalojándolas a través de una conexión al colector general de alcantarillado urbano.

En cualquier caso, la ventilación natural garantizará, no solo la ventilación necesaria para la refrigeración de la apertura, sino también las renovaciones de aire necesarias para que el local no adquiera las características propias de un espacio confinado.

En aquellos en que no se cumplan las garantías anteriores se adoptará el sistema de ventilación forzada. En este caso la instalación proyectada estará fuera del ámbito del presente proyecto, precisándose un proyecto específico donde se justificará y resolverá la solución apropiada.

El sistema de ventilación del Centro de Transformación se debe poder limpiar estando el Centro de Transformación en servicio.

Para permitir la conexión de un grupo electrógeno, tanto las rejillas como las mosquiteras deberán disponer una ventana, de dimensiones mínimas de 160x160 mm. Deberán diseñarse de tal manera que no permita la entrada de agua cuando se esté haciendo uso del mismo y que facilite la llegada de los cables a los cuadros de Baja Tensión.

#### 1.9.1.1.4. Impermeabilización

Se comprobará que el centro sea impermeable a la entrada de fluidos, logrando esto bien sea por aditivos, pinturas bituminosas o tratamientos alternativos.

Se prestará especial atención a las juntas de las puertas de acceso y de las rejillas de ventilación.

#### 1.9.1.1.5. Resistencia al fuego

Según Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004):

- Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos; así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos serán materiales no combustibles (A1 según UNE-EN 13501-1 o M0 según UNE 23727).
- La estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes será R180.

#### 1.9.1.1.6. Foso de recogida de aceite

Según ITC-RAT 14 apartado 5.1.a), si se utilizan transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco para el volumen total de líquido dieléctrico.

En dicho foso se dispondrán cortafuegos tales como cantos rodados de aproximadamente 5 cm de diámetro, chapa metálica perforada con taladros de 20 mm de diámetro, etc.

Este foso tiene una única función, prevenir el vertido de aceite hacia el exterior evitando la contaminación del medio ambiente.

#### 1.9.1.1.7. Defensa de transformador

La zona del transformador se delimitará y protegerá para evitar el contacto con zonas en tensión.

La defensa de transformador tendrá las características y dimensiones indicadas en la norma NI 50.20.03 “Herrajes, puertas, tapas, rejilla y escaleras para centros de transformación”.

#### 1.9.1.2. Accesos

El acceso a la instalación estará restringido al personal de i-DE y otro personal especialmente autorizado.

La envolvente dispondrá de tapas de acceso distintas para el transformador, acceso de materiales y para la entrada del personal a la zona de celdas. Estos accesos serán independientes y se situarán a cota 0. La resistencia mecánica será del tipo B125, según la Norma UNE-EN 124-1.

Las dimensiones mínimas [m] de las puertas de acceso serán:

- personas: 1,25 x 0,60
- transformadores: 1,85 x 1,20
- materiales: 1,7 x 0,85

#### 1.9.1.2.1. Para personas

La maniobra de apertura y cierre de la tapa deberá poderla realizar un solo operario, para lo que dispondrá de al menos 2 amortiguadores de gas que garanticen de por vida su correcta maniobrabilidad. La tapa proporcionará una vez abierta, una protección de seguridad para los viandantes y para las personas que accedan al interior de la EPS, con una protección perimetral de 0,90 m de altura. Esta protección deberá incorporar la señal de acceso a Centro de Transformación Subterráneo tomando como referencia anexo D del MO.07.P2.11. Se deberá prever algún sistema para evitar un cierre intempestivo de la tapa en caso de que fallen los amortiguadores.

La tapa descenderá por gravedad, estando equilibrada en su movimiento. En su posición de cierre dispondrá de un sistema de bloqueo que garantice su total estanqueidad y que permitirá el uso de la llave especificada en la Norma NI 50.20.03.

La tapa en su cara interior llevará incorporada una placa de riesgo eléctrico AE-10 tomando como referencia la Norma informativa NI 29.00.00. Así mismo, llevará otra placa en la que indique que se limpie la junta antes de cerrar la tapa.

La escalera deberá cumplir la Norma UNE-EN 131 (serie) y será de peldaños antideslizantes de material inoxidable, acero galvanizado o poliéster reforzado, con un ángulo de bajada máximo de 68°. La carga mínima admisible será de 250 daN y deberá estar fijado al suelo de hormigón, estando prohibido que apoye en el tramej.

El ensayo de la carga mínima deberá realizarse una vez que la escalera esté instalada en la envolvente.

La disposición del conjunto permitirá la evacuación de una persona en camilla.

#### **1.9.1.2.2. Para el transformador**

Tendrá en el exterior de la tapa cuatro puntos para fijación de los tiros consistente en roscas M20 convenientemente protegidas.

#### **1.9.1.2.3. Para materiales.**

Dispondrá las dimensiones mínimas para posibilitar la introducción de los conjuntos normalizados de celdas y del cuadro de Baja Tensión. Estará ubicado sobre la zona de maniobra y tendrá en el exterior de la tapa cuatro puntos roscados y protegidos M20 para la fijación de tiros.

#### **1.9.1.3. Disposición**

La disposición de los aparatos a instalar en el interior del Centro de Transformación es tal y como se muestra en el plano adjunto “Dimensiones nuevo CT y esquema unifilar”, en el apartado 7 Planos.

#### **1.9.1.4. Paso de cables desde el exterior. Recorrido interior de cables**

La entrada para cables de MT se situará en el sentido longitudinal del centro.

Se preverá una entrada para 9 cables de MT del tipo HEPRZ1 18/30 kV de 1x240 mm<sup>2</sup> según la Norma UN 56.43.01.

Se dispondrán 16 (envolvente de dos transformadores) o 8 (envolvente de un transformador) salidas para 4 cables unipolares cada una de Baja Tensión XZ1 (S) 0,6/1 kV de 240 mm<sup>2</sup> según la Norma NI 56.37.01.

Así mismo, en el sistema de paso de cables de MT se preverán 4 entradas para cable de comunicaciones de 16 mm de diámetro (200 mm<sup>2</sup> de sección exterior).

El sellado de las penetraciones de cables se realizará con pasamuros estancos para cuya instalación no se precisará piezas adicionales, en el momento del tendido de dichos cables.

Tanto las salidas laterales como las frontales permitirán el paso de los cables del electrodo de puesta a tierra y de la línea de tierra de servicio (neutro).

La cota media de las penetraciones estará comprendida entre 0,8 y 1,2 m bajo la cota 0.

Para los cables de SS-AA., telegestión, control y comunicaciones se utilizará tubo flexible corrugado grapado directamente a la pared, bandejas metálicas ancladas a la misma o canaletas de material aislante con un grado mínimo de protección IK 07 según UNE-EN 50102.

#### **1.9.1.5. Detección y evacuación de agua**

Se instalará un conjunto de motobomba y detector de nivel de agua (boya) para disparo del transformador.

La bomba deberá estar colocada en un rebaje del suelo físico de 40 x 40 cm y de 5 cm de profundidad. Las características de la bomba deberán ser las siguientes:

- a)Monofásica de 230 V
- b)Potencia mínima de 0.45 kW.
- c)Altura mínima de 4 metros.
- d)Caudal mínimo 6 m<sup>3</sup>/h.
- e)Interruptor de flotador de seguridad.

#### 1.9.1.6. Escombros

La gestión de los residuos de construcción y demolición se realizará según lo establecido en el RD 105/2008 y la Ordenanza Municipal correspondiente.

Las tierras u otros materiales que pudieran generarse durante las obras de instalación se transportarán a un Vertedero Oficial autorizado.

#### 1.9.2. Instalación Eléctrica

##### 1.9.2.1. Características de la línea de media tensión

La tensión nominal de las líneas de media tensión es de 13,2 kV y 50 Hz de frecuencia.

Se utilizará cable unipolar con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) según NI 56.43.01 de las siguientes características:

Modelo	HEPR-Z1
Tipo constructivo	Unipolar
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección	240 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	Etileno-Propileno
Pantalla	Corona de 16mm <sup>2</sup> Cu
Cubierta	Poliolefina
Nivel de aislamiento	12/20 kV
Intensidad máxima admisible (s/ UNE 211435)	345 A (enterrada)

Accesorios. Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01. En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02. Las características de los empalmes serán igualmente las establecidas en la NI 56.80.02.

##### 1.9.2.2. Características de las líneas de baja tensión

Para el nuevo tendido, se utilizará cable unipolar XZ1 con conductor de Al según NI 56.37.01 de sección 240 mm<sup>2</sup> para cada fase y 150 mm<sup>2</sup> para el neutro. Las líneas de baja tensión quedan fuera del alcance del presente proyecto.

Accesorios. Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01. Los empalmes y terminales se realizarán 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.

### 1.9.2.3. Celdas de media tensión

Se emplearán celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200 para instalación en interior y complementariamente a NI 50.42.11 “Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 KV, prefabricadas, con dieléctrico de SF<sub>6</sub>, para CT”.

Las celdas serán modulares, no extensibles y automatizadas.

El centro dispondrá del siguiente tipo de celdas atendiendo a su funcionalidad:

- 3 celdas de línea.
- 1 celda de protección de transformador

Conjunto de celdas telemandadas formado por dos funciones de línea con interruptor seccionador y una función de protección de transformador con interruptor-seccionador combinado con fusible (CNE-3L1P-F-SF<sub>6</sub>-24-TELE s//NI 50.42.11).

#### 1.9.2.3.1. Características principales

##### Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:	50 kV eficaces
a impulso tipo rayo:	125 kV cresta
Intensidad asignada en funciones de línea:	100 A
Intensidad asignada en ruptofusibles.	200 A
Intensidad nominal admisible de corta duración (1s):	16 kA eficaces
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:	40 kA cresta
<i>(2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración)</i>	

El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento será SF<sub>6</sub> y el medio de extinción será SF<sub>6</sub>, excepto en el caso de interruptor automático con corte en vacío.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos.

- Compartimento de aparellaje
- Compartimento del juego de barras
- Compartimento de conexión de cables
- Compartimento de mandos

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección corrosiva.

Los grados de protección mínimos de la envolvente serán:

- IP3X según UNE 20324
- IK08 según UNE-EN 50102

El embarrado general de las celdas se construirá con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo. Estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar. El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

Las conexiones entre los embarrados de las celdas deben ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos.

El diseño de las celdas en caso de un eventual arco interno garantizará la protección del operario frente a la salida de gases e impedirá la incidencia de estos en los cables de media y baja tensión.

Las celdas estarán dotadas de, al menos, los siguientes enclavamientos:

- el interruptor-seccionador y los seccionadores de puesta a tierra no podrán estar cerrados simultáneamente.
- no se permitirá el acceso a las zonas normalmente en tensión si no está cerrado el seccionador de puesta a tierra.

#### Características dimensionales (máximas):

- Altura: 2.200 mm
- Profundidad: 800 mm
- Anchura:
  - L: 480 mm
  - P: 480 mm

#### Funcionalidad

Se automatizarán n-1 funciones siendo n el número de funciones de línea del centro. Las celdas telecontroladas serán las de la izquierda. Atendiendo a su funcionalidad distinguimos entre celdas:

- Función de línea (L) telecontrolada. - Se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que dormán el circuito de alimentación a los centros de transformación.

##### Características eléctricas:

- Juego de barras tripolar.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.
- Interruptor-seccionador motorizado<sup>(1)</sup> de 24 kV, 400 A, 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra de 24 kV, 630 A, 16 kA.
- Tres (3) divisores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV y tres (3) indicadores de presencia de tensión mediante señales luminosas según UNE-EN 62271-206.
- Dispositivo de señalización local del estado de los elementos móviles.
- Unidad de control UC s/NI 46.07.00.
- Tres (3) transformadores toroidales de intensidad 1.000/1, A incorporados en los pasatapas.
- Relé de detección de paso de falta direccional entre fases y a tierra según NI 29.43.05.

<sup>(1)</sup>En este caso, no es necesario que la motorización sea por acumulación de energía

- Función de línea (L). - Se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que dormán el circuito de alimentación a los centros de transformación.

- Juego de barras tripolar.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.
- Interruptor-seccionador de 24 kV, 400 A, 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra de 24 kV, 630 A, 16 kA.
- Tres (3) divisores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV y tres (3) indicadores de presencia de tensión mediante señales luminosas según UNE-EN 62271-206.

- Dispositivo de señalización local del estado de los elementos móviles.
- Función de protección de transformador (P). – Se utiliza para la conexión y desconexión del transformador y para su protección, realizándose esta última mediante fusible limitador.
  - Características eléctricas:
  - Juego de barras tripolar.
  - Embarrado de puesta a tierra.
  - Bornes para conexión de cable.
  - Interruptor-seccionador de 24 KV, 400 A, 16 kA.
  - Tres cartuchos fusibles limitadores FLA-P 24/63 NI 75.06.31
  - Seccionador de puesta a tierra de 24 KV, 400 A, 16 kA.
  - Tres (3) divisores capacitivos de presencia de tensión de 24 KV y tres (3) indicadores de presencia de tensión mediante señales luminosas según UNE-EN 62271-206.
  - Dispositivo de señalización local del estado de los elementos móviles.
  - Señalización mecánica fusión fusible.
  - Bobina de disparo

#### 1.9.2.3.2. Disposición

La disposición de las celdas será de acuerdo al plano de detalle del edificio que se facilita en el apartado 7 “Planos”.

Como medida de seguridad, se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF<sub>6</sub> (en caso de sobrepresión demasiado elevada).

Las celdas irán montadas sobre una bancada metálica de 400 mm de alto adecuada para servir de soporte al conjunto y permitir la entrada inferior de los cables de MT.

El paso de cables de control, comunicaciones y alimentaciones auxiliares se realizará por la parte trasera de las celdas empleando preferentemente cables conectorizados.

#### 1.9.2.3.3. Características de la aparamenta

##### 1.9.2.3.3.1. Interruptor-seccionador

Cumplirá con lo establecido en la norma UNE-EN 62271-103.

Serán de uso general de Clase E2 y estarán diseñados de forma que en la posición de apertura no pueda circular ninguna corriente de fuga peligrosa entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del aparato.

Tendrá las siguientes características eléctricas:

Tensión asignada [kV]	Corriente asignada [A]	Corriente admisible asignada de corta duración (valor eficaz) [kA]	Poder de cierre asignado sobre cortocircuito (valor de cresta)		Uso general Clase E2		Poder de asignado con cables en vacío		Poder de corte en caso de falta a tierra	
			Nº maniobras	[kA]	Nº maniobras	[A]	Nº man.	[A]	Nº maniobras	[A]
24	200 ó 400	16	3	40	30	400	10	16	10	50

#### 1.9.2.3.3.2. Seccionador y seccionador de puesta a tierra

Cumplirá con lo establecido en la norma UNE EN 62271-102.

Serán de clase B. La maniobra de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será del tipo de “maniobra con acumulación de energía” o “maniobra manual independiente”.

Tendrá las siguientes características eléctricas:

Tensión asignada [kV]	Corriente admisible asignada de corta duración (valor eficaz) [kA]	Poder de cierre asignado sobre cortocircuito (valor de cresta)		Uso general Clase E2		Poder de asignado con cables en vacío		Poder de corte en caso de falta a tierra		
		Nº maniobras	[kA]	Nº maniobras	[A]	Nº man.	[A]	Nº maniobras	[A]	Con cables en vacío [A]
24	16	5	40	30	400	10	16	10	50	16

En la función de protección transformador, se dispondrá de dos seccionadores de puesta a tierra accionados por un mismo mando, que pondrá a tierra ambos extremos del cartucho fusible.

#### 1.9.2.3.3.3. Fusibles limitadores de corriente

Los cartuchos fusibles limitadores asociados de 24 y 36 kV utilizados para la protección de transformadores en centros de transformación hasta 36 kV cumplirán con lo prescrito en la norma UNE-EN 60282-1 y complementariamente con NI 75.06.31.

#### 1.9.2.4. Transformadores

El centro contará con un transformador, que prestará suministro en BT a los clientes de la zona y alimentará los SS.AA. del centro.

Cumplirá con lo establecido en la norma NI 72.30.00 y se denominará:

- Trafo I: TC-400/17,5/13,2 B2-K-PE

La refrigeración será natural en baño de aislante con punto de combustión superior a 300°C (ONAN). El sistema de expansión será con cuba de aletas elástica de llenado integral (transformador hermético).

El neutro será accesible en baja tensión.

Sus características eléctricas principales se resumen a continuación:

- Potencia nominal: 400 kVA
- Tensión nominal primaria: 17,5 kV
- Regulación en el primario: 13,2 kV/±2,5%/±5% / ± 7,5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 400 V(B2)
- Tensión de cortocircuito: 4,05%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s: 125 kV
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min: 50 kV

Las dimensiones máximas del transformador serán:

- Longitud: 165 cm
- Anchura: 114 cm
- Altura: 187 cm
- Masa: 2.400 kg

El nivel de potencia acústica máximo será de 52 db(A).

Las pérdidas en vacío son de 600 W y en carga a 75°C son de 6.500 W.

#### Accesorios:

- Placa de características
- Ruedas. Dispondrá de ruedas sin pestaña, orientables en dos direcciones perpendiculares para desplazamientos longitudinales y transversales.
- Pasatapas:  
Los pasatapas de alta tensión existentes son de tipo cerámico, y cumplirán las especificaciones de la norma NI 72.83.00.  
Los pasatapas de baja tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 50386 y UNE 21428-1. Los transformadores se suministrarán con la pieza plana de acoplamiento (pala).

#### Conexión en el lado de media tensión:

La conexión eléctrica entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1 (AS), siendo la tensión asignada del cable de 12/20 kV. Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales rectos o acodados de conexión sencilla.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en NI 56.43.01 "Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 18/30 kV".

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

#### Conexión en el lado de baja tensión:

La conexión eléctrica del transformador y su cuadro de BT correspondiente se debe realizar con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1 (S) y de 0,6/1 kV, especificados en la norma NI 56.31.21 "Cables unipolares XZ1 con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de tres para cada fase y dos para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI 240/12 (240/12: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>/diámetro nominal del tornillo M12), especificados en NI 58.20.71 "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión. Características generales".

#### Fijación de culatas

En núcleos de chapas aisladas se efectúa con bridas de hierro o madera estratificada atornilladas entre si mediante espárragos, ya sea a través de las culatas punzonadas o bien exteriores a las culatas. El apriete conseguido debe de ser lo más uniforme posible. No se permiten deformaciones en bridas una vez realizado el apriete.

#### Asentamiento del núcleo a la cuba.

El núcleo debe estar necesariamente apoyado en la base de la cuba por la culata magnética inferior utilizando calzos de apoyo en las zonas extremas de la culata, no admitiéndose bajo ningún concepto culatas suspendidas. La solución adoptada debe permitir por sí sola la sustentación de la parte activa expuesta sobre el plano horizontal sin peligro de vuelco.

La longitud de estos calzos o pies de apoyo debe ser la mayor que permita el ancho de la cuba de modo que prácticamente queden ajustados por sus extremos una vez realizado el encubado; sin embargo, el hecho de disponer de estos calzos no es obstáculo para que la operación de encubado se realice correctamente sin trabas.

#### Bridas.

Las bridas inferiores deben estar, preferentemente, enlazadas con las superiores mediante un sistema de tirantes que permita por ajuste la correcta sujeción de los arrollamientos. El conjunto debe estar unido a la tapa del transformador mediante ángulos atornillados o espárragos roscados, de modo que sea posible el ajuste en altura de la tapa del transformador para conseguir el correcto asentamiento de la parte activa de la cuba.

#### Puesta a tierra del transformador:

El neutro del transformador se conectará directamente a tierra. La línea de tierra del neutro del transformador se realizará con cable de Cu aislado DN 0,6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### Protecciones del transformador

La protección en MT del transformador se realiza utilizando una celda de protección de trafo mediante interruptor-seccionador con fusibles combinados.

Las líneas de salida en BT están protegidas cada una por su correspondiente base tripolar vertical para cortacircuitos fusibles desconectables en carga.

La protección contra sobrecargas se realizará mediante el termómetro descrito anteriormente en este mismo apartado.

#### **1.9.2.5. Cuadro de Distribución de BT. Caja de seccionamiento de BT**

El transformador tendrá asociado un cuadro del modelo CBT-EAS-ST-SL-1600-5, según NI 50.44.03, con 5 salidas disponibles, suficientes para el total de líneas de BT que se conectarán al centro.

Los CBT-EAS-ST-SL-1600-5 según NI 50.44.03 estarán constituidos por las funciones siguientes:

- Función de entrada-seccionamiento. Tiene como misión realizar la entrada al CBT-EAS-ST-SL y la distribución de la energía eléctrica procedente del transformador MT/BT al embarrado horizontal.
- El CBT-EAS-ST-SL dispondrá de un seccionador o interruptor-seccionador según Norma UNE-EN 60947-3 de maniobra manual.
- Función embarrado. Tiene como misión repartir el flujo de la energía procedente del seccionador entre las diferentes salidas. Se compone de cuatro pletinas tres para las fases y una de neutro.
- Función protección. Tiene como misión proteger las líneas de baja tensión. Constituido por 5 bases tripolares verticales para cortacircuitos fusibles desconectables en carga BTVC-2-400 A según NI 50.48.21.
- Función entrada auxiliar. Tiene como misión la conexión de una alimentación auxiliar independiente del transformador del centro al CBT-EAS-ST.
- Función control y alimentación equipos de telegestión. Contiene tres fusibles clase aR (16 A – 100 kA); un interruptor magnetotérmico tetrapolar de In=10 A, Icu=6 kA y curva C; dos

fusibles clase gG (6 A – 100 kA); tres fusibles clase aR (16 A – 100 kA); un interruptor magnetotérmico tetrapolar de  $I_{n}=16$  A,  $I_{cu}=6$  kA y curva D; un interruptor diferencial tetrapolar 16 A, 30 mA; una base enchufable bipolar 16 A; tres transformadores de intensidad 1.200/5 5 VA Clase 0,5s; un amperímetro máxímetro y bornas de paso.

Los circuitos de tensión e intensidad a los equipos de telegestión saldrán desde la unidad funcional de control de cada caja general de SS.AA. descrita en el apartado 1.9.2.6.

#### 1.9.2.6. **Servicios Auxiliares**

La potencia estimada de los servicios auxiliares del centro será de 200 W y estarán atendidos necesariamente por dos sistemas de tensión (c.a y c.c).

En el apartado de “Planos” se facilita el esquema unifilar general correspondientes a los servicios auxiliares del centro.

##### 1.9.2.6.1. **Servicios Auxiliares de c.a.**

La alimentación a los servicios auxiliares se hará desde la unidad funcional de control del cuadro de distribución de BT.

Desde los servicios auxiliares de c.a. se alimentará:

- El alumbrado y la toma de corriente
- Los servicios auxiliares de c.c.

#### 1.9.2.7. **Unidad compacta de telecontrol y automatización sobre pared**

Todos los componentes generales del conjunto de telecontrol irán instalados en el interior de un armario ATG C con las siguientes dimensiones: 610x400x200mm (alto x ancho x fondo).

Características generales del conjunto:

Alimentación .....	230Vca +/- 15%
Consumo máx .....	100 W
Tensión de alimentación de salida.	48 Vcc; 12 Vcc
Autonomía .....	18 A/h MODBUS (RTU)
Protocolos LAN .....	PROCOME IEC-870-5-104
	IEC-870-5-101
Protocolos WAN .....	IEC-870-5-104 MODBUS (RTU) SERVIDOR WEB

#### 1.9.3. **Instalaciones de Puesta a Tierra**

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

Las tierras interiores del centro tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

Para los electrodos, se emplearán picas cilíndricas de acero-cobre del tipo PL-14-2000 (según NI 50.26.01 “Picas cilíndricas de acero cobre”), nunca de hierro.

Las puestas a tierra se revisarán periódicamente en el plan de mantenimiento de la compañía distribuidora.

### 1.9.3.1. **Tierras interiores. Tierra general**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas: suelo técnico (si es metálico), herrajes, masas de los circuitos de MT y BT, pantallas de protección contra contactos directos, pantallas de conductores y armaduras metálicas de la solera.

A la línea de tierra de protección del centro de transformación, se conectarán:

- La cuba del transformador, carcasa metálica del cuadro de Baja Tensión y la envolvente metálica de la aparamenta de MT conectada al cable de tierra por dos puntos.
- Pantalla del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
- Las puertas y rejillas, en el caso de que sean metálicas.
- Cualquier armario metálico instalado en el centro de transformación, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

No se conectarán a la tierra de protección del centro las puertas y rejillas del centro. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras general.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras general.

El tipo de cable dependerá de los elementos que conecte:

- Todos los equipos relativos a la telegestión se pondrán a tierra con cable de aluminio aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección tipo DN 0,6/1kV según NI 56.31.91.
- El resto de los equipos indicados anteriormente se pondrán a tierra con cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección según NI 54.10.01.

Estos cables irán sujetos a las paredes mediante bridás de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento.

Todos los conductores que van enterrados (el propio electrodo y la parte de la línea de tierra que conecta el electrodo, hasta la caja de seccionamiento) serán de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>.

El electrodo de puesta a tierra de protección estará enterrado a 1 m del suelo, y formado por 5 u 8 picas en hilera, para tensiones de hasta 20 kV o 30 kV, respectivamente, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, separadas entre sí a 3 m de distancia y conectadas con cable de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. La conexión desde la caja de seccionamiento hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones entre cables de cobre y de aluminio se realizarán con terminales bimétalicos.

Estos cables irán sujetos a las paredes mediante bridás de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento.

Las conexiones entre cables de cobre y de aluminio se realizarán con terminales bimétalicos.

### 1.9.3.2. **Tierras interiores. Tierra del neutro de baja tensión**

Esta línea de tierra se conectarán a la pletina de salida del neutro del cuadro de BT.

La tierra interior del neutro de baja tensión se realizará con cable aislado de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Este cable irá sujeto a las paredes mediante bridás de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento.

### 1.9.3.3. **Separación entre PaT**

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.

#### 1.9.3.4. Caja de seccionamiento de tierras y caja de unión de tierras

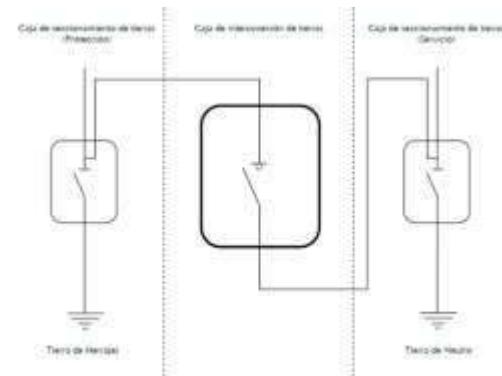
Las cajas de seccionamiento de tierras se componen de una envolvente que contiene en su interior un puente de tierras fabricado con pletinas de cobre de 20x3 mm. Las cajas dispondrán de una pletina seccionable accionada por dos tornillos. El citado puente de tierra descansará en un zócalo aislante de poliéster con fibra de vidrio. La tapa será transparente. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 e IK 08 según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente y el nivel de aislamiento será de 20 kV cresta a onda de impulso tipo rayo y 10 kV eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial.

La caja de unión de tierras:

- permitirá unir o separar los electrodos de tierra general y tierra del neutro de baja tensión
- y señalizará la posición habitual

El esquema de interconexión de la caja de unión de tierras se muestra en la siguiente figura.

Figura 1. Extraído de la MT 2.11.33



Esta caja quedará conectada mediante cable tipo RV 0,6/1 KV 1x16 k Al a los siguientes elementos:

- pletina de neutro del cuadro BT (en caso de existir más de un trafo, se unirán los neutros de sus cuadros de BT con el mismo tipo de cable).
- Caja de seccionamiento de la puesta a tierra general.

#### 1.9.3.5. Conexiones

Las distintas conexiones que habrán de realizarse se efectuarán empleando los elementos que se indican en MT 2.11.34.

- Para la conexión Conductor-Conductor: grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapas de conexión paralela y sencilla".
- Para la conexión Conductor-pica: grapa de conexión para picas cilíndricas de acero cobre tipo GC-P14,6/C50 según NI 58.26.03 "Grapas de conexión para picas cilíndricas acero-cobre".

#### 1.9.4. Instalaciones Complementarias

El centro dispondrá de una serie de instalaciones que complementan la operatividad del mismo garantizando la seguridad en condiciones de riesgo o simplemente manteniendo las condiciones ambientales suficientes.

##### 1.9.4.1. Alumbrado interior

El centro dispondrá de:

- Alumbrado normal.

El alumbrado normal será el necesario para una suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro, el nivel medio será como mínimo de 150 lux. Por otra parte, tanto en la zona de maniobra y control como en el compartimento del transformador para la observación del mismo deberán quedar suficientemente iluminadas para garantizar la seguridad de las maniobras en servicio.

El aparato será de tipo luminaria y desmontable sin necesidad de herramienta.

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de tal forma que su accionamiento no presente peligro por su proximidad a la alta tensión y preferentemente dispondrá de un piloto que indique su presencia.

En el centro objeto de este proyecto se instalarán como mínimo las siguientes luminarias:

- Alumbrado normal: 2.
- Alumbrado de seguridad:
  - Evacuación: 1.

El cableado se efectuará con cable flexible de 1 x 2,50 mm<sup>2</sup> según la Norma NI 56.10.00. La canalización se efectuará con canaletas que cumplan con UNE-EN 60707, calidad V-O. Se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

#### **1.9.4.2. Protección contra incendios**

De acuerdo con apartado 5.1 de ITC-RAT 14, se deberán cumplir las disposiciones reguladoras de la protección contra incendio en los establecimientos industriales en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y en particular sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en ITC-RAT 14 y afecten a la edificación.

Además, conforme al citado apartado 5.1 de ITC-RAT 14 se adoptarán las medidas siguientes:

- e) Instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores.
- f) Sistemas de extinción.
  - a. Extintores móviles:

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B 21A-113B en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en B.2).

Debido a la existencia de un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de las instalaciones de la compañía, no será preciso instalar un extintor móvil, sin embargo, este personal itinerante deberá llevar como mínimo, dos extintores de eficacia 89B en sus vehículos.
  - b. Sistemas fijos.

No será necesaria la instalación de un sistema fijo de extinción de incendios.

Según el Código Técnico de Edificación en su Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio - Sección 4 “Instalaciones de protección contra incendios” (DB-SI 4) para las zonas cuyo uso previsto sea diferente del principal del edificio en el que estén integradas y según la Tabla 1.1 “Dotación de instalaciones de protección contra incendios” de DB-SI 4 con las características del centro objeto del presente proyecto no se precisa ninguna dotación especial adicional a las citadas anteriormente.

#### **1.9.5. Estudio escapes de gas SF6**

En el diseño de la instalación se ha evitado que en caso de producirse un escape de gas SF6, se pueda acumular en zonas bajas por el hecho de ser más pesado que el aire. Se tratará de evitar que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.

De acuerdo con lo establecido en el apartado 4.4.4. de ITC-RAT 14 del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión (RD 337/2014), en aquellos locales con instalaciones aisladas por SF6 y situados por encima del suelo, resulta suficiente la existencia de una ventilación natural que pase a través del local.

La instalación proyectada cuenta con las rejillas cerca de suelo insertadas en la puerta de acceso, cumpliendo con las condiciones establecidas en el Real Decreto.

#### **1.9.6. Ventilación**

La temperatura del centro se estabilizará por medio de ventilación natural, el recorrido natural del aire a través de las rejillas de ventilación es suficiente para evacuar el calor generado y mantener una temperatura adecuada para el correcto funcionamiento de los equipos.

#### **1.9.7. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de la instalación**

El centro se diseñará para minimizar en el exterior de la instalación los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos según lo indicado en el apartado 4.7 de ITC-RAT 14. En el R 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se establecen los valores máximos admisibles de campo magnético B, que será para el exterior de la instalación de 100 µT.

Ver cálculos justificativos en apartado 2.4.

#### **1.9.8. Limitación del nivel de ruido y vibraciones emitidos por la instalación**

La instalación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitirá al exterior niveles sonoros superiores a los permitidos y los índices de ruido medidos en el exterior de la misma 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.

Ver apartado 2.5.

La instalación no transmitirá niveles de vibración superiores a los permitidos. Para ello los elementos generadores de vibraciones se instalarán con las precauciones necesarias para reducir los niveles transmitidos por su funcionamiento y evitar que se superen los niveles máximos admitidos por el Documento Básico HR Protección frente al ruido del CTE. Para ello, los elementos generadores de vibraciones irán dotados de elementos elásticos separadores y bancadas antivibratorias independientes.

#### **1.9.9. Materiales de seguridad y primeros auxilios**

El centro de transformación dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

- Banqueta aislante para la correcta ejecución de las maniobras, según NI 29.44.08.
- Señalización de seguridad según lo especificado en el MO.07.P2.33 “ Señalización de seguridad para centros de transformación”, para este tipo de centros (señal de riesgo eléctrico, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, etc.).
- Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección que se especifican en le MT 2.10.55 “Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección”.

## 1.10. Línea subterránea de media tensión

Las instalaciones se realizarán, cumpliendo lo establecido en la norma “MT 2.31.01, Proyecto tipo Línea subterránea de A.T. hasta 30 kV”, en su última edición.

### 1.10.1. Generalidades

Como se ha indicado en el apartado 1.8.2 del presente documento, la descripción del nuevo trazado subterráneo de simple circuito a 13,2kV, se ha dividido en dos partes para su mejor comprensión.

El primer tramo subterráneo tendrá su origen en la transición aéreo-subterránea a realizar en el nuevo apoyo nº310 a intercalar en la línea aérea, y continuará por tramos de canalización existente y a construir de tipo calzada, a través del camino de la Virgen y calle Arrabal hasta alcanzar las inmediaciones del nuevo centro de transformación “Ermita Nalda”, para realizar la acometida al mismo y se conectarán a una de las celdas de línea libres.

El segundo tramo proyectado, alimentará al centro de transformación “Nalda”. Para lo cual se tendrá una nueva línea subterránea a 13,2kV por nueva canalización a construir hasta alcanzar la arqueta “V” ubicada en las inmediaciones del CT, desde la que se realizará la acometida para conectar el tendido proyectado.

Los nuevos tramos de canalización a construir serán entubados con tubos de PE corrugado de doble pared y diámetro interior de 160 mm. Para los cambios de dirección, las arquetas a construir serán simple de hormigón prefabricadas con tapas y marcos de tipo M3/T3.

El conductor empleado para las nuevas líneas de enlace será HEPRZ1 12/20 kV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> AL + H16 y tendrá una longitud total de 1.632 metros incluida la acometida a los CTs y la transición aéreo-subterránea a realizar en el nuevo apoyo nº310.

Previo a la ejecución de los trabajos, será necesario limpiar las arquetas y comprobar el estado de la canalización, pasando por ella el mandril para asegurar el correcto tendido del conductor a emplear. De no ser así, será necesario ampliar la canalización existente con 2 nuevos tubos de diámetro 160 mm.

El trazado de la línea está proyectado de forma que afecte fundamentalmente a zonas de suelo consolidado, con tránsito peatonal, reduciéndose al mínimo los cruzamientos con zonas de tránsito rodado. La titularidad de estos terrenos se detalla en la relación de propietarios afectados. No se plantará arbolado que pueda dañar a la canalización eléctrica.

#### LÍNEA SUBTERRÁNEA

##### MONTAJE:

- Longitud y tipo de conductor: 1 circuito de 1.620 metros, con conductor HEPRZ1 12/20 kV 3x(1x240) mm<sup>2</sup> AL + H16 (incluidas las acometidas a los CTs “Nalda (Nuevo)” y “Ermita Nalda”)
- Una transición aéreo-subterránea en el apoyo nº310, equivalente a 12 metros.
- Canalización a construir tipo calzada con 3 tubos de Ø160 mm y una longitud de 5 metros.
- Canalización a construir tipo calzada con 4 tubos de Ø160 mm y una longitud de 778 metros.
- Canalización a construir tipo acera con 12 tubos de Ø160 mm y una longitud de 5 metros.
- Canalización a construir tipo calzada con 12 tubos de Ø160 mm y una longitud de 15 metros.
- Instalación de 803 metros de multiducto (tritubo).
- 1 arqueta doble, tipo M3/T3 según lo indicado en los planos.
- 18 arquetas simples, tipo M3/T3 según lo indicado en los planos.

### 1.10.2. Potencia a transportar

La nueva línea subterránea proyectada, se encontrará integrada en la red de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., por ello, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y disposición de la red, pero se encontrará siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisibles por el conductor.

Para determinar la capacidad de transporte del conductor ha de tenerse en cuenta que el tendido del conductor se realizará a través de canalización entubada existente y nueva, por lo que la intensidad máxima admisible para determinar la potencia máxima a transportar vendrá fijada por el nuevo conductor a instalar.

### 1.10.3. Características de los materiales

Aquellos materiales cuyas características no queden suficientemente especificadas, cumplirán con lo dispuesto en el Capítulo III. Características de los Materiales MT-NEDIS 2.03.20.

Las principales características de los materiales serán:

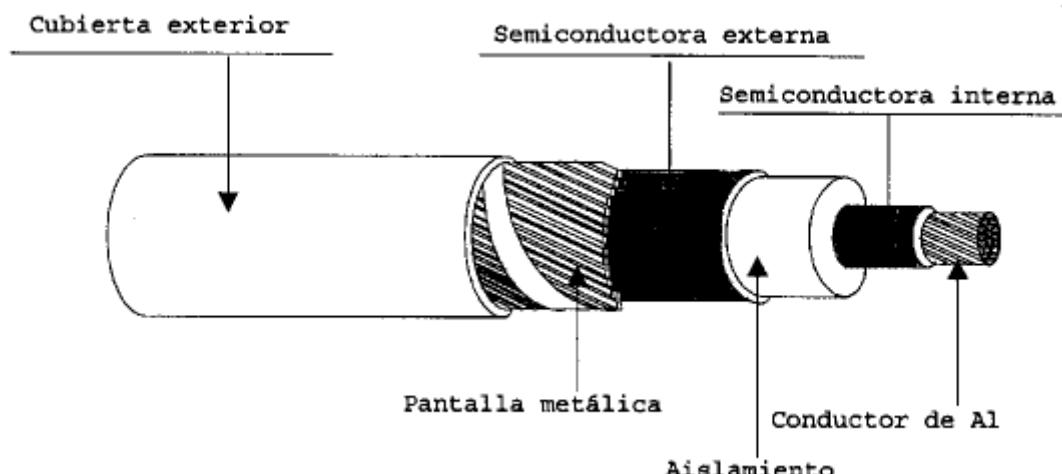
Tensión nominal	13,2 kV
Tensión asignada (Uo/U)	12/20 kV
Tensión más elevada (Um)	24 kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV

#### 1.10.3.1. Cables

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

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

Figura 2. Extraída de la NI 56.44.01



- Tipo seleccionado:

Tabla 1

TIPO CONSTRUCTIVO	TENSIÓN NOMINAL KV	SECCIÓN CONDUCTOR MM <sup>2</sup>	SECCIÓN PANTALLA MM <sup>2</sup>
HEPRZ1	12/20	240	16

Los parámetros eléctricos más relevantes del cable son:

Tabla 2

SECCIÓN MM <sup>2</sup>	TENSIÓN NOMINAL KV	RESISTENCIA MÁX. A 105°C Ω /KM	REACTANCIA POR FASE Ω /KM	CAPACIDAD μ F/KM
240	12/20	0,162	0,105	0,453

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 KV, formada por una terna de cables unipolares, agrupados en contacto, con una colocación tal que permita una eficaz renovación de aire, protegidos del sol, siendo la temperatura del medio ambiente de 40°C:

En la Tabla 3 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en i-DE para canalizaciones por galería (al aire).

Tabla 3 (Extraído de Tabla A.4.2 de UNE 211435)

Intensidad máxima admisible (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco (HEPR) de hasta 18/30 KV instalados al aire

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Intensidad (A) 3 unipolares
240	345

La potencia máxima que puede transportar el cable en condiciones normales de instalaciones de régimen permanente será en 13,2 KV de 7.887,76 kVA que aplicando un coeficiente reductor del 0,8 nos darían 6.310,21 kVA, muy superior a la potencia prevista en condiciones normales de explotación de la línea.

#### 1.10.3.2. Accesorios

Las fases deben estar correctamente identificadas mediante cintas adhesivas (de colores: verde, amarillo y marrón) cada 1,5 m según MT 2.33.25.

Las líneas estarán correctamente identificadas mediante señales autoadhesivas según NI 29.05.04.

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

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

La NI 56.80.02 “Accesos para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) KV hasta 18/30 (36) KV. Cables con aislamiento seco” define los accesorios siguientes:

- terminales de interior (retráctiles y deslizantes)
- empalmes rectos unipolares (retráctil)
- terminales enchufables apantallados

La NI 56.86.01 define los conectores terminales bimetálicos para cables aislados de AT aluminio por punzonado profundo (hasta 66 KV).

#### **1.10.4. Canalización entubada**

La canalización para construir será realizada en el término municipal de Nalda (La Rioja) por los tramos que se especifican en el punto 1.7.2 de este documento. Además, cumplirá estrictamente lo especificado en la normativa vigente de la empresa distribuidora i-DE, en su manual técnico MT 2.31.01.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Estarán construidas por tubos de plástico, dispuestos sobre lecho de arena u hormigonados en la zanja, presentando la suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

La profundidad, de acuerdo con el Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT-06, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Las canalizaciones de líneas subterráneas deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán superior a 20 veces su diámetro.
- Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables (función realizada por el tubo de plástico), así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T.

Antes del tendido se eliminará del interior de los tubos 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 correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán

quedar debidamente selladas en sus extremos. El número y ubicación de las arquetas se definirá en fase de ejecución de obra.

#### 1.10.4.1. Zanja tipo

La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será menor de:

- en acera o tierra (asiento de arena): 0,6 m.
- en calzada (asiento de hormigón): 0,8 m estando protegidos los tubos por un dado de hormigón.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.

Los tubos serán de plástico corrugado, y exentos de halógenos para protección mecánica según NI 52.95.03. Se instalará un circuito por tubo.

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, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Se utilizarán tubos de 160 mm Ø.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø por nivel, aumentando la anchura y profundidad de la misma en función del número de tubos a instalar.

Se colocarán separadores, de polipropileno u otro material de similares características de forma discontinua a lo largo de la canalización garantizando la homogeneidad del conjunto. El conjunto separador-abrazadera incorporará los dispositivos correspondientes para sujetar y alojar los tubos de control.

##### 1.10.4.1.1. Asiento de arena

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

Se colocará otra capa de arena, de las mismas características, con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Después se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento. Para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. 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 de la parte superior del cable de 0,30 m 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.

Por último, se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HNE15,0 de unos 0,12 m de espesor y se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

##### 1.10.4.1.2. Asiento de hormigón

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón HNE15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

Se colocará otra capa de hormigón HNE15,0 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Después se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, usando todo-uno o zahorra salvo que las Ordenanzas Municipales exijan que se utilice hormigón HNE15,0.

Posteriormente se colocará un firme de hormigón de HNE15,0 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.

#### **1.10.5. Cables enterrados en zanja en el interior de tubos.**

No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo o más de un sistema de tres unipolares por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. En el caso de instalar un cable unipolar por tubo, el tubo deberá ser de material magnético.

Se distinguen:

- Tubos de corta longitud: Canalizaciones que no superen los 15 m. En este caso, si el tubo se llenó con aglomerados especiales, no será necesario aplicar coeficiente de corrección de intensidad alguno.
- Tubos de gran longitud: En el caso de una línea con un torno de cables unipolares por el mismo tubo se utilizarán los valores de intensidad indicados en la siguiente tabla, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K\*m/W.

##### **1.10.5.1. Coeficientes de corrección de la intensidad admisible**

La intensidad admisible de cable indicada en la Tabla 3 deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de las condiciones tipo, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita.

Los factores de corrección aplicables serán función de la temperatura, resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

###### **1.10.5.1.1. Cables entubados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C**

*Tabla 4 (Extraído de Tabla A.5 de UNE 211435)  
Coeficiente de corrección, para temperatura del terreno distinta de 25 °C*

TEMPERATURA °C EN SERVICIO PERMANENTE	TEMPERATURA DEL TERRENO EN CABLES SOTERRADOS, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

**1.10.5.1.2. Cables entubados en terreno de resistividad térmica distinta de 1,5 k.m/W**

*Tabla 5 (Extraído de Tabla A.6 de UNE 211435)  
Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W.  
Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo.*

TIPO DE INSTALACIÓN	SECCIÓN DEL CONDUCTOR (MM <sup>2</sup> )	RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO K.M/W						
		0,80	0,90	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Cables en interior de tubos enterrados	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

**1.10.5.1.3. Cables entubados en zanja a diferente profundidad**

*Tabla 6 (Extraído de Tabla A.7 de UNE 211435)  
Factores de corrección para profundidades de instalación distintas de 1 m*

PROFUNDIDAD (M)	EN TUBULAR	
	≤185	> 185
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96

**1.10.6. Intensidades máximas permanentes en los conductores**

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyectista justificará y calculará según la Norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente admisible del conductor, con el fin de no superar su temperatura máxima asignada. Se permitirán otros valores de intensidad máxima permanentes admisibles siempre que correspondan con valores actualizados y publicados en las normas EN y CEI aplicables. En su defecto se aplicarán las tablas de intensidades máximas admisibles indicadas en este documento (según UNE 211435).

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la Tabla 7.

Tabla 7 (Extraído de Tabla 2 de UNE 211435)

Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

TIPO DE AISLAMIENTO	TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR	
	RÉGIMEN PERMANENTE	RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO (MÁXIMO 5 S DE DURACIÓN)
ETILENO PROPILENO DE ALTO MÓDULO (HEPR) UO/U $\leq$ 18/30 KV	105	250

#### 1.10.7. Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en los conductores

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la norma UNE 21192.

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y como temperatura final la de cortocircuito de duración inferior a 5 segundos > 250 °C, tal como se indica en la tabla 4. La diferencia entre ambas temperaturas es  $\Delta\theta$ . En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

En donde:

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito [A]

$S$  = sección del conductor [mm<sup>2</sup>]

$K$  = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

$t_{cc}$  = duración del cortocircuito [segundos]

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de  $t_{cc}$  distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior.  $K$  coincide con el valor de intensidad tabulado para  $t_{cc}=1$ s.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial ( $\theta_i$ ) diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente ( $\theta_s$ ), basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{\frac{\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_f + \beta}\right)}{\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_s + \beta}\right)}}$$

donde  $\beta$  es 228 para el aluminio.

En la tabla 8 se indica la intensidad máxima de cortocircuito para el cable escogido en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 8 (Extraído de tabla B-3 de UNE 211435)

Intensidad máxima de cortocircuito en kA para conductores de aluminio con aislamiento HEPR de hasta 18/30 kV

$\Delta\theta$ [°C]	SECCION [MM <sup>2</sup> ]	DURACION DEL CORTOCIRCUITO [S]			
		0,2	0,5	1	2
145	150	30,10	19,10	13,60	9,70
	<b>240</b>	<b>48,05</b>	<b>30,50</b>	<b>21,65</b>	<b>15,40</b>
	400	80,00	50,75	36,00	25,55

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la norma UNE 21192.

#### 1.10.8. Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantallas de los cables de aislamiento seco varían de forma notable con el diseño del cable. Esta variación depende del tipo de cubierta, del diámetro de los hilos de pantalla, de la colocación de estos hilos, etc.

En la Tabla 9 se indican las intensidades máximas admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito. Los valores de esta tabla corresponden a un cable con las siguientes características:

- Pantallas de alambres de cobre:
  - 16 mm<sup>2</sup> → 20x1mm(Ø)
  - 25 mm<sup>2</sup> → 32x1mm(Ø)
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Las temperaturas iniciales de las pantallas se suponen 20 °C inferiores a la temperatura de los conductores:
  - Temperatura inicial pantalla: 85°C
  - Temperatura final pantalla: 180°C

Tabla 9 (Extraído de Tabla 23 de MT 2.31.01)

Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla de alambres de cobre con aislante HEPR, en A.

SECCION PANTALLA [MM <sup>2</sup> ]	DURACION DEL CORTOCIRCUITO [S]			
	0,2	0,5	1	2
16	4.380	2.870	2.120	1.590
25	6.850	4.490	3.320	2.490

Para otros casos, el cálculo será realizado siguiendo la norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la Norma UNE 21192. Los valores obtenidos no dependerán del tipo de aislamiento, ya que en el cálculo intervienen sólo las capas exteriores de la pantalla. El dimensionamiento

mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1.000 A durante 1 segundo.

#### **1.10.9. Condiciones generales para cruzamiento y paralelismo**

Las instalaciones o tendidos de cables subterráneos deberán cumplir las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de alta tensión.

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 "topos" de tipo impacto, 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.

##### **1.10.9.1. Cruzamientos y paralelismos con otros servicios afectados**

En la ejecución de cruzamientos se tendrá en cuenta la separación mínima a respetar entre los tubulares, prisma y/o conducciones de los diferentes servicios implicados en cumplimiento de lo establecido en el Apartado 5.2 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 06 del RD 223/2008, así como lo indicado en las especificaciones, condicionantes y/o normas particulares de las empresas y organismos titulares y, en particular, lo establecido al respecto en la normativa municipal de aplicación.

Las canalizaciones proyectadas para tendido de los cables de energía eléctrica de MT ( $\leq 30$  kV) cruzarán, preferentemente y en la medida de lo posible, bajo las conducciones, tuberías e infraestructuras de diversa naturaleza y tipología del resto de instalaciones existentes que se vean afectadas. Este criterio no resultará de aplicación cuando la cota o profundidad del cruzamiento resultante presente un impacto negativo inaceptable sobre la capacidad de transporte de los circuitos eléctricos.

Los cruzamientos a mayor profundidad bajo otros servicios afectados de naturaleza diversa se realizarán por medios mecánicos y/o manuales, incluyendo la posible entibación especial, agotamientos, achiques y la necesidad de cualquier otro medio auxiliar (soportes, protecciones mecánicas, puntales, apeos provisionales, etc.) que garanticen la seguridad y minimicen los daños sobre los citados servicios.

En todo caso, dada la pérdida de capacidad de transporte que se produce en estos circuitos al aumentar la profundidad de la canalización, resulta de especial importancia que la profundidad adicional en todo cruzamiento sea la mínima necesaria para salvar el servicio afectado con las distancias reglamentariamente exigibles.

La ejecución de los cruzamientos se resolverá con pendientes máximas de rasante del 15%, aguas arriba y abajo del punto de cruce, manteniendo una rasante horizontal bajo este en longitud suficiente (aprox. 1 metro antes y después del mismo).

En el caso de paralelismos, se procurará evitar que la canalización destinada a los cables eléctricos en proyecto quede en el mismo plano vertical que el servicio afectado. Las distancias mínimas en este caso se establecerán con referencia al apartado 5.3 de la citada Instrucción ITC-LAT 06.

Todos los cruzamientos y paralelismos deberán estar documentados mediante croquis acotados y fotografía/as tomadas con anterioridad al hormigonado del prisma, identificando, mediante georreferenciación en coordenadas UTM, el punto de cruce en la hoja correspondiente del plano As Built y/o perfil longitudinal del trazado.

En los cruzamientos con otros cables de energía eléctrica se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

#### 1.10.9.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir ciertas condiciones y distancias de proximidad, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

A continuación, se muestra una tabla resumen de cruzamiento/paralelismos.

INSTALACIÓN AFECTADA	TIPO DE AFECCIÓN	CONDICIONES
FFCC	Cruce	Canalización entubada hormigonada, en perpendicular siempre que sea posible. Distancia $\geq 1,1$ m desde la parte superior del tubo más próximo a la cara inferior de la traviesa.
Otros cables de energía eléctrica	Cruce/Paralelismo	Distancia $\geq 0,25$ m. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.
Cables de telecomunicaciones	Cruce/Paralelismo	Distancia $\geq 0,2$ m.
Canalizaciones de agua	Cruce/Paralelismo	Distancia $\geq 0,2$ m.
Canalizaciones de gas	Cruce/Paralelismo	Distancia $\geq 0,4$ m.
Conducciones de alcantarillado	Cruce	Se procurará pasar por encima del alcantarillado.

#### 1.10.9.3. Relación de cruzamientos y paralelismos.

La nueva línea subterránea de simple circuito a 13,2 kV se tenderá por tramos de canalización existente propiedad de la empresa distribuidora y a construir por terrenos clasificados como vial público pertenecientes al Ayuntamiento de Nalda.

En la construcción de los nuevos tramos de canalización, no se generarán cruzamientos ni paralelismos con servicios pertenecientes a organismos públicos.

Si la canalización existente ya construida, por la que se tenderán las nuevas líneas de AT, no dispone de las distancias reglamentarias exigidas por la normativa en los puntos relativos a los cruzamientos y paralelismos detallados anteriormente, el técnico responsable de la redacción y legalización del presente proyecto no se hace responsable de las deficiencias existentes en la infraestructura propiedad del promotor.

Para verificar las distancias de proximidad en los cruzamientos y paralelismos, si los organismos afectados lo consideran, se realizará la excavación pertinente en el punto de cruce para garantizar distancias reglamentarias en función de lo detallado en el apartado 1.4.9.3.1 del presente documento. En relación con los paralelismos, las excavaciones a realizar para garantizar las distancias reglamentarias se encuentran detalladas en el apartado 1.4.9.3.2 del presente documento.

#### 1.10.9.3.1. Cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones de los cruzamientos de cables subterráneos de A.T.

La canalización entubada a emplear cumplirá con lo indicado en el apartado 1.9.5 y además con los requisitos particulares para cada tipo de cruzamiento indicados a continuación.

- Con calles, caminos y carreteras: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 1.9.5.1.2 para canalizaciones entubadas con asiento de hormigón.
- Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros.
- Los cruces de calzadas se realizarán a cielo abierto (salvo que se indique lo contrario) y 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 varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
- Con ferrocarriles: Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.
- Con otras conducciones de energía eléctrica: Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discutan por debajo de los cables 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 tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- Con cables de telecomunicación: 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, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.
- Con canalizaciones de agua: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01. 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.

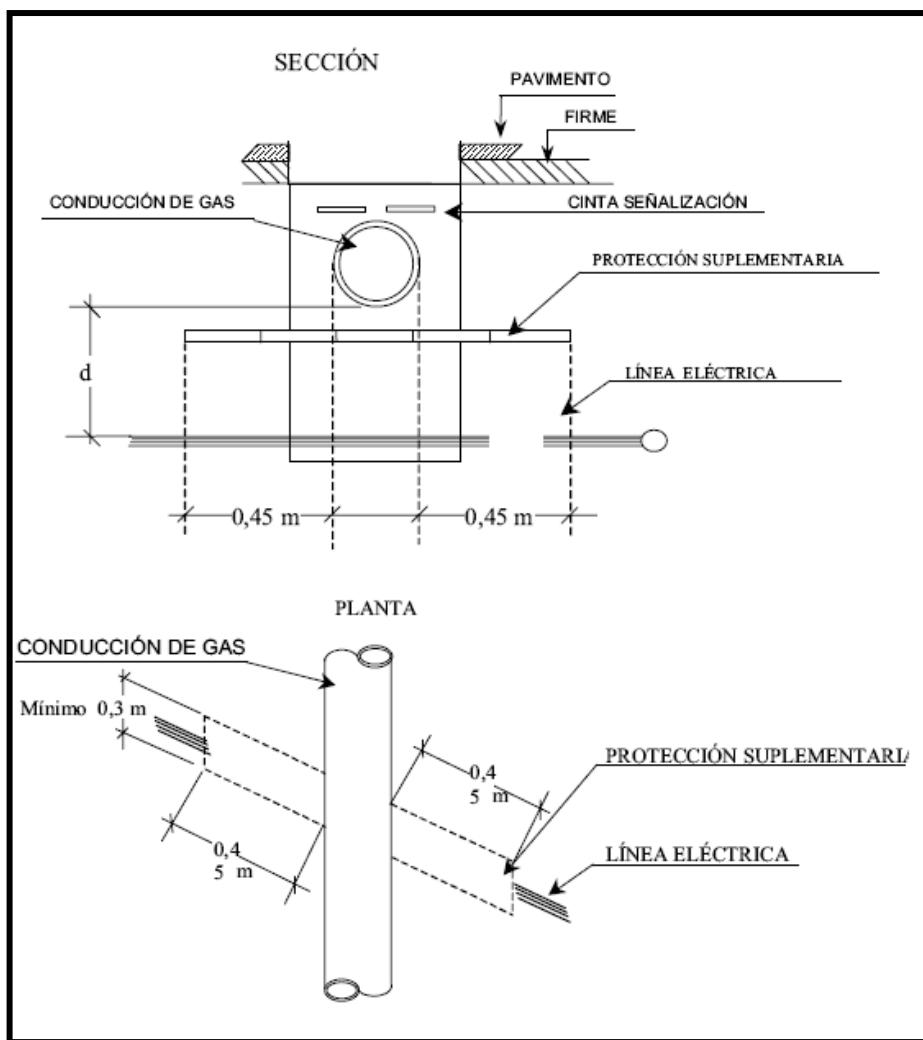
- Con canalizaciones de gas: En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla A1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla A1. 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 considere 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 A1

	PRESIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS	DISTANCIA MÍNIMA SIN PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA	DISTANCIA MÍNIMA 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.



En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo según características indicadas en la NI 52.95.03, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

- Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar por encima de las conducciones de alcantarillado. 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, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J. Las características de los tubos serán las establecidas 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 que soporten para un diámetro superior a 140 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

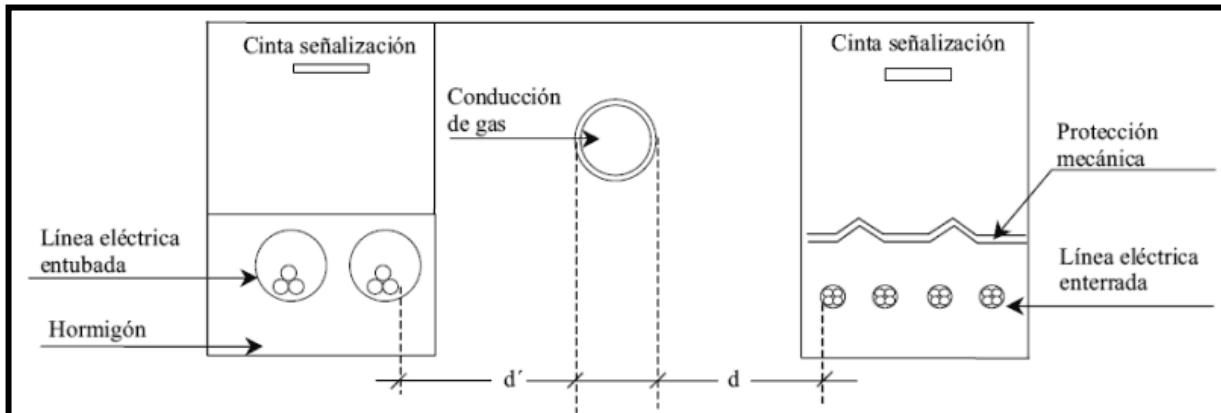
#### 1.10.9.3.2. Proximidades y paralelismos

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

- Con otros conductores de energía eléctrica: 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. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se tienda en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J. Las características de los tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.
- Con cables de telecomunicación: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.
- Con 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 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J. Las características de los tubos serán las establecidas 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 metros en proyección horizontal y, 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 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.
- Con canalizaciones 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 B1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla B1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica.
  - La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

Tabla B1

	PRESIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS	DISTANCIA MÍNIMA SIN PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA	DISTANCIA MÍNIMA 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	0,15 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



- Con 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 2,0 metros por cada extremo.
  - Acometidas (conexiones de servicio). En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.
    - La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de BT como de AT en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

### 1.10.10. Puesta a tierra

#### 1.10.10.1. Pantallas

En este apartado se muestra como efectuar las conexiones de pantallas para optimizar la capacidad de transporte en régimen permanente. Sólo se contempla el siguiente tipo de Puesta a Tierra:

##### 1.10.10.1.1. Sistema de puesta a tierra Solid Bonded (SB).

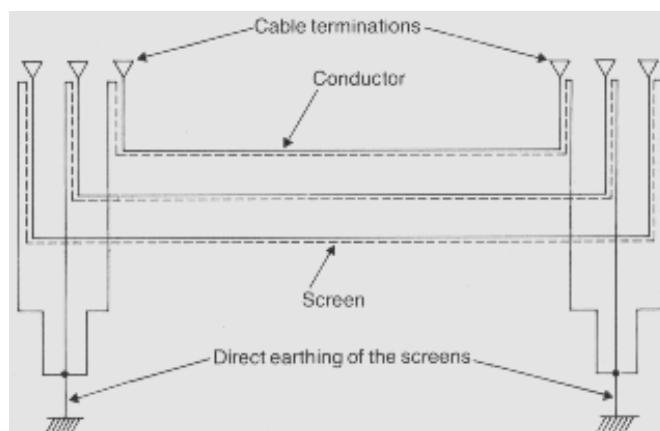
El Solid-Bonded consiste en conectar las pantallas a tierra en ambos extremos, tanto en el caso de pantallas de cables unipolares como de cables tripolares.

Se aplicará a líneas de media tensión y en general a líneas de corta longitud. En estos casos se asume que las pérdidas de potencia en las pantallas reducen la corriente nominal de la línea entre el 10% y 255 en media tensión, y hasta el 505 en líneas de muy alta tensión. Cuando la corriente que circula por el cable sea alta (superior a 500 A) las perdidas serán elevadas y se recurrirá a disposiciones de conexión entre pantallas especiales.

Este sistema de conexionado se recomienda instalar de la siguiente manera.

- Los cables se colocarán al tresbolillo y lo más juntos posible para que se reduzca la tensión inducida en pantalla y, por lo tanto, la corriente de circulación.
- En caso de defecto en un punto intermedio del cable (como es el caso de un empalme), la corriente de cortocircuito que circula por la pantalla se repartirá a uno y a otro lado de la misma, hacia las tierras de cada extremo. El reparto de corriente dependerá de la resistencia de puesta a tierra de cada extremo, y de la proximidad del fallo a uno o a otro extremo.

Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta, será conveniente conectar, en los puntos de empalme de los cables, las pantallas entre sí y a tierra al menos, cada dos o tres kilómetros, según la intensidad de defecto a tierra.



### 1.10.11. Protecciones

#### 1.10.11.1. Protecciones contra sobreintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

#### 1.10.11.1.1. Protección contra sobreintensidades de cortocircuito

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 211435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

#### 1.10.11.2. Protección contra sobretensiones

Los cables aislados deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo que establece en el apartado 7.2 de la ITC LAT 06 de Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y en el apartado 7.1 de la ITC RAT 13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

#### 1.10.12. 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 µTeslas, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

#### 1.10.13. Comprobación de cables subterráneos

Antes de ser conectada a la red, se deberá comprobar la instalación completa conforme el M.T. 2.33.15.

Para los fines de estas pruebas incluidas en el documento del manual técnico de la distribuidora, se aplicarán los términos y definiciones incluidas en la norma UNE 211006 y además:

- g) Medida de la continuidad y Resistencia óhmica de pantalla.
- h) Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta.
- i) Ensayo de tensión en corriente alterna.
- j) Ensayo de descargas parciales.

## 1.11. Línea aérea de media tensión

### 1.11.1. Generalidades

La variante de la línea aérea de simple circuito a 13,2 KV “Panzares-Viguera” entre los apoyos nº 69 y nº 234, consiste en el intercalado de un nuevo apoyo nº310 en el que realizar una transición aéreo-subterránea para alimentar el nuevo CT “Ermita Nalda” a instalar sobre una zona ajardinada en las inmediaciones de la calle Arrabal.

Además, se realizará el desmontaje del vano existente entre los apoyos nº78 y 191 así como de la maniobra existente en el apoyo nº191, los apoyos nº190 y 191 y la cruceta de derivación existente en el apoyo nº78.

Las actuaciones que se llevarán a cabo son:

- Intercalado de un nuevo apoyo metálico de celosía tipo C2000-18E.
- Instalación de un juego de SLB (LO-14.208) en el nuevo apoyo a instalar.
- Achatarramiento del tramo de línea aéreo con conductor LA-56 y longitud de 121 metros.
- Desmontaje de los apoyos existentes nº190 y 191.

### 1.11.2. Trazados y alineaciones

El trazado de línea aérea de simple circuito a 13,2 kV en estudio afecta al término municipal de Nalda, se sitúa en zona B (entre 500 y 1.000 metros de altura) y tiene una longitud de 276 m, en tres alineaciones (reguladas por el límite estático dinámico del conductor), que pasamos a describir:

#### Serie nº 1

Consta de un único vano de 67 metros de longitud con inicio en el apoyo existente nº 68 y final en el apoyo existente nº69. Forma un ángulo de 200g con la serie anterior con un EDS del 9,6%. El conductor será existente de tipo 47-AI1/8-ST1A.

Esta serie cuenta con un cruzamiento con el Barranco de Ajo Mayor.

#### Serie nº 2

Consta de un único vano de 57 metros de longitud con inicio en el apoyo existente nº 69 y final en el nuevo apoyo nº 310. Forma un ángulo de 200g con la serie anterior con un EDS del 9,6%. El conductor será existente de tipo 47-AI1/8-ST1A.

El apoyo nº 310 será una nueva torre metálica de celosía de acero galvanizado de tipo C-2000, con una altura de 18 metros y cruceta metálica recta en la cogolla del apoyo de tipo RC2-20/S.

Este apoyo nº 310 contará con un juego de seccionadores tipo Load Buster con número de maniobra LO-14.208. Además, existirá una transición A/S en el apoyo que servirá de enlace con el nuevo centro de transformación “Ermita Nalda”. El juego de seccionadores se instalará en una cruceta metálica recta de tipo RC2-20/S que se instalará a 3 metros de la cogolla.

#### Serie nº 3

Está formada por dos vanos de 48 y 104 metros de longitud y forma un ángulo de 200g con el vano anterior, con un EDS del 9,4%. El conductor será existente de tipo 47-AI1/8-ST1A.

El primer vano tiene una longitud de 48 m entre los apoyos nº310 y 234. El apoyo nº234 es un apoyo existente de hormigón, con función de alineación.

El segundo tiene una longitud de 104 m entre los apoyos nº234 y 70. El apoyo 70 es un apoyo de hormigón con función de ángulo y que cuenta con una derivación al centro de transformación “Cerro (Nalda)”.

Esta serie cuenta con un cruzamiento con un camino municipal del Ayuntamiento de Nalda.

### 1.11.3. Cruzamientos y paralelismos

Para las condiciones de distancias mínimas de seguridad, cruzamientos y paralelismos, se seguirán las prescripciones indicadas en el punto 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas de alta tensión y normas establecidas en cada caso por los organismos afectados u otra norma oficial al respecto.

#### 1.11.3.1. Relación de cruzamientos.

Nº	SERVICIO AFECTADO	TIPO	LONGITUD
1	Barranco de Ajo Mayor Confederación Hidrográfica del Ebro	Cruzamiento	3 m
2	Camino de la Virgen Ayuntamiento de Nalda	Cruzamiento	3 m

#### 1.11.3.2. Relación de paralelismos.

No existen paralelismos.

### 1.11.4. Coordenadas de apoyos del tramo de línea aérea

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)				
Apoyo Nº	X	Y	Z	
69	541.308,19	4.686.607,35	567,52	Existente
310	541.334,62	4.686.658,17	573,13	Nuevo
234	541.356,93	4.686.701,07	581,54	Existente

### 1.11.5. Características de los materiales

Aquellos materiales cuyas características no queden suficientemente especificadas, cumplirán con lo dispuesto en el Capítulo III. Características de los Materiales MT-NEDIS 2.03.20.

Las principales características de los materiales serán:

Tensión nominal	13,2 kV
Tensión asignada (Uo/U)	12/20 kV
Tensión más elevada (Um)	24 kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV

#### 1.11.5.1. Cables

El conductor es de aluminio-acero galvanizado de 54,60 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE 50182, el cual está recogido en el documento NI 54.63.01, cuyas características principales son:

- Designación UNE-EN 50182	<b>47-AL1/8-ST1A (Antiguo LA 56)</b>
- Sección total, mm <sup>2</sup>	54,6
- Diámetro aparente, mm	9,45
- Carga mínima de rotura, daN	<b>1.640</b>
- Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7.900
- Coeficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	<b>19,1x10<sup>-6</sup></b>
- Masa aproximada, kg/m.	0,189
- Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km.	0,6136
- Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	3,70
- Resistencia la corrosión	Cumple UNE-EN 50182

### 1.11.5.2. Aislamiento

Los aisladores deben ser diseñados, seleccionados y ensayados para que cumplan los requisitos eléctricos y mecánicos determinados en los parámetros de diseño de las líneas aéreas.

Los aisladores deben resistir la influencia de todas las condiciones climáticas, incluyendo las radiaciones solares. Deben resistir la polución atmosférica y ser capaces de funcionar satisfactoriamente cuando estén sujetos a las condiciones de polución.

Los aisladores compuestos están constituidos, básicamente, por un núcleo resistente dieléctrico, protegido por un revestimiento polimérico. Alrededor del núcleo se moldearán una serie de aletas o platos que asegurarán la línea de fuga especificada. Los extremos del aislador dispondrán de herrajes metálicos solidarios con el núcleo, cuyo conjunto, así formado, soportará las cargas mecánicas indicadas a continuación.

Cumplirán con la norma UNE-EN 62217 “Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas, de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación” y complementariamente con la NI 48.08.01 “Aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de alta tensión”

Las características eléctricas mínimas de las cadenas de aisladores de composite para los dos niveles de aislamiento exigidos por el Reglamento de Líneas de Alta Tensión, en adelante RLAT, son las que se indican en la tabla adjunta.

Características eléctricas de cadenas de aislamiento 20 kV

Nivel de contaminación	Material aislante	Aisladores	Nivel de aislamiento a choque kV	a F.I. kV	Línea de Fuga mm.
II Medio	composite	U70YB20	165	70	480
	composite	U70YB30-AL	215	95	1020
	composite	U70PP20	165	70	720
IV Muy Fuerte	composite	U70YB20P	165	70	740
	composite	U70YB30P-AL	215	95	1120
	composite	U70PP20P	165	70	740

Teniendo en cuenta que la tensión de servicio prevista para la instalación proyectada es de 13,2 KV., de acuerdo con el punto 1.2 de la ITC-LAT-07 y 4.4 de la misma ITC-LAT-07 del Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, el nivel de aislamiento nominal del material a instalar será el siguiente:

- Tensión más elevada ..... 24 kV
- Tensión de ensayo al choque ..... 125 kV
- Tensión de ensayo bajo lluvia a frecuencia industrial .... 50 kV

El aislamiento de suspensión estará constituido por cadenas de composite tipo U70YB20P, siendo las características de la cadena las siguientes:

- Carga mínima de rotura ..... 7.000 daN
- Tensión de ensayo al choque ..... 165 kV cresta
- Tensión de ensayo bajo lluvia a frecuencia industrial ... 70 kV eficaces

El aislamiento de amarre estará constituido por cadenas de composite tipo U70YB30P-AL, siendo las características de la cadena las siguientes:

- Carga mínima de rotura ..... 7.000 daN
- Tensión de ensayo al choque ..... 215 kV cresta
- Tensión de ensayo bajo lluvia a frecuencia industrial .... 95 kV eficaces

### 1.11.5.3. Pararrayos

Se instalarán sistemas de protección de los cables contra sobretensiones mediante pararrayos de óxidos metálicos, sin explosores, con envolvente de material sintético.

Cumplirán con lo indicado en la UNE EN 60 099-4 “Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para sistemas de corriente alterna” y complementariamente con la NI 75.30.02 “Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica para alta tensión hasta 36 KV”.

El pararrayos estará constituido por un sólo elemento con una envolvente de material sintético y no tendrá espacio de aire entre la envolvente y los varistores. No llevará dispositivo de desconexión, ni de señalización de defecto interno. El pararrayos será estanco.

Las condiciones de servicio según la citada NI serán las siguientes:

- temperatura ambiente del aire comprendida entre -40°C y +40°C
- instalación exterior, a una altitud no superior a 1000 m, en zonas expuestas a viento, lluvia, nieve y granizo.
- exposición a zonas de polución de nivel 3
- instalación en líneas aéreas de AT cuya corriente de defecto entre fase-tierra estará limitada a 1.000 A

La masa total de un pararrayos, con su dispositivo de sujeción incluido, no excederá de 6 kg.

Las características esenciales se resumen en las siguientes tablas, extraídas de la citada NI.

	Frecuencia asignada [Hz]	Tensión asignada (Ur) [kV]	Tensión máxima servicio continuo (Uc) [kV]	Tensión de red [kV]	Corriente nominal de descarga (onda 8/20 $\mu$ s) [kA]
POM-P 21/10	50	21	18	15	10
				20	

<b>CORRIENTE DE ENSAYO DEL PARARRAYOS EN CORTOCIRCUITO</b>	6 kA
<b>VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE DE DESCARGA DE FORMA DE ONDA DE GRAN AMPLITUD (ONDA 4/10 MS)</b>	100 kA
<b>TENSIÓN RESIDUAL A LA CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (10 KA)</b>	≤ 65 kA (valor cresta)
<b>TENSIÓN RESIDUAL A LA CORRIENTE DE 40 KA (ONDA 8/20 MS)</b>	≤ 95 kV (valor cresta)

La línea de fuga nominal especificada, mínima, fase-tierra será de 25 mm/kV entre fases

### 1.11.5.4. Herrajes

Se consideran herrajes todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los elementos de fijación del cable de tierra al apoyo y los elementos de protección eléctrica de los aisladores.

Los herrajes y accesorios de las líneas aéreas deben cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897.

Las características de los diferentes herrajes y sus ensayos de comprobación deberán cumplir lo especificado en las Normas UNE 21006 y 21009.

Según Apartado 3.3 de ITC-LAT-07, los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse

a 2,5. Dicha carga de rotura mínima será aquella cuya probabilidad de que aparezcan cargas de rotura menores es inferior al 2%. La carga de rotura mínima puede estimarse como el valor medio de distribución de las cargas de rotura menos 2,06 veces la desviación típica. Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

Los herrajes utilizados en la línea proyectada serán de acero galvanizado en caliente, de acuerdo con el MT 2.23.15, siendo los principales:

- Horquilla de bola: Tipo UNESA HB-16, con una carga de rotura de 10.000 daN.
- Rótulas de enlace: Tipo UNESA R-16 y R-16P, con una carga de rotura de 9.000 daN.
- Grapa de amarre: Tipo UNESA GAC NI 58.80.00, con una carga de rotura de 6.500 daN.
- Grapa de suspensión: Tipo UNESA GSA NI 58.85.02, con una carga de rotura de 6.500 daN.

#### 1.11.5.5. Apoyos

El nuevo apoyo será un apoyo metálico de celosía de acuerdo con la norma UNE 207017 “Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución” y complementariamente con NI 52.10.01” Apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas hasta 30 KV”

Los apoyos de celosía constan de:

- Fuste. Parte inferior del apoyo, de forma troncopiramidal y base cuadrada.
- Cabeza. Parte superior del apoyo de forma prismática cuadrangular, con una longitud de 4,20 m.

Según apartado 2.4.1 de ITC-LAT-07, la calificación de los apoyos será atendiendo a:

- Tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea
  - Apoyo de principio o fin de línea. Apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitudes del haz completo de conductores en un solo sentido
- Posición relativa respecto al trazado de la línea
  - Apoyo de alineación. Apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea
  - Apoyo de ángulo. Apoyo de suspensión amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea

La designación de los apoyos según la citada NI será:

- C: apoyo de celosía
- 500/.../9000: esfuerzo nominal del apoyo [daN]
- 10/.../26: altura del apoyo [m]
- E/P: forma de instalar el apoyo, empotrado con placa base y pernos

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según norma NI 29.00.00 “Placas de señalización de seguridad” y se numerarán, empleando para ello, placas y números de señalización según norma NI 29.05.01 “Placas y números para señalización de apoyos de líneas eléctricas aéreas de alta tensión”.

#### 1.11.5.6. Crucetas

Las crucetas para utilizar serán metálicas, de acero galvanizado en caliente y cumplirán la norma NI 52.31.02 “Crucetas rectas y semicrucetas para líneas aérea de tensión nominal hasta 20 KV”, NI 52.59.04 “Crucetas avifauna para líneas aéreas de AT”.

Su diseño responde a todas las exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, y a la protección de la avifauna.

#### 1.11.5.7. Seccionador unipolar

Se empleará un juego de tres seccionadores unipolares SELA U 24/III según NI 74.51.01 “Seccionadores unipolares para líneas aéreas de AT hasta 36 kV”.

La disposición normal de utilización de los seccionadores es la horizontal invertida, quedando el bastidor en la parte superior. También podrá utilizarse en posición horizontal no invertida y en posición vertical. Las cuchillas de seccionamiento serán dobles y maniobrables por operarios provistos de pétigas en condiciones normales de trabajo.

Las principales características del seccionador unipolar según NI se presentan en las tablas siguientes.

DESIGNACIÓN	TENSIÓN ASIGNADA [KV]	NIVEL DE CONTAMINACIÓN (UNE EN 60 071-2)	LÍNEA DE FUGA MÍNIMA [MM]
SELA U 24/III	24	III	600

NIVEL DE AISLAMIENTO [KV]	TENSIÓN SOPORTADA A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (VALOR CRESTA)	A TIERRA	125	
	TENSIÓN SOPORTADA BAJO LLUVIA A FRECUENCIA INDUSTRIAL (VALOR EFICAZ)	DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	145	
		A TIERRA	50	
		DISTANCIA DE SECCIONAMIENTO	60	
INTENSIDAD ASIGNADA EN SERVICIO CONTINUO [A]			400	
FRECUENCIA ASIGNADA [HZ]			50	
DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO [S]			1	
INTENSIDAD ADMISIBLE DE CORTA DURACIÓN [KA]			16	
INTENSIDAD ADMISIBLE ASIGNADA (VALOR CRESTA) [KA]			40	

#### 1.11.6. Conversiones aéreo-subterráneas

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se instalará un juego de seccionadores unipolares según NI 74.51.01, ubicados en el propio poste o apoyo de la conversión aéreo-subterránea. Según apartado 6.2 de ITC-LAT-07, los seccionadores estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.
- La protección contra sobretensiones se realizará mediante pararrayos de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica según NI 75.03.02. La conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.
- La terna de cables unipolares en el tramo de subida hasta la línea aérea estará protegida por un tubo de acero galvanizado que dotará al conjunto de la suficiente resistencia mecánica.

- El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables unipolares.
- El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.
- El tubo se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrarán en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

Los cables subterráneos suelen tener este tipo de conversiones en las entradas a estaciones de transformación y en los enlaces con apoyos de líneas aéreas; en estos casos, en lo que se refiere al radio de curvatura y tensión de tendido, se deberán observar las mismas indicaciones que en las canalizaciones.

En el entronque con una línea aérea, se instalarán terminaciones de exterior de las características correspondientes a la tensión nominal del cable y conforme a la INS o NI de aplicación en función del nivel de tensión. Así mismo, se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico.

Los apoyos que alberguen transiciones aéreo-subterráneas dispondrán de una bandeja metálica que proteja los cables hasta 2,5 metros como mínimo. Excepcionalmente, se instalarán cerramientos conforme MT 2.23.25.

#### **1.11.7. Cimentaciones**

Las cimentaciones serán monobloques a base de macizos prismáticos de hormigón en masa tipo H-25 de sección cuadrada.

Sobre el macizo se construirá una peana que en su parte superior será de forma piramidal, para hacer la función de vierteaguas, con una pendiente aproximada del 5% y con una altura igual o superior a 10 cm desde la línea de tierra hasta el vértice.

Se considera que el hoyo puede realizarse con los medios mecánicos habituales (cimentaciones en tierra).

#### **1.11.8. Sistema de puesta a tierra**

Las puestas a tierra de los apoyos se realizarán con electrodos de picas bimetálicas de acero-cobre y anillos de cable de cobre, cuyo diseño, en base a la zona de ubicación del apoyo y las características del terreno, tipo de suelo y resistividad se recogen en el M.T. 2.23.35.

Según Apartado 7.1 del ITC-LAT-07, el sistema de puesta a tierra deberá:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión (Apartado 7.3.2 de ITC-LAT-07)
- Resistir, desde el punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo (Apartado 7.3.3 de ITC-LAT-07)
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra (Apartado 7.3.4 de ITC-LAT-07)
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea (Apartado 7.3.5 de ITC-LAT-07)

Los sistemas y elementos de conexión de las puestas a tierra estarán conformes con lo expuesto en el Apartado 7.2. de ITC-LAT-07.

Según el Apartado 7.2.4. de ITC-LAT-07, los apoyos, tanto metálicos como de hormigón, se conectarán a tierra.

La disposición de las puestas a tierra será mediante electrodo de difusión o mediante anillo cerrado. Para la realización de los anillos se empleará cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup>. Las picas serán cilíndricas de acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m de longitud. Las grapas de conexión serán de cobre.

Conforme a lo expuesto en el Apartado 7.3.4.2. de ITC-LAT-07, a la hora de garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- 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 espera 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. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos. El diseño del sistema de puesta a tierra de este tipo de apoyos debe ser verificado según se indica en el Apartado 7.3.4.3. del ITC-LAT-07. Dentro de este tipo de apoyos se pueden distinguir dos subtipos:
  - 1) Apoyos frecuentados con calzado. Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc. Se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, Ra1, y la resistencia a tierra de contacto, Ra2. Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000 Ω.
  - 2) Apoyos frecuentados sin calzado: Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, campings, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos. Se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, Ra2. La resistencia adicional del calzado, Ra1, será nula.
- Apoyos no frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Los apoyos que alberguen las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo cumplirán los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación. Los apoyos que estén destinados a albergar aparatos de maniobra, deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados. En el caso particular del objeto de este proyecto, el nuevo apoyo a instalar, al disponer de elementos de maniobra, cumplirán los requisitos de los apoyos frecuentados.

### **1.11.9. Reglamentación**

Será de aplicación el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. En el mismo en la instrucción ITC-LAT 07, en el apartado 5.7.1 habla sobre los cruzamientos y nos remite al punto 5.3 “prescripciones especiales”, que indica:

En ciertas situaciones, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, además de las consideraciones generales anteriores, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en el presente apartado.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales y de acuerdo con lo que más adelante se indica, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, no será necesario el empleo de apoyos distintos de los que corresponda establecer por su situación en la línea (alineación, ángulo, anclaje, etc.), ni la limitación de longitud en los vanos, que podrá ser la adecuada con arreglo al perfil del terreno y a la altura de los apoyos.

Por el contrario, en dichos tramos serán de aplicación las siguientes prescripciones especiales:

- a) Ningún conductor o cable de tierra tendrá una carga de rotura inferior a 1.200 daN en líneas de tensión nominal superior a 30 kV, ni inferior a 1.000 daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. En estas últimas, y en el caso de no alcanzarse dicha carga, se pueden añadir al conductor un cable fiador de naturaleza apropiada, con una carga de rotura no inferior a los anteriores valores. Los conductores y cables de tierra no presentarán ningún

- empalme en el vano de cruce, admitiéndose durante la explotación y por causa de la reparación de averías, la existencia de un empalme por vano.
- b) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.
  - c) Los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superiores a los establecidos para la línea en los apartados 3.5 y 3.6. Esta prescripción no se aplica a las líneas de categoría especial, ya que la resistencia mecánica de los apoyos se determina considerando una velocidad mínima de viento de 140 km/h y una hipótesis con cargas combinadas de hielo y viento. En cualquier línea, calculada con 140 km/h de viento y con hipótesis combinadas de hielo y viento, sea cual sea su categoría, no tendrá que aplicarse esta prescripción.
  - d) La fijación de los conductores al apoyo deberá ser realizada de la forma siguiente:
    - d.1) En el caso de líneas sobre aislador rígido se colocarán dos aisladores por conductor, dispuestos en forma transversal al eje del mismo, de modo que sobre uno de ellos apoye el conductor y sobre el otro un puente que se extienda en ambas direcciones, y de una longitud suficientes para que en caso de formarse el arco a tierra sea dentro de la zona del mismo. El puente se fijará en ambos extremos al conductor mediante retenciones o piezas de conexión que aseguren una unión eficaz y, asimismo, las retenciones del conductor y del puente a sus respectivos aisladores serán de diseño apropiado para garantizar una carga de deslizamiento elevada.
    - d.2) En el caso de líneas con aisladores de cadena, la fijación podrá ser efectuada de una de las formas siguientes:
      - a) Con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.
      - b) Con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25% superiores a los establecidos en los apartados 3.3 y 3.4, o con una cadena de suspensión doble. En estos casos deberá adoptarse alguna de las siguientes disposiciones:
        - b.1) Refuerzo del conductor con varillas de protección (armor rod).
        - b.2) Descargadores o anillos de guarda que eviten la formación directa de arcos de contorneamiento sobre el conductor.
        - b.3) Varilla o cables fiadores de acero a ambos lados de la cadena, situados por encima del conductor y de longitud suficiente para que quede protegido en la zona de formación del arco. La unión de los fiadores al conductor se hará por medio de grapas antideslizantes.

Para el pintado de color verde en los apoyos de las líneas aéreas de transporte de energía eléctrica de alta tensión, o cualquier otro pintado que sirva de mimetización con el paisaje, el titular de la instalación deberá contar con la aceptación de los Organismos competentes en materia de misiones de aeronaves en vuelos a baja cota con fines humanitarios y de protección de la naturaleza.

#### **1.11.10. Campos electromagnéticos**

De acuerdo con la MT 2.21.66, ambos en su última edición, denominado proyecto tipo de línea aérea de media tensión. Simple circuito con conductor de aluminio acero 47-AL1/8-ST1A el campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el informe “Campos eléctricos y magnéticos provocados por LLAA de distribución eléctrica”, donde se puede comprobar su valor que es muy inferior al límite especificado de 100 µT, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

## 1.12. Ensayos eléctricos después de la instalación

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por i-DE o por una empresa mandataria. Si la verificación fuera realizada por empresas mandatadas, éstas deberán ser empresas instaladoras habilitadas según ITC RAT 21. Se efectuarán los ensayos previos a la puesta en servicio que establezcan las normas de obligado cumplimiento. En cualquier caso, en las instalaciones de alta tensión se efectuarán las siguientes verificaciones:

- a) Medidas de las tensiones de paso y contacto. Según ITC RAT 13, en instalaciones de tercera categoría que respondan a configuraciones tipo, el Órgano territorial competente podrá admitir que se omita la realización de las anteriores mediciones, sustituyéndolas por la correspondiente a la resistencia de puesta a tierra, si se ha establecido la correlación, sancionada por la práctica, en situaciones análogas, entre tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra.
- b) Verificación de las distancias mínimas de aislamiento en aire entre partes en tensión y entre éstas y tierra, siempre que no se hayan realizado previamente ensayos de aislamiento según lo establecido en la ITC RAT 12.
- c) Verificación visual y ensayos funcionales del equipo eléctrico y de partes de la instalación.
- d) Pruebas funcionales de los relés de protección y de los enclavamientos montados en obra.
- e) Comprobación de que existen el esquema unifilar de la instalación y los manuales con instrucciones de operación y mantenimiento de los equipos y materiales.

Adicionalmente se realizarán también todas aquellas mediciones y verificaciones de aplicación según normativa i-DE.

## 1.13. Plazo de construcción

Se pretende construir la totalidad de la obra en un plazo máximo de dos meses.

## 1.14. Conclusión

Por la presente Memoria y el resto de los documentos del presente proyecto se estiman descritas las instalaciones a realizar, por lo que elevamos el presente proyecto a la superioridad para la obtención de Autorización administrativa y Aprobación del proyecto, quedando a su disposición para cualquier aclaración que estimen oportuna.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 1.15. Anexo 1: Relación de bienes y derechos.

### 1.15.1. Centro de transformación

El terreno donde se ubicará el nuevo centro de transformación pertenece al Excelentísimo Ayuntamiento de Nalda (La Rioja).

D. CATASTRALES				AFECCIÓN		
Finca S/P	Referencia catastral	NATURALEZA	TITULAR	Longitud (m.)	Anchura (m.)	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> .)
-	2371146WM4827S0001AY	Urbano	Ayuntamiento de Nalda. Calle Carrera 26190 – Nalda (La Rioja)	7,54	4,86	36,64

### **1.15.2. Línea subterránea a 13,2 kV**

La instalación de la línea subterránea a 13,2 kV S.C. se llevará a cabo por zonas clasificadas como vial público sitas en el Término Municipal de Nalda (La Rioja).

#### **TÉRMINO MUNICIPAL: NALDA**

D. CATASTRALES				AFECCIÓN		
Finca S/P	Referencia Catastral	NATURALEZA	TITULAR	Longitud zanja (m.)	Anchura zanja (m.)	Nº Arquetas
1	26104A013001780000MM	VR Viñedos regadío	Agustín Escudero Fonseca Avda Pérez Galdós 46 26002 - Logroño (La Rioja)	5	0,5	0
-	2371146WM4827S0001AY	Urbano	Ayuntamiento de Nalda. Calle Carrera 26190 – Nalda (La Rioja)	11	0,5	3 (M3/T3)
-	-	Vial público	Ayuntamiento de Nalda Calle Carrera 26190 – Nalda (La Rioja)	787	0,5	17 (M3/T3)

1. Prohibición de plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en una franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada en las distancias mínimas reglamentarias.

### 1.15.3. Línea aérea a 13,2 kV

#### TÉRMINO MUNICIPAL: NALDA

DATOS CATASTRALES					AFECCIÓN						
Finca S/P	Polígono nº	Parcela nº	NATURALEZA	TITULAR	Longitud Tendido (m)	Anchura conductores (m)	Zona servidumbre vuelo (m <sup>2</sup> )	Zona corte arbolado (m <sup>2</sup> )	Nº apoyo S/P	Ocupación Apoyo (m <sup>2</sup> ) (1)	Anillo sistema tierras (m) (2)
1	13	178	VR Viñedos regadío	Agustín Escudero Fonseca Avda Pérez Galdós 46 26002 - Logroño (La Rioja)					310 (1)	13,25	

(1): Incluye, en su caso la acera perimetral necesaria.

(2): En los casos en que es exterior a la superficie de ocupación del apoyo. Se instalará a una profundidad de 1 m.

#### LIMITACIONES DERIVADAS DE LA SERVIDUMBRE

- 1) Prohibición de construcción de edificios e instalaciones industriales definitivas o provisionales en la servidumbre de vuelo, incrementada con la distancia reglamentaria a ambos lados de los conductores extremos.
- 2) Prohibición de plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer la distancia de seguridad reglamentaria, entendiendo como tal la que por inclinación o por caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores.

Noviembre de 2023

La Ingeniera Industrial

Elsa Ruiz Bello

Colegiada nº 3.775



## 1.16. Anexo 2: Estudio avifauna

### 1.16.1. Objeto

El trazado aéreo afecta a suelo urbano, por lo que, en cumplimiento del Decreto 32/1998 del 30 de abril (B.O.R. nº 54 de 5 de mayo de 1998), sobre Normas para Protección de Avifauna, la variante de la línea aérea no es preceptiva su aprobación por la Dirección General del Medio Natural del Gobierno de La Rioja.

Asimismo, se tendrán en cuenta las normas establecidas en el Real Decreto 1432/2008 en los puntos que le afectan y son las siguientes:

- Para aislamiento de la línea de media tensión, se utilizarán cadenas de composite de 1,17 m tipo U70YB30P-AL para el amarre de los conductores al armado de los apoyos. Por otro lado, se utilizará el aislador tipo U70YB30P para cadenas suspendidas. Los elementos de protección o maniobra se colocarán invertidos a distancia suficiente de la cabecera de los apoyos.
- Los puentes de los apoyos de amarre y seccionamiento quedarán por debajo de la cruceta del apoyo, con suficiente separación para evitar que las aves posadas en cogolla puedan entrar en contacto con los elementos en tensión. A su vez, los puentes de unión de seccionadores a la línea de alta tensión, además de los de derivación, se aislarán convenientemente.
- Para crucetas o armados de tipo bóveda con aisladores en suspensión, se aislarán convenientemente los conductores 1,00 m a cada lado del punto de enganche (incluida las grapas).
- Para crucetas o armados de tipo recto con aisladores de amarre, se aislarán convenientemente los conductores del puente de cada fase (Incluidas las grapas).
- En los apoyos la separación mínima entre conductores y entre éstos y la zona de posada de aves, es de 1,50 y 0,70 m. respectivamente.

Todos los elementos constructivos se ajustarán a lo especificado sobre protección de avifauna, contenido en el M.T. para líneas aéreas de alta tensión, en el que se fijan las características y distancias previstas, siendo las mismas iguales o superiores a las exigidas. El importe de los materiales utilizados para el cumplimiento de las medidas protectoras de la avifauna asciende al uno por ciento del importe total de los materiales del proyecto que se detalla en apartado correspondiente.

### 1.16.2. Normativa Aplicable

- El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias según Real Decreto 223/08 de 15 de febrero de 2008 (B.O.E. del 19/03/08).
- 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, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, B.O.E. de 09/05/14.
- 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.
- Decreto 32/1998 del 30 de abril, por el que se establecen las Normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna.

### **1.16.3. Características Particulares**

Las características del apoyo a instalar se indican a continuación:

- f) Apoyo 69 (existente)  
Tipo de apoyo: Celosía.  
Cruceta: Existente.  
Aisladores de amarre: existentes de tipo U70YB30P-AL. Se forrarán los conductores desnudos de enlace.
- g) Apoyo nº310 (nuevo)  
Tipo de apoyo: C2000-18-CA.  
Cruceta: tipo RC2-20/S en la cogolla del apoyo.  
Aisladores de amarre: Formados por aisladores composite tipo U70YB30P-AL.  
Maniobra: Instalación de un juego de seccionadores tipo Load Buster (SLB) (LO-14.208) en una cruceta RC2-20/S situada a 3 metros por debajo de la cogolla para realizar la conversión aéreo-subterránea. Se forrarán los conductores desnudos de enlace, así como el punto fijo de puesta a tierra
- h) Apoyo 234 (existente)  
Tipo de apoyo: HV510-13-CA.  
Cruceta: Existente.  
Aisladores de amarre: existentes de tipo U70YB30P-AL. Se forrarán los conductores desnudos de enlace.

Se instalarán elementos anti-electrocución para el forrado de conductores, grapas y herrajes, recogidos en la NI 52.59.03. Para el forrado de puentes y conductores se instalarán forros tipo CUP, y para el forrado de las grapas de amarre se emplearán forros tipo FOGR según MT 2.22.01.

### **1.16.4. Valoración**

Por las dimensiones de la línea proyectada y las medidas de protección adoptadas en la misma, no es de esperar muerte por electrocución de la avifauna.

### **1.16.5. Conclusión**

Con todo lo expuesto anteriormente en la memoria, así como los planos que acompaña, creemos haber dejado perfectamente definido el cumplimiento del Decreto 32/1998 de 30 de abril sobre normas técnicas en las líneas eléctricas para la protección de la avifauna

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 1.17. Anexo 3: Estudio de cobertura de telefonía móvil.

### 1.17.1. Objeto

El objeto de este anexo es analizar la cobertura de telefonía móvil para realizar la instalación del armario de telegestión y telecomunicaciones en el nuevo centro de transformación a "Ermita Nalda".

En base a la medida de cobertura móvil, se podrá determinar la calidad de los servicios de cobertura móvil en el punto geográfico analizado. Dicho punto corresponde a las coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30N):

X: 542.258,76

Y: 4.686.852,89

### 1.17.2. Presencia de antenas repartidoras en la zona

De acuerdo con la información mostrada en el portal de la Secretaría de Estado para la Sociedad de la información y la Agenda Digital, en las proximidades de la situación del nuevo CT "Ermita Nalda", hay una antena de telefonía móvil desde la que operan Vodafone España, S.A., Orange Espagne, S.A.U. y Telefónica Móviles España S.A. U.

Su ubicación se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 1. Estaciones de telefonía móvil ubicadas en el núcleo urbano de Nalda.

### 1.17.3. Cobertura del operador

De acuerdo con los datos ofrecidos por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, los datos ofrecidos por los operadores de la zona son los siguientes:

- **Vodafone España, S.A.**

LOCALIZACIÓN		
Código	Dirección	
VODAFONE ESPAÑA, S.A. - 080449	VP PG 12 PARC 406. NALDA, RIOJA (LA)	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		
Operador	Referencia	Banda Asignada (MHz)
VODAFONE ESPAÑA, S.A.	LOLO-1600091	949.90 - 959.90
VODAFONE ESPAÑA, S.A.	LOLO-1600092	842.00 - 852.00
NIVELES MEDIDOS EN EL ENTORNO		
Distancia (m)	(*) Acimut (º)	Valor Medido ( $\mu$ W/cm <sup>2</sup> )
86.0	197.0	0.62909
76.0	203.0	0.73978
47.0	210.0	0.59683
59.0	215.0	0.98806
34.0	225.0	0.82166

Imagen 2. Información sobre los niveles de exposición antena Vodafone España.

Los niveles medidos cumplen la normativa legal vigente, al encontrarse muy por debajo de los niveles de referencia establecidos.

El nivel de referencia más restrictivo para los servicios de radiocomunicación es de 200  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>. El nivel de referencia para los distintos servicios de telefonía móvil es siempre superior al valor más restrictivo (200  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>) anteriormente indicado.

La cobertura en modo 4G que ofrece la operadora es la siguiente:

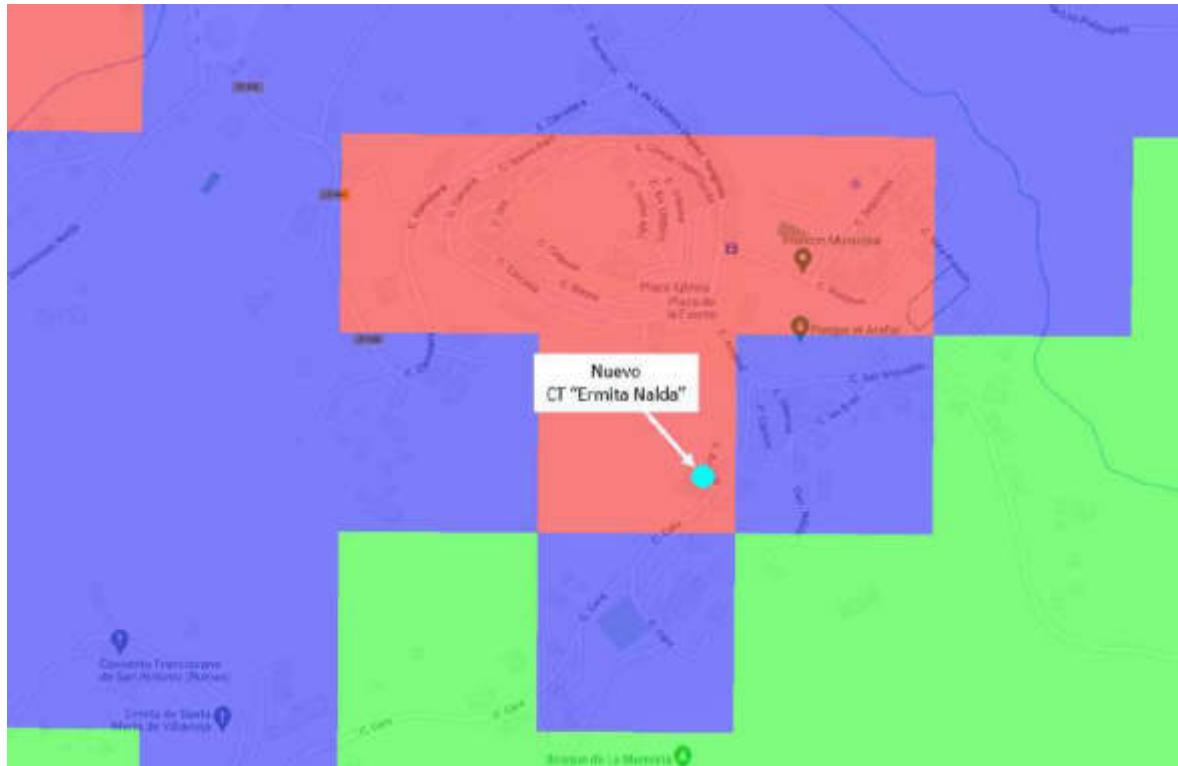


Imagen 3. Coberturas 4G Vodafone España.

• **Telefónica Móviles España, S.A.U.**

LOCALIZACIÓN		
Código	Dirección	
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U. - 2600090		VP Poligono 12 Parcela 406 CARA, S/N. NALDA, RIOJA (LA)
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		
Operador	Referencia	Banda Asignada (MHz)
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-0430140	935.10 - 949.90
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-1000005	1910.00 - 1915.00; 2155.00 - 2170.00
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-1200415	935.10 - 949.90
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-1700190	852.00 - 862.00
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-1900176	1805.10 - 1825.10
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-2200068	2620.00 - 2640.00
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-2200069	935.10 - 949.90
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-2200067	2155.00 - 2170.00
TELEFONICA MOVILES ESPAÑA, S.A.U.	LOLO-2200070	778.00 - 788.00
NIVELES MEDIDOS EN EL ENTORNO		
Distancia (m)	(*) Acimut (º)	Valor Medido ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
40.0	60.0	0.06631
57.0	212.0	0.14136
35.0	245.0	0.59683
8.0	340.0	1.73840
45.0	187.0	0.27597

Imagen 4. Información sobre los niveles de exposición antena Telefónica Móviles España.

Los niveles medidos cumplen la normativa legal vigente, al encontrarse muy por debajo de los niveles de referencia establecidos.

El nivel de referencia más restrictivo para los servicios de radiocomunicación es de 200  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . El nivel de referencia para los distintos servicios de telefonía móvil es siempre superior al valor más restrictivo (200  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) anteriormente indicado.

La cobertura en modo 4G que ofrece la operadora es la siguiente:

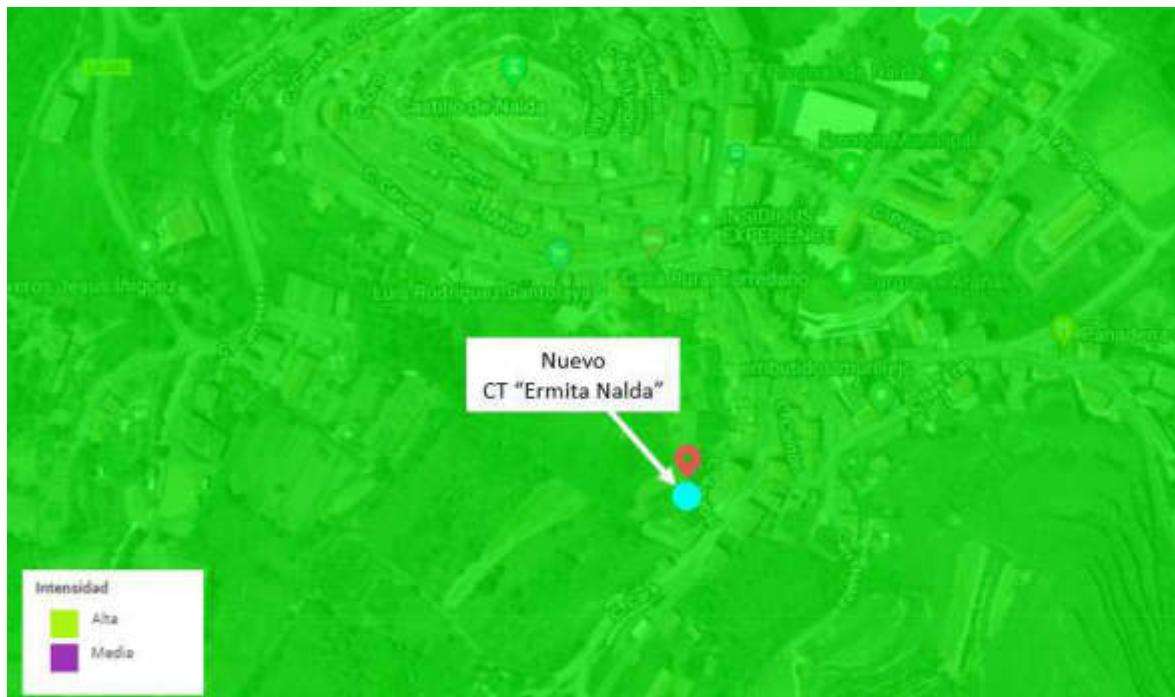


Imagen 5. Coberturas 4G Telefónica Móviles España.

• Orange España, S.A.

LOCALIZACIÓN		
Código	Referencia	Dirección
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		
Operador	Referencia	Banda Asignada (MHz)
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	LOLO-0800079	925.10 - 935.10
NIVELES MEDIDOS EN EL ENTORNO		
Distancia (m)	(*) Acimut (º)	Valor Medido ( $\mu$ W/cm <sup>2</sup> )
22.0	50.0	0.07173
31.0	80.0	<0.02387
27.0	190.0	<0.02387
25.0	220.0	0.02716
35.0	270.0	0.03830
28.0	300.0	0.04905
22.0	330.0	0.04244
24.0	0.0	0.03631
LOCALIZACIÓN		
Código	Referencia	Dirección
ORANGE ESPAGNE, S.A.U. - RIOR5140A	VP POLIGONO 12 PARCELA 406, -. NALDA, RIOJA (LA)	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		
Operador	Referencia	Banda Asignada (MHz)
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	LOLO-1200391	1900.00 - 1905.00; 2125.00 - 2140.00
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	LOLO-1600220	925.10 - 935.10
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	LOLO-1600223	925.10 - 935.10
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	LOLO-2200156	758.00 - 768.00
ORANGE ESPAGNE, S.A.U.	LOLO-1600228	832.00 - 842.00
NIVELES MEDIDOS EN EL ENTORNO		
Distancia (m)	(*) Acimut (º)	Valor Medido ( $\mu$ W/cm <sup>2</sup> )
38.0	54.0	0.98806
23.0	159.0	1.63144
70.0	198.0	1.40322
96.0	208.0	0.87864
52.0	220.0	0.73978

Imagen 6. Información sobre los niveles de exposición antena Orange Espagne.

Los niveles medidos cumplen la normativa legal vigente, al encontrarse muy por debajo de los niveles de referencia establecidos.

El nivel de referencia más restrictivo para los servicios de radiocomunicación es de 200  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>. El nivel de referencia para los distintos servicios de telefonía móvil es siempre superior al valor más restrictivo (200  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>) anteriormente indicado.

La cobertura en modo 4G que ofrece la operadora es la siguiente:

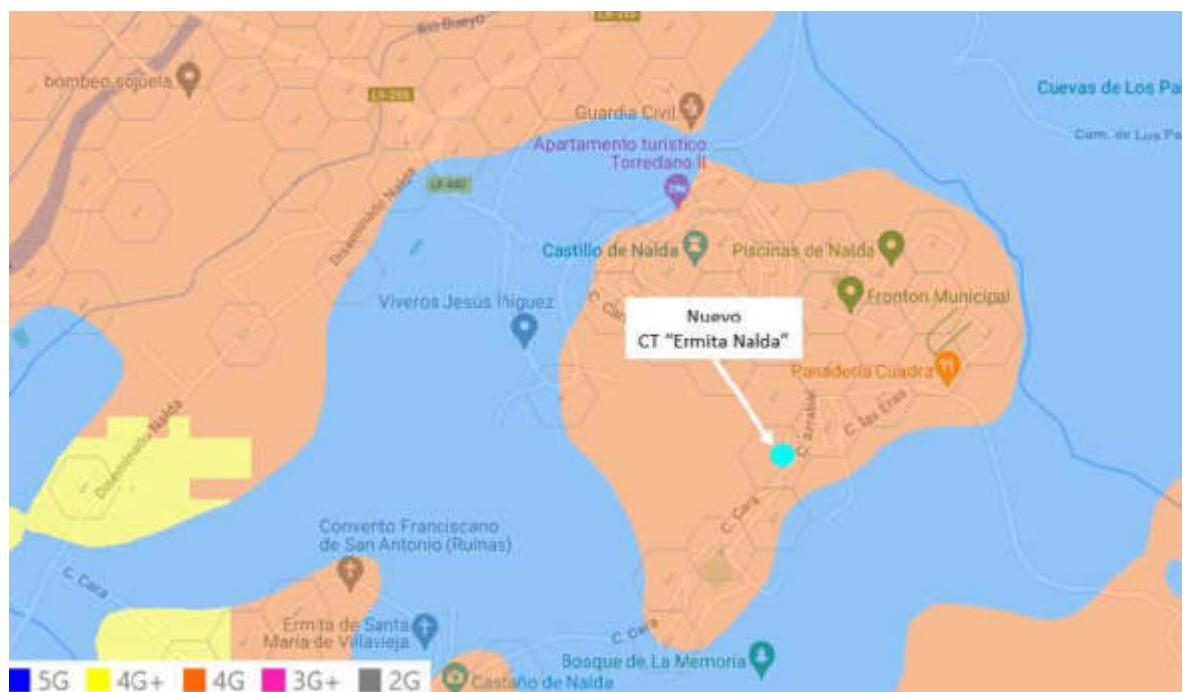


Imagen 7. Coberturas 4G Orange Espagne.

#### 1.17.4. Conclusión

Con todo lo expuesto anteriormente, se puede asegurar que los valores de cobertura obtenidos son aptos para la instalación del armario de telegestión así como los sistemas de telecomunicaciones asociados al futuro nuevo centro de transformación.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 1.18. Anexo 4: Estudio Básico de Integración Paisajística

### 1.18.1. Objeto

La línea eléctrica proyectada afecta en un tramo a suelo no urbanizable. Dentro del Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja los terrenos que se afectan se encuentran catalogados dentro de suelo no urbanizable genérico.

La línea eléctrica se encuentra englobada dentro del apartado de obras públicas e infraestructuras en general, así como las construcciones e instalaciones vinculadas a su ejecución, mantenimiento y servicio, concretamente en el subapartado e) de infraestructuras de transporte y distribución de energía, por lo que la línea tiene un uso autorizable condicionado. Esto conlleva la redacción de un estudio básico de integración paisajística, que se recoge en el presente documento y que contendrá las indicaciones recogidas en el artículo 19 y en la disposición adicional tercera del Decreto 18/2019.

El objeto de este estudio de integración paisajística es:

- Predecir y valorar la magnitud e importancia de los efectos que se pueden llegar a producir sobre el carácter y percepción del paisaje, a consecuencia de la ejecución y funcionamiento del proyecto
- Determinar las estrategias y medidas correctoras o compensatorias, para evitar los impactos o minimizar los posibles efectos negativos

### 1.18.2. Normativa Aplicable

- El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias según Real Decreto 223/08 de 15 de febrero de 2008 (B.O.E. del 19/03/08).
- 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, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo (B.O.E. de 09/05/14).
- Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja, aprobado por Decreto 18/2019 de 17 de mayo de 2018 (B.O.R. del 29/05/19).

### 1.18.3. Alcance y contenido del estudio

Las Unidades de Paisaje se determinan como el área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo periodo de tiempo. Identificándose por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las unidades contiguas. La valoración de cada una de estas unidades se realizará atendiendo los valores de integración de la calidad y fragilidad paisajística, lo cual permitirá obtener la aptitud paisajística y los niveles de protección del paisaje de las distintas zonas del territorio.

### 1.18.4. Características generales de la línea

Origen	Nuevo apoyo perteneciente a la línea aérea a 13,2 kV S.C. “Panzares-Viguera”
Final	Celda de línea de nuevo C.T. “Ermita Nalda”
Categoría de la línea	3 <sup>a</sup>
Tensión de servicio	13,2 kV
Tensión más elevada	24 kV
Frecuencia	50 Hz
Circuitos	1

#### **1.18.5. Localización y emplazamiento**

La instalación se encuentra ubicada según plano de situación que se adjunta en el apartado 7 del presente documento, en el término municipal de Nalda (La Rioja).

#### **1.18.6. Descripción del trazado de la línea**

La nueva línea de alimentación tendrá su origen en el nuevo apoyo de celosía nº310 a intercalar en la línea aérea de simple circuito a 13,2 kV “Panzares-Viguera”. En él se realizará una transición aéreo-subterránea, que alimentará al nuevo centro de transformación a instalar “Ermita Nalda”, del que saldrán también una línea de media tensión para alimentar hasta alcanzar la celda de línea del centro de transformación existente de tipo palomar “Nalda”.

La nueva línea de alimentación proyectada discurrirá por tramos de canalización nueva a construir y canalización existente.

El trazado completo de la línea se encuentra detallado en el apartado 1.8 del presente documento.

#### **1.18.7. Coordenadas de los elementos a instalar**

##### **1.18.7.1. Coordenadas línea aérea.**

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)			
Apoyo Nº	X	Y	Z
69	541.308,19	4.686.607,35	567,52
310	541.334,62	4.686.658,17	573,13
234	541.356,93	4.686.701,07	581,54

##### **1.18.7.2. Coordenadas arquetas existentes.**

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)					
Arqueta	X	Y	Arqueta	X	Y
A	541.371,55	4.686.640,63	L	542.120,54	4.686.654,84
B	541.408,93	4.686.609,12	M	542.127,41	4.686.665,26
C	541.432,97	4.686.586,32	N	542.136,95	4.686.686,16
D	541.467,50	4.686.561,19	O	542.142,51	4.686.699,83
E	541.828,46	4.686.523,59	P	542.152,86	4.686.717,71
F	541.874,77	4.686.572,60	Q	542.192,91	4.686.757,09
G	541.926,25	4.686.589,32	R	542.210,70	4.686.785,50
H	541.963,09	4.686.606,10	S	542.248,71	4.686.810,87
I	542.001,67	4.686.606,79	T	542.261,87	4.686.821,77
J	542.053,03	4.686.607,24	U	542.215,07	4.687.005,86
K	542.079,15	4.686.619,02	V	542.085,87	4.687.025,95

#### 1.18.7.3. Coordenadas arquetas a construir.

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)					
Arqueta	X	Y	Arqueta	X	Y
1	541.338,53	4.686.662,55	11	542.262,89	4.686.853,98
2	541.515,28	4.686.546,45	12	542.297,83	4.686.861,65
3	541.562,01	4.686.528,66	13	542.307,46	4.686.885,30
4	541.610,23	4.686.514,75	14	542.311,01	4.686.935,12
5	541.657,79	4.686.499,93	15	542.294,95	4.686.972,43
6	541.706,03	4.686.499,93	16	542.268,93	4.687.015,13
7	541.752,29	4.686.532,61	17	542.244,41	4.687.007,98
8	541.793,35	4.686.540,66	18	542.166,99	4.686.998,58
9	542.278,55	4.686.843,41	19	542.127,48	4.687.006,71
10	542.268,81	4.686.855,55			

#### 1.18.7.4. Coordenadas nuevo centro de transformación Ermita Nalda.

COORDENADAS U.T.M. (ETRS 89)		
CT	X	Y
Ermita Nalda	542.258,76	4.686.852,89

#### 1.18.8. Actuaciones susceptibles de generar impacto

La construcción de la nueva línea requiere una serie de actuaciones susceptibles de generar impactos paisajísticos que se indican a continuación, diferenciando entre la fase de construcción y la de funcionamiento.

##### Fase de construcción

- Transporte y acopio de materiales
- Excavación para la cimentación del apoyo
- Cimentación, relleno y armado del apoyo
- Desmontaje del tramo de línea aérea que pasa a modo subterráneo
- Desmontaje del apoyo existente
- Construcción de la canalización para la nueva línea subterránea
- Reposición del terreno

##### Fase de explotación

- Ausencia de la línea desmontada
- Presencia del apoyo sustituido de la línea eléctrica
- Mantenimiento de la instalación

#### 1.18.9. Área de estudio

El ámbito de estudio se define a partir de consideraciones paisajísticas, visuales y territoriales, incluyendo unidades de paisaje con independencia de cualquier límite administrativo.

La delimitación del ámbito del Estudio de Integración Paisajística se basa en el concepto de cuenca visual, entendiendo como tal, aquella parte del territorio desde donde es visible la actuación y que se percibe espacialmente como una unidad definida generalmente por la topográfica (o por “obstáculos visuales artificiales”) y la distancia. La cuenca visual puede contener una o varias unidades de paisaje.

Este primer mapa de visibilidad se comprueba sobre el terreno, al objeto de identificar la cuenca visual real de la actuación en estudio, que quedará definida por la topografía, la

presencia de la vegetación de los cultivos circundantes y la distancia entre el observador y la actuación.



#### 1.18.9.1. Cuenca visual

La obra consiste en el intercalado de un nuevo apoyo y la línea de alimentación al nuevo centro de transformación subterráneo “Ermita Nalda” a instalar en el núcleo urbano de Nalda, por lo que sólo será visible, una vez ejecutada la obra, el centro de transformación que se situará en suelo urbano, mientras que el nuevo apoyo nº 310 se instalará sobre suelo no urbano.

La nueva línea subterránea tiene su origen en el nuevo apoyo a intercalar perteneciente a la línea aérea existente de simple circuito a 13,2 kV “Panzares-Viguera” y una vez construida la línea, se desmontará la derivación aérea con origen en el apoyo de hormigón nº78 hasta el apoyo nº191 así como el tramo de línea subterráneo que alimenta el actual centro de transformación “Nalda”, que también será eliminado, es decir, actualmente ya existe un impacto visual en la zona y al desmontarse un tramo de línea aérea que pasa a modo subterráneo, se elimina parte del impacto visual. En cuanto al presente proyecto, una vez realizada la instalación, se incrementará el actual impacto visual con la instalación de un nuevo apoyo, no obstante, ya existe impacto visual en la zona por la existencia en las inmediaciones de dos apoyos próximos al nuevo a intercalar.

El terreno que se ve afectado se encuentra en el término municipal de Nalda, y la visibilidad del nuevo apoyo, sólo se aprecia desde las vías más próximas a la zona. Desde los núcleos urbanos que se encuentran dentro de un radio de 5 km, que son los que se han considerado como puntos de observación Nalda, Albelda de Iregua, Viguera y Sorzano.

Durante las visitas a campo, se observa que se trata de parcelas con viñedo de regadío y el tramo a canalizar discurre por un camino hasta alcanzar el casco urbano donde se situará el nuevo centro de transformación subterráneo.

Además de los municipios indicados, que son los que se encuentran más cercanos, no existen otras zonas desde las que la instalación sea visible. Y como se observa en la

imagen inferior en la que se refleja la cuenca visual, la línea aérea únicamente será un poco visible desde el propio casco urbano de Nalda.

A continuación, se incluye una imagen en la que se refleja la cuenca visual, así como fotografías desde dichos puntos de observación.



Cuenca visual desde Nalda, Viguera, Sorzano y Albelda de Iregua (radio 5 km)

### **1.18.10. Unidades de Paisaje**

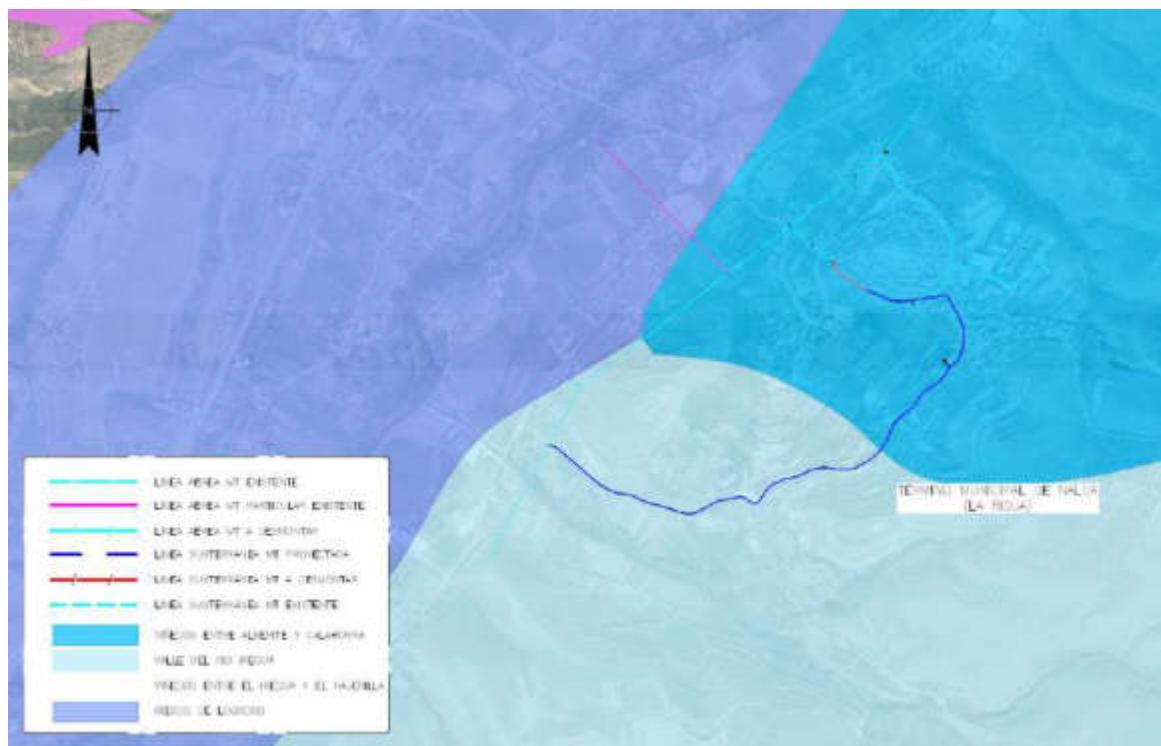
Las Unidades de Paisaje se definen a partir de la consideración de los elementos y factores naturales y/o humanos, que le proporcionan una imagen particular y lo hacen identificable o único. Estas se definen independientemente de los límites administrativos, enmarcándose en su contexto regional e integrándose con las unidades paisajísticas de las zonas adyacentes.

La identificación de unidades de paisaje constituye una herramienta muy útil para lograr una gestión sostenible del territorio. La unidad paisajística se define como una porción del territorio cuyo paisaje posee una cierta homogeneidad en sus características perceptuales, así como un cierto grado de autonomía visual.

#### **1.18.10.1. Unidades de paisaje en un contexto general**

La publicación titulada “Atlas de los Paisajes de España”, propone una clasificación de los paisajes donde las unidades básicas de la taxonomía jerarquizada son los paisajes o unidades de paisaje.

Según este Atlas, la zona de actuación se encuentra ubicada en la unidad de paisaje “Albelda de Iregua y Nalda” y dentro de ella en los Tipos de Paisaje “Campiñas De la Depresión del Ebro”. Se muestran en la siguiente figura:



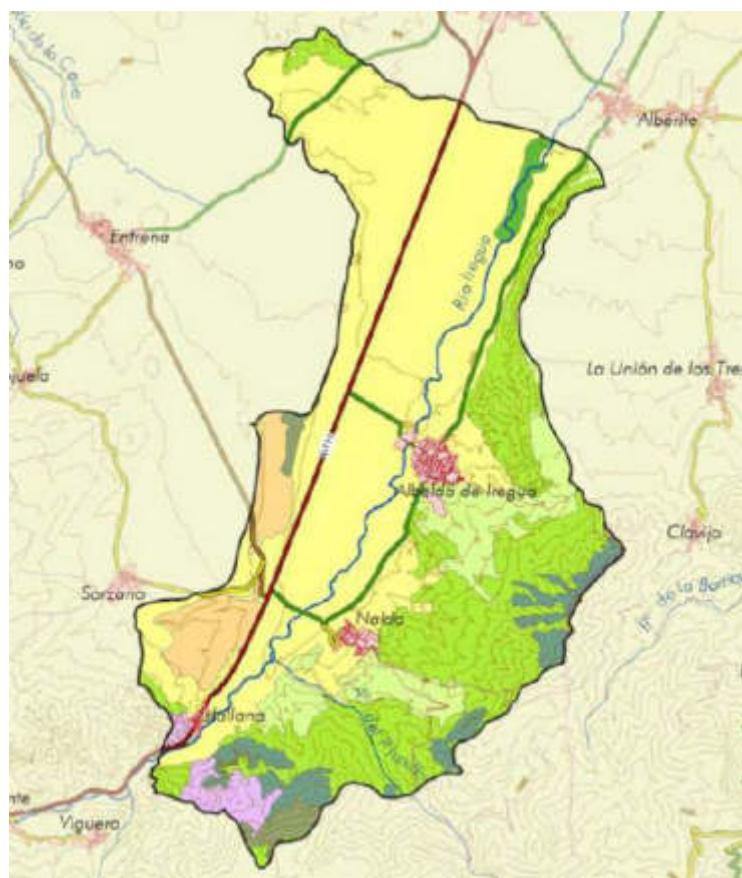
Unidades de paisaje del Atlas de los Paisajes de España

#### 1.18.10.2. Unidades de paisaje en un contexto local

Los factores del medio y características visuales que se han establecido para la determinación de las unidades de paisaje en el ámbito analizado han sido:

- Configuración topográfica: relieve-suelo (terrenos llanos, alomados, laderas, etc.).
- Usos del suelo.
- Texturas y colores predominantes.
- Altura del estrato vegetal predominante y grado de cobertura.
- Estacionalidad de la vegetación.
- Presencia de masas de agua.
- Líneas, formas.
- Escala, dominancia espacial.

Según la Cartografía del Paisaje de La Rioja del Gobierno de La Rioja, la Unidad de Paisaje de la Comunidad Autónoma de La Rioja en la que se encuentra es la denominada Albelda de Iregua y Nalda (I27).



Unidad de Paisaje Regional

Esta unidad tiene un carácter principalmente agrícola y abarca una superficie de 4641 ha, con una altitud mínima de 450 y una máxima de 1152 m.s.n.m.

Su superficie se reparte entre los términos municipales de Albelda de Iregua, Nalda, Lardero, Viguera, Sorzano, Alberite y Entrena. Están presentes los núcleos urbanos de Islallana, Nalda y Albelda de Iregua.

El río Iregua y su vega dominan la unidad, junto con el arroyo del Planillo.

La geología predominante está constituida por aluvial y diluvial del cuaternario, y areniscas, limonitas, arcillas y margas del mioceno.

Los principales tipos de vegetación y usos del suelo presentes son: tierras de labor en regadío, matorral esclerófilo mediterráneo poco denso, mosaico de cultivos, tierras de labor en secano y viñedos en regadío.

Destaca y marca el paisaje de esta unidad el Mallo de Islallana.

Presenta una extensa red de vías pecuarias y las comunicaciones en su interior están integradas por la carretera nacional N-111, carreteras autonómicas, entre ellas la LR-256 y LR-255, que es la que se encuentra en las inmediaciones de la línea, y pistas forestales.

#### **1.18.11. Valor paisajístico: calidad visual**

Tras la división del territorio en unidades de paisaje, la siguiente fase es la valoración, cuyo objetivo es que el paisaje pueda tomar parte en la gestión y en la integración de actuaciones. El método y los criterios de valoración dependen de este objetivo, pero también de la escala de trabajo empleada en la realización de la cartografía y de la información básica con la que se cuenta.

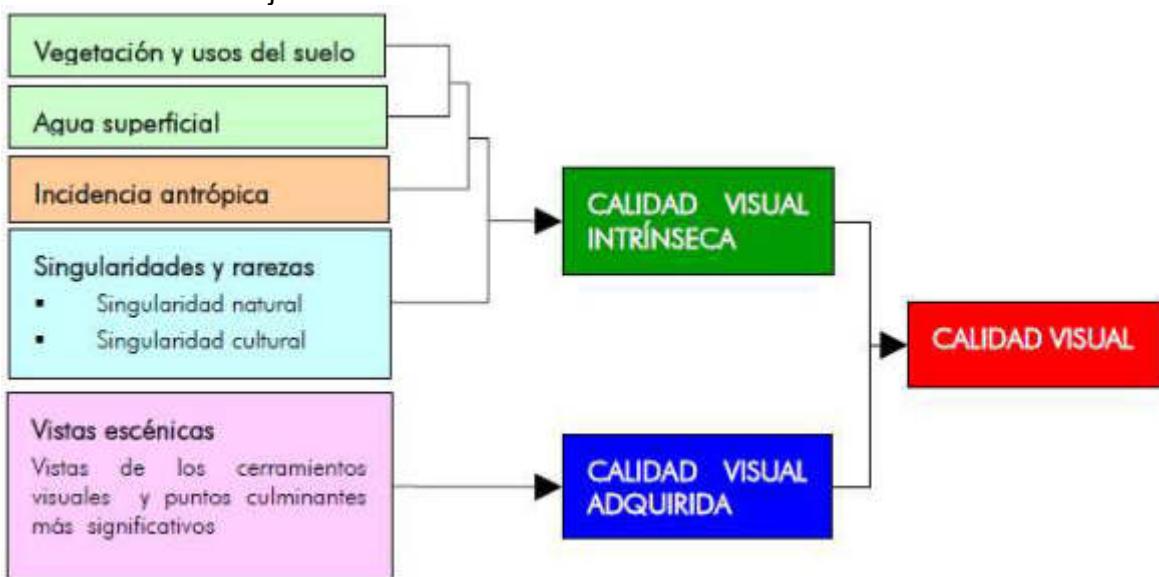
La calidad visual de un paisaje es el valor del recurso visual que según cada caso pueden alcanzar o no para ser conservado. Se evalúa a través de sus componentes y características visuales.

El análisis de la calidad visual se realiza a través de un estudio del valor “interno” que la unidad tiene y de las vistas de otras unidades de paisaje (fondos escénicos), que modifican el valor de la calidad.

El valor intrínseco depende del relieve, cubierta del suelo, agua superficial, grado de atropelación.

La calidad visual intrínseca de la unidad de paisaje está modificada de forma positiva por las singularidades y rarezas naturales con incidencia visual notable, debido fundamentalmente a ciertos elementos fisiográficos presentes, la vegetación y a los elementos culturales de carácter histórico-patrimonial.

El modelo utilizado para la determinación de la calidad visual del paisaje para la Comunidad Autónoma de La Rioja es:



#### 1.18.11.1. Calidad visual intrínseca

Este análisis se realiza a través de aquellos componentes de la unidad que la hacen atractiva, entre los que cabe citar la cubierta del suelo, que integra el uso del suelo, la presencia de agua superficial y la incidencia antrópica. Este análisis se completa con el estudio de las singularidades, culturales y naturales, que más inciden en la calidad visual del paisaje de la unidad.

#### 1.18.11.2. Vegetación y usos del suelo

La vegetación y el uso del suelo es uno de los componentes más importantes del paisaje, a la hora de evaluar su calidad visual. Esta evaluación pretende tener información de la variedad de la vegetación, considera en primer lugar cada uno de los tipos de vegetación presentes, para finalizar con el análisis para cada unidad de la significación visual que supone la ocupación de dichos tipos.

Para la unidad de paisaje de Albelda de Iregua y Nalda, la calidad visual por vegetación y usos es de clase media-baja, según los datos de Cartografía del Paisaje de La Rioja.

##### 1.18.11.2.1. Agua superficial

El agua es un componente del paisaje cuya presencia, directa o indirecta supone un valor positivo para la calidad visual del paisaje. Su valor se ha determinado mediante la

combinación de la calidad visual de los espejos de agua que existen en La Rioja, principalmente embalses y lagunas, y los ríos y arroyos presentes en las unidades de paisaje. Y se calcula como un porcentaje relativo de ocupación de láminas de agua.

Consultados los datos de Cartografía del Paisaje de La Rioja, la calidad visual por agua superficial de la unidad de paisaje I27 es de clase media-baja.

#### 1.18.11.2.2. Incidencia antrópica

La incidencia antrópica en la calidad visual del paisaje se evalúa de forma negativa, por su alteración superficial teniendo en cuenta el grado de agresividad individual de cada acción, Se han considerado las modificaciones derivadas de los asentamientos, artificialidad de la unidad y las modificaciones causadas por las infraestructuras viarias.

- Artificialidad de la unidad

Se distinguen los siguientes tipos presentes en la unidad:

- Usos urbanos, industriales y comerciales
  - Usos de minería y canteras
  - Embalses
- Infraestructuras viarias

Las vías de comunicación tienen una incidencia visual negativa en el paisaje, por lo que supone de transformación. Son unas de las principales causas de los asentamientos y desarrollos que originan los impactos visuales negativos. La afección al paisaje visual es mayor en las de construcción reciente, autovías y carreteras nacionales, que las antiguas carreteras locales. Las pistas forestales no se consideran en la evaluación.

La clasificación de la unidad por grado de antropización es de clase medio-baja.

#### 1.18.11.2.3. Singularidades

Las singularidades por un lado valoran elementos que de otra forma no podrían ser valoradas al no estar disponibles en la cartografía, como en el caso de la fisiografía, y por otro, modifican aumentando el valor de ciertas formaciones vegetales que inciden muy positivamente en el paisaje pero que son difíciles de discernir en la cartografía empleada en la valoración.

Para estimar la calidad visual en función de la singularidad se emplea un índice que integra las singularidades de tipo cultural y las de tipo natural.

- Singularidad Cultural

Los atributos considerados para la valoración de la singularidad cultural de cada unidad o subunidad de paisaje son:

- Presencia de castillos y monasterios
  - Presencia de ermitas e iglesias de interés
  - Presencia de cascos urbanos con perfil histórico-artístico, conjuntos arquitectónicos relevantes, etc.
  - Presencia de icnitas
  - Presencia del camino de Santiago
- Singularidad Natural

Se determina para cada espacio protegido si se caracteriza por la presencia de singularidades relativas a la vegetación y a los usos del suelo y/o a la fisiografía:

- Singularidades fisiográficas: Peñas y cañones, los malos y las sierras secundarias hasta las cumbres y zonas de alta montaña de la Cordillera Ibérica.

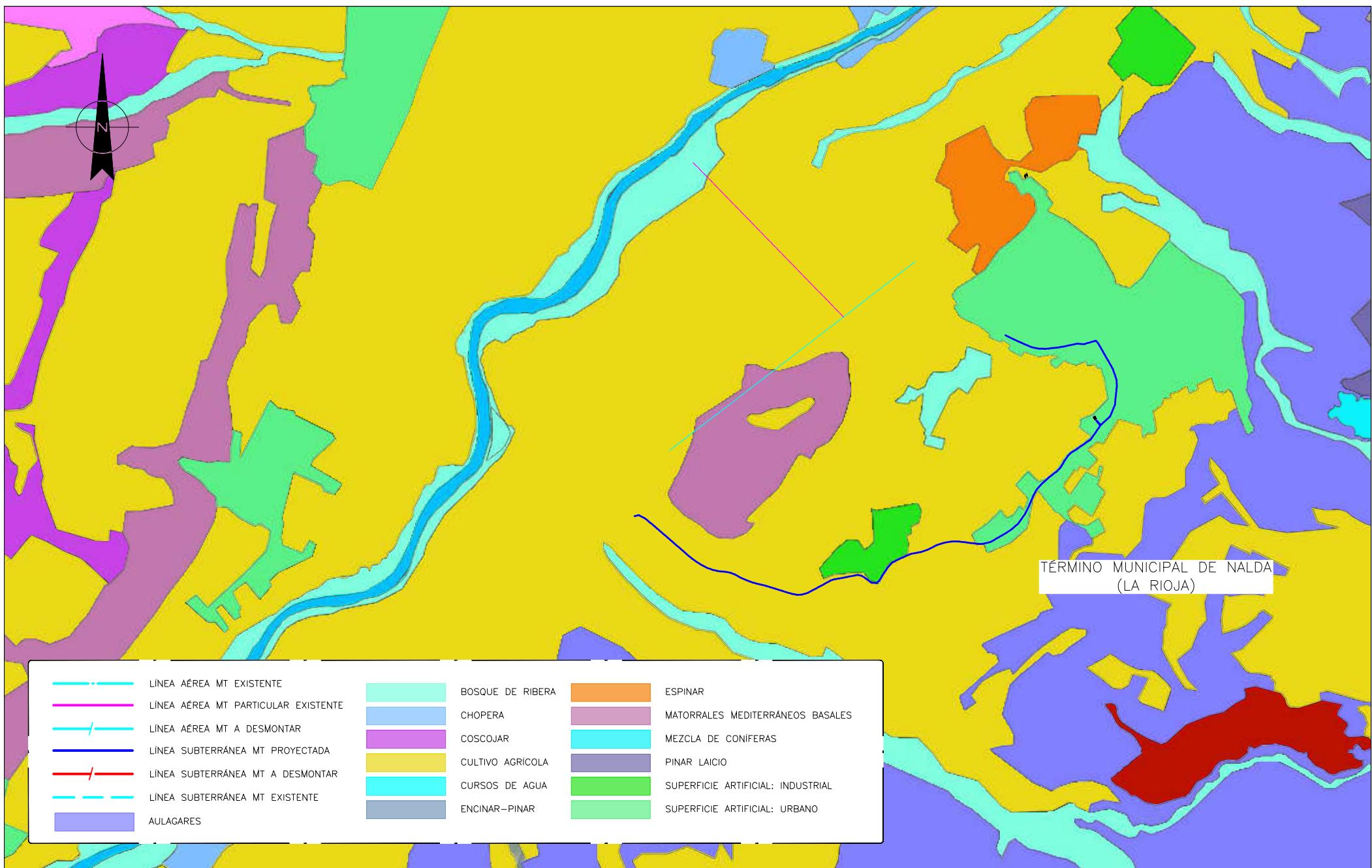
- Singularidades relativas a la vegetación y a los usos del suelo: Se incluye las formaciones naturales singulares y las explotaciones agrícolas, a través de huertas singulares y viñedos.

En la unidad I27 tiene una clasificación de las unidades de singularidad de clase media.

#### 1.18.11.2.4. Integración de la calidad visual intrínseca

En el cálculo del índice de calidad visual intrínseca intervienen de distinta forma los índices de calidad por vegetación y usos, agua superficial, grado de antropización y singularidad.

La clasificación de las unidades por calidad visual intrínseca para esta unidad paisajística es de clase media-baja, es decir se localiza en paraje poco antropizado, debido a su topografía poco favorable para la práctica agrícola y los asentamientos urbanos.



### 1.18.11.3. Análisis de visibilidad

La mayor o menor incidencia visual de relieves montañosos en el horizonte de una unidad de paisaje supone un factor determinante dentro del análisis de la calidad de un territorio. Asimismo, el análisis de los fondos escénicos permite introducir un elemento diferenciador de gran utilidad.

Para esta valoración de la visibilidad se consideran:

- Cerramientos y puntos culminantes

Siendo los elementos fisiográficos seleccionados para el análisis:

- Las principales cuerdas riojanas
- Puntos culminantes que dominan elevaciones secundarias
- Puntos sobresalientes en zonas predominantemente llanas
- Cálculo de cuencas visuales

Para este análisis los datos considerados son:

- Altura de observación
- Alcance visual
- Calidad por vistas escénicas

El cálculo de la calidad en función de las vistas escénicas requiere la intersección de las unidades de paisaje con los datos relativos a las cuencas visuales obtenidos anteriormente.

Para la unidad en estudio la clasificación por calidad por vistas escénicas es de clase alta.

### 1.18.11.4. Integración de la calidad visual

Una vez obtenidas la calidad intrínseca de las unidades y subunidades de paisaje y la calidad por vistas escénicas, se procede a la integración de estos valores, obteniendo para la unidad paisajística I27 una clasificación por **calidad visual de clase media**.



### 1.18.12. Valor paisajístico: Fragilidad visual

La fragilidad visual es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas o la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él.

También se considera fragilidad visual, el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto se designa también como vulnerabilidad.

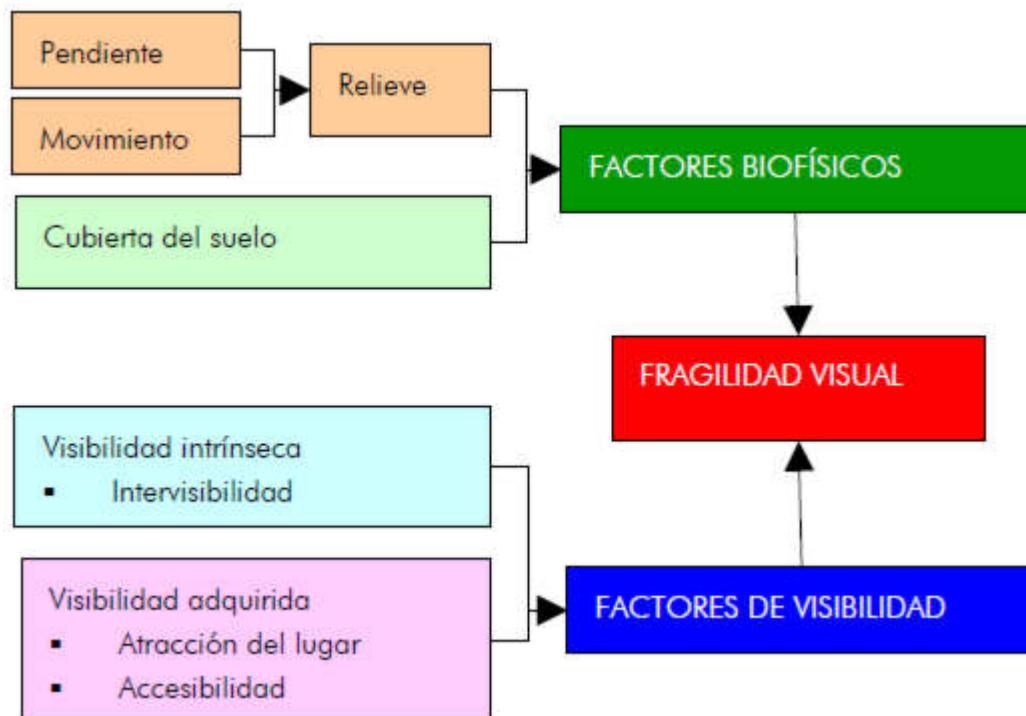
La fragilidad visual constituye una característica territorial con una componente intrínseca, dependiente de las condiciones del medio.

Para evaluar la fragilidad de cada una de las unidades y subunidades de paisaje de La Rioja, se plantea un modelo que depende de dos factores:

Factores biofísicos: componen las características básicas del paisaje, que condicionan la modificación del tipo y del carácter del paisaje (vegetación y usos del suelo y las características geomorfológicas)

Factores de visibilidad: hacen referencia a la accesibilidad visual del territorio, en función de su visibilidad intrínseca (intervisibilidad) y la visibilidad adquirida (variables antrópicas que influyen en las características del territorio en términos de facilidad de acceso y/o atractivo de ser visto).

El modelo y el desarrollo utilizado para la determinación de la fragilidad del paisaje para la Comunidad Autónoma de La Rioja es el siguiente:



#### 1.18.12.1. Factores Biofísicos

Son los relativos al relieve y a la cubierta del suelo.

##### 1.18.12.1.1. Relieve

Para analizar el relieve, se ha planteado un índice que depende de dos parámetros: movimiento y exposición visual.

El movimiento se ha estudiado mediante el índice de movimiento que depende de las superficies de la unidad de paisaje, real y proyectada y del rango de altitud.

Este índice toma valores bajos a medida que aumenta la fragilidad. Cuanto más movimiento tienen una unidad, más aumenta su capacidad de ocultar las actuaciones y disminuye por tanto su fragilidad.

El índice de fragilidad para la unidad paisajística I27 es de clase 2,5 (media-alta).

Por otro lado, el índice de exposición visual analiza a través de la variabilidad de pendiente. Este índice mide el número de cambios de este parámetro que se den en la unidad. Son más frágiles los tipos de pendientes mayores, al estar más expuestos a la visión de observador.

Según los datos de Cartografía del Paisaje de La Rioja, el índice de fragilidad según la exposición visual para la unidad paisajística afectada es de clase 1,5 (media-baja).

#### 1.18.12.1.2. Cubierta del suelo

El mapa de usos del suelo Corine Land Cover (2000) es el utilizado para analizar la cubierta del suelo por el Gobierno de La Rioja, pues de la cartografía disponible es la que más divide el territorio por tipos de uso en la escala de trabajo.

Para poder valorar la cubierta del suelo se tiene en cuenta:

- a) La fisonomía del uso: altura, opacidad (en vegetación se mide por el grado de cobertura y la estructura)
- b) Diversidad de colores y trazos
- c) Estacionalidad

El índice de la fragilidad según la cubierta del suelo mide el contraste de la cubierta que domina en la unidad de paisaje, a partir de los tres factores indicados.

El índice de fragilidad según la cubierta del suelo para esta zona es de clase 2,5 (media alta).

#### 1.18.12.1.3. Integración del índice de factores biofísicos

El índice de fragilidad por factores biofísicos se plantea como combinación lineal de los índices de fragilidad según movimiento, exposición visual y cubierta del suelo, que para esta unidad paisajística es de clase 2,5 (media-alta) según los datos de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

#### 1.18.12.2. Factores de visibilidad

Otro grupo de factores muestran la accesibilidad visual, que se define como la facilidad o dificultad de ver el territorio y el atractivo y facilidad de ser visto.

##### 1.18.12.2.1. Factores visuales intrínsecos

Se mide a través del estudio de la intervisibilidad, parámetro que estudia el grado de visibilidad recíproca de todos los puntos entre sí.

Para el análisis de la intervisibilidad se calcula el parámetro de intervisibilidad relativa que hace referencia al porcentaje de puntos de observación que se encuentran dentro de su alcance de visión.

Se parte de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y de una malla de puntos separados entre sí 200 metros, que actuarán como puntos de observación para el cálculo de la intervisibilidad.

El alcance de visión se ve condicionado, entre otros factores, por la distancia. La distancia provoca una pérdida en la precisión o la nitidez de la visión. Las condiciones climatológicas de transparencia de la atmósfera y los efectos de curvatura y refracción de la tierra dan lugar a un límite máximo, denominado alcance visual, más allá del cual no es posible ver. Hay veces que antes de alcanzar esa distancia no se distingue con precisión.

El radio de visión varía en función de las peculiaridades topográficas de la zona de estudio y éste es otro aspecto que se analiza en profundidad. Tras algunos cálculos y pruebas sobre el terreno, el alcance visual se delimitó a 5 kilómetros.

El índice de intervisibilidad relativa de la unidad de paisaje se calcula como media ponderada de la intervisibilidad de los puntos localizados en ella. Y según los resultados de la aplicación de este índice, se clarificarán las unidades y subunidades de paisaje agrupándolos en clases según la división natural mediante la distribución de las frecuencias.

Para la unidad de paisaje I27 el índice de fragilidad según la intervisibilidad relativa es de clase 3 (alta)

#### **1.18.12.2.2. Factores visuales extrínsecos: Visibilidad adquirida**

Hay que considerar los factores socioculturales que intervienen en la fragilidad visual. Una unidad es más frágil si hay posibilidad de que sea vista por un gran número de personas. Esto depende del número y tipo de vías de comunicación que existan en la unidad, así como del poder de reclamo que tenga dicha unidad en función de los diferentes atractivos que posea.

Accesibilidad: Las vías se clasifican en tipos según la densidad de tráfico y la facilidad a contemplar el paisaje desde ellas

El índice de fragilidad según accesibilidad es de clase 2,5 (media-alta) para esta zona.

Atracción de la unidad: Se mide a través de la revisión pormenorizada de cada una de las unidades y subunidades de paisaje analizando los recursos históricos, culturales, naturales y áreas recreativas que tienen la unidad, clasificados en: foco de atracción cultural y recreativo, monasterios y castillos, conjunto histórico-artístico, ermita, iglesia o monumento, singularidades naturales y áreas recreativas.

El índice de fragilidad según la atracción por el lugar es de clase 2 (media) para la zona afectada por el proyecto.

#### **1.18.12.2.3. Integración del índice de factores de visibilidad**

El índice de fragilidad por factores visuales se plantea como combinación lineal de los índices de fragilidad según movimiento, exposición visual y cubierta del suelo, que para la unidad de paisaje en estudio es de clase 3 (alta).

Hay que considerar que las zonas del valle tienen mejores y más carreteras de las partes altas de los valles.

#### **1.18.12.3. Integración de la fragilidad visual**

La fragilidad visual fina para cada unidad es la integración con el mismo peso de la fragilidad por factores biofísicos y la debida a factores de visibilidad. Y para este caso es de clase 3 (alta).



### **1.18.13. Medidas de integración paisajística y programa de implementación**

Dependiendo del momento del desarrollo de los trabajos para los que se proyectan estas medidas se consideran preventivas o correctoras. Las medidas preventivas o cautelares son aquellas a adoptar en las fases de diseño y construcción. Por su parte, las medidas correctoras son las que se adoptarán una vez ejecutados los trabajos, y tienen como fin regenerar el medio o anular o reducir los impactos residuales de los efectos de la construcción del proyecto.

#### **1.18.13.1. Medidas preventivas de proyecto**

##### **1.18.13.1.1. Localización de la Línea Eléctrica**

La línea se encuentra en la zona próxima al núcleo urbano de Nalda, y como ya se ha indicado, se trata del intercalado de un nuevo apoyo desde donde partirá la línea de alimentación al nuevo centro de transformación, que discurrirá en modo subterráneo. El tramo de línea subterránea afectará a tramo de suelo urbano y no urbano.

##### **1.18.13.1.2. Análisis de alternativas**

A la hora de definir las mejores alternativas para el paso de una línea eléctrica se tienen en cuenta una serie de criterios, tanto técnicos como ambientales. A continuación, se hace una aproximación a dichos criterios:

###### **Criterios técnicos**

Algunas de las recomendaciones y limitaciones técnicas a tener en cuenta para la definición del pasillo de una línea eléctrica son:

- Evitar los cambios bruscos de orientación.
- Minimizar la presencia de apoyos en pendientes pronunciadas o en zonas con riesgos elevados de erosión, así como en zonas desfavorables desde el punto de vista geotécnico.
- Cumplir las limitaciones de distancia que la reglamentación vigente en la materia impone a los tendidos eléctricos: distancia del conductor a cursos de agua, a masas de vegetación y a líneas ya existentes.
- Longitud: se buscado un pasillo que minimice el recorrido entre el punto de salida y el punto de llegada.
- Se ha aprovechado la presencia de ciertas infraestructuras como carreteras o viales para el acceso y tendido, buscando no obstante minimizar la afección a las mismas.

En este caso la actual línea se ve limitada por el casco urbano y la orografía del terreno.

###### **Criterios ambientales**

Para atenuar la incidencia de la futura línea eléctrica, la principal medida preventiva sobre el medio circundante consiste en la elección, en la fase de proyecto, de un corredor que, siendo técnicamente viable, evite las zonas más sensibles y presente, una vez cumplida esta premisa, la menor longitud posible.

Para ello, deben atenderse las siguientes recomendaciones sobre cada uno de los diferentes elementos del medio:

- Suelo: Seleccionar, en la medida de lo posible, zonas con caminos de acceso ya existentes, con pocas pendientes y escasos problemas de erosión y tender hacia el acondicionamiento de los existentes antes de abrir nuevos accesos.
- Hidrología: Eludir las láminas de agua y cursos de agua, tanto de carácter permanente como temporal, así como evitar, en la medida de lo posible, las redes de drenaje.
- Atmósfera: Delimitar las distancias a las antenas y a núcleos de población.

- Vegetación: Evitar las zonas con vegetación arbolada densa, tales como riberas fluviales o masas boscosas, así como los enclaves con hábitats y/o flora catalogada, tanto para el trazado de la línea como en el diseño de los accesos.
- Fauna: Evitar los enclaves donde se producen concentraciones de aves, tales como dormideros, muladares, humedales, rutas migratorias y, en general, las zonas sensibles para las especies amenazadas de fauna.
- Población y socioeconomía: Tender al alejamiento de los núcleos de población y edificaciones habitadas. Evitar las concesiones mineras y la ocupación de vías pecuarias. Deben de prevalecer los suelos considerados no urbanizables de carácter genérico frente a otras categorías de planeamiento. Se sortearán, asimismo, las zonas con recursos turísticos o recreativos de interés, así como las áreas donde se registren grandes concentraciones de gente, fruto de romerías de carácter religioso u otras manifestaciones festivas y/o culturales. También se evitarán las áreas con elementos del patrimonio.
- Espacios naturales: Evitar, en la medida de lo posible, el paso sobre Espacios Naturales Protegidos o propuestos para formar parte de la Red Natura 2000, así como otros espacios o elementos naturales que se encuentren inventariados.
- Paisaje: Debe tenderse hacia alternativas que registren poco tránsito, en las que el número de posibles observadores sea el menor, alejadas de núcleos de población, eludiendo el entorno de monumentos histórico-artísticos y de enclaves que acogen un alto número de visitantes, así como evitar las zonas dominantes, los trazados transversales a la cuenca y emplazamientos en zonas muy frágiles que aumenten la visibilidad de la línea, tendiendo a aprovechar la topografía del terreno para su ocultación.
- Además, se pretenderá ocupar las áreas que ya han sido ocupadas por infraestructuras eléctricas con objeto de pasar por espacios ya alterados desde el punto de vista paisajístico. En este caso en concreto, la línea que se modifica ya es existente y no es necesario modificar el trazado actual.

#### **1.18.13.2. Medidas preventivas durante la fase de construcción**

Una vez iniciadas las obras, y con objeto de reducir los efectos sobre el medio o corregir aquellos daños directamente imputables a la forma de realizar las obras (vertidos accidentales, etc.), se adoptan una serie de medidas preventivas, encaminadas a disminuir el impacto paisajístico generado por el proyecto en estudio:

##### **1.18.13.2.1. Medidas de mitigación de la intrusión visual durante de las obras**

- Durante la obra se evitará la formación de escombreras incontroladas, materiales abandonados o residuos de excavaciones en las proximidades de las obras.
- Las zonas de préstamos, parque de maquinaria, viario de acceso a las obras, instalaciones auxiliares, escombreras y/o vertederos se localizarán en zonas de mínimo impacto visual.
- En las zonas que se realicen movimientos de tierra se realizarán riegos periódicos para evitar el levantamiento de polvo.
- Se evitará la profusión de carteles y paneles publicitarios y/o luminosos, a excepción de los carteles en obras, exigidos por la legislación sectorial vigente.

##### **1.18.13.2.2. Protección y conservación de la vegetación existente**

- Se minimizará la afección a la vegetación arbórea existente en el entorno inmediato de la línea eléctrica.
- El material vegetal procedente del desbroce y limpieza inicial del terreno será acumulado por separado y transportado hasta un vertedero autorizado.

#### 1.18.13.3. **Medidas correctoras**

Entre las medidas correctoras aplicables para reducir los impactos residuales se pueden señalar los siguientes:

- Restauración ambiental de las superficies auxiliares de obra
- Eliminación adecuada de los materiales sobrantes en las obras y de cualquier derrame accidental, una vez hayan finalizado los trabajos de tendido de la línea, restituyendo en lo posible la forma y aspecto original del terreno.
- Retirada de los acopios de materiales, préstamos o desperdicios, efectuando dicha limpieza lo antes posible

#### 1.18.14. **Conclusiones sobre la integración visual**

Los impactos visuales derivados de la actuación se estiman asumibles ya que la línea aérea, que es la única que se visualizará, es una línea existente, por lo que actualmente ya existe un impacto visual en la zona, disminuyéndose el mismo al desmontarse un tramo de la línea aérea.

Asimismo, la línea se ubica en las inmediaciones del casco urbano, por lo que ya existen las edificaciones generando afección visual.

Es por ello, que los impactos visuales generados por la línea se consideren asumibles.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 2 CÁLCULOS

### 2.1. Cálculos eléctricos de la línea subterránea de media tensión.

De los dos tramos de líneas subterráneas proyectados, se realizan los siguientes cálculos para el tramo con mayor longitud, que se entiende, es el de condiciones más desfavorables.

Se tomarán las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección anteriormente indicados y recogidos en UNE 211435 y en la NI 56.44.01.

Las características de los cables de AT vienen indicadas en el apartado 1.9.3.

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

1. Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
2. Enterrados a una profundidad de 1,20 m en terrenos de resistencia térmica media.
3. Temperatura máxima en el conductor 90º C.
4. Temperatura del terreno 25ºC.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable. La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

#### 2.1.1. Intensidad máxima admisible por el cable

La intensidad admisible de un cable está determinada por las condiciones de su instalación. Se aplicará un coeficiente de corrección respecto a cada una de las magnitudes en su instalación que difieran de las definidas en el apartado 1.9.6, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor, superior a la prescrita en la siguiente tabla:

Tabla 4 (Extraída de MT 2.31.01)  
Cables aislados con aislamiento seco.  
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente $\theta_s$	Cortocircuito $t \leq 5s$ $\theta_{cc}$
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	>250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	>250

De la anterior tabla se extrae que, la temperatura máxima admisible del conductor será de 105°C en servicio permanente y de 250 °C en cortocircuito ( $t \leq 5s$ ).

De acuerdo con esta instrucción, a efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV formada por un tercio de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C.

La intensidad admisible de un cable deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieren de las descritas anteriormente, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita.

#### Factor de corrección de temperatura de terreno

No se aplicará factor de corrección debido a que se considerará la temperatura del terreno de 25°C.

#### Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W

No se aplicará por considerarse esta misma resistividad del terreno, por considerar cables enterrados bajo tubo con sección del conductor 240 mm<sup>2</sup>, con esta resistividad del terreno.

#### Factor de corrección por tipo de instalación

La elección de la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible se calcula en función de la potencia a transportar del cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el conductor adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en los datos suministrados por el fabricante o en el Manual Técnico MT 2.31.01.

La intensidad máxima admisible del conductor está afectada por un coeficiente de corrección, pues la instalación se encontrará canalizada a una profundidad distinta a la instalación tipo, que es de 1 metro. Se considerará el caso más desfavorable, en el que las líneas de media tensión discurren en un plano a 1,2 m de profundidad, (ver planos sección de zanjas). Para esta profundidad crítica de 1,2 m, se toma un factor de corrección interpolado de 0,98 (Tabla 8 de la MT 2.31.01). La intensidad máxima admisible será:

$$I'_{\max,adm} = 0,98 \cdot I_{\max,adm} = 0,98 \cdot 345 = 338,1 \text{ A}$$

Se tendrá en cuenta a su vez que en la misma zanja por donde se tenderá el nuevo conductor de enlace, podrán discurrir otros circuitos de manera contigua, debiéndose aplicar el coeficiente correspondiente. Se tendrá en cuenta la existencia de hasta 2 líneas de manera contigua a esta línea, aplicándose un factor de 0,83 de acuerdo con la tabla 7 de la MT 2.31.01:

$$I'_{\max,adm} = 0,83 \cdot I_{\max,adm} = 0,83 \cdot 338,1 = 280,62 \text{ A}$$

La máxima intensidad que podrá transportar el cable será por lo tanto 280,62 A.

#### **2.1.2. Caída de tensión**

El cálculo de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi))$$

En donde:

P	= Potencia [kVA]
U	= Tensión compuesta [kV]
$\Delta U$	= Caída de tensión [V]
$I'_{\max,adm}$	= Intensidad máxima admisible [A]
L	= Longitud de la línea [km]
R	= Resistencia del conductor [ $\Omega/km$ a la temperatura de servicio]
X	= Reactancia a frecuencia 50 Hz [ $\Omega/km$ ]
$\cos \varphi$	= Factor de potencia

En el caso del tramo de línea objeto del presente proyecto los cálculos eléctricos son los siguientes:

U	= Tensión compuesta [kV] = 13,2 kV
I <sub>max, adm</sub>	= Intensidad [A] = 280,62 A
L	= Longitud del tramo [km] = 1,212 km
R	= Resistencia del conductor [Ω/km a la temperatura de servicio 105°C] = 0,169 Ω/km
X	= Reactancia a frecuencia 50 Hz en [Ω/km] = 0,105 Ω/km
cos φ	= Factor de potencia = 0,9

De manera que:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 280,62 \cdot 1,212 \cdot (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,436) = 116,57 V$$

Siendo la caída de tensión porcentual de:

$$\Delta U \% = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 0,88 \%$$

El valor límite de la caída de tensión se establece en el 5 % con las condiciones de máxima carga y/o situación de emergencia.

Por tanto, los resultados obtenidos podemos concluir que la sección de cable preseleccionada cumple con la restricción de la caída de tensión máxima.

### 2.1.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible

De acuerdo con las características del conductor empleado, indicadas en la MT 2.31.01 para un tiempo de cortocircuito 1s, la densidad máxima de corriente de cortocircuito es de 89 A/mm<sup>2</sup>, por lo que para una sección de 240 mm<sup>2</sup> se obtiene una Intensidad de Cortocircuito máxima admisible es de 21,360 kA como valor límite:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{240 \cdot 89}{\sqrt{1}} = 21,36 kA$$

Donde:

S	Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ]
I <sub>cc</sub>	Corriente de cortocircuito máxima soportada por el conductor [kA]
K	Densidad de corriente de cortocircuito [A/mm <sup>2</sup> ], según la tabla 26 de la ITC-LAT 06 del RD 223/2008.
t <sub>cc</sub>	Tiempo de duración del cortocircuito según MT 2.31.01

La corriente de cortocircuito soportada por el cable seleccionado durante 1 segundo [21,36 kA] es mayor que la máxima esperada en ese punto [12,5 kA] (dato tomado del apartado 2.1 de la MT 2.03.20), se considera adecuado el conductor seleccionado.

Además, para el cálculo de corriente de cortocircuito se estima como dato de partida la potencia de cortocircuito en la red de media tensión (dato aportado por i-DE), siendo esta de 350 MVA. La intensidad de cortocircuito en el supuesto más desfavorable se obtiene:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{V_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{350}{20 \cdot \sqrt{3}} = 10,1 kA$$

Donde:

S <sub>cc</sub>	Potencia de cortocircuito de la red [MVA]
V <sub>n</sub>	Tensión de la red [kV], según el apartado 4.1 de MT 2.03.20
I <sub>cc</sub>	Corriente de cortocircuito [kA]

Con esta última premisa de la red de media tensión, se obtiene que el supuesto más desfavorable es de una intensidad de cortocircuito de 10,1 kA, por lo que se corrobora que el conductor seleccionado es adecuado.

#### 2.1.4. Potencia a transportar

Una vez se ha demostrado que la sección del cable seleccionado es adecuada, se calculará la potencia que será capaz de transportar la nueva línea proyectada.

Tal y como se ha introducido en la memoria, en el apartado 1.9.2, la potencia a transportar por esta línea será variable dependiendo de la demanda y disposición de la red. No obstante, se encontrará siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisibles por el conductor siendo la potencia admisible por el conductor superior a la demandada.

De acuerdo con la intensidad máxima admisible por el conductor corregida, la capacidad de transporte de la línea será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I'_{\max,adm} \cdot \cos \varphi$$

En donde:

P	= Potencia [kW]
U	= Tensión compuesta [kV]
$I'_{\max,adm}$	= Intensidad máxima admisible [A]
$\cos \varphi$	= Factor de potencia

Obteniendo una potencia de:

$$P = \sqrt{3} \cdot 13,2 \cdot 280,62 \cdot 0,9 = 5.774,31 \text{ kW}$$

#### 2.1.5. Cálculo de los campos magnéticos

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido (100  $\mu$ Teslas para 50 Hz) en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

El valor del campo magnético generado por un circuito trifásico de longitud infinita se reduce considerablemente si se tiene en cuenta la longitud real del circuito, por lo que se tendrá en cuenta la longitud del tramo estudiado que afecta a la hora de calcular el campo magnético generado en el punto elegido. El punto de cálculo tomado se sitúa en el punto medio del trazado de la línea, a 1 metro de distancia de los conductores. Los cálculos se realizarán para la intensidad máxima que permite el conductor.

Las fórmulas a aplicar para realizar estos cálculos son las siguientes:

- Para una longitud infinita:

$$B(L_{\text{Infinita}}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2}$$

- Para una longitud finita:

$$B(\text{Longitud } L) \approx B(L_{\text{Infinita}}) \cdot \sin \alpha$$

Siendo:

B	Campo magnético [T]
$\mu_0$	Permeabilidad magnética del aire $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$
I	Intensidad máxima admisible del conductor [A]
d	Distancia entre conductores [m]
L	Longitud real del circuito [m]

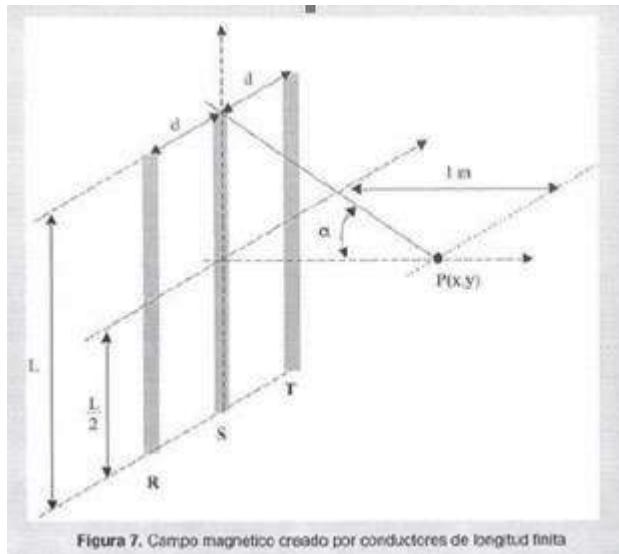


Figura 7. Campo magnético creado por conductores de longitud finita

A efectos de cálculo del campo magnético máximo de la instalación, se considerará la potencia máxima a transportar calculada anteriormente, 5,77 MW.

Para el cálculo se tomarán los siguientes datos:

Conductor:	HEPRZ1 12/20 3x(1x240) mm <sup>2</sup> Al + H16
d	0,2 m
$I_{\max}$	280,62 A
V	13,2 kV
L	1.212 m

- Para una longitud infinita:

$$B(L_{\text{Infinita}}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} = 1,86942 \cdot 10^{-5} T = 18,69 \mu T$$

Dada la longitud de línea, el seno de " $\alpha$ " es aproximadamente 1 para distancias superiores a 150 metros, por lo que el campo generado por la línea en el punto de cálculo es prácticamente igual que para el caso de longitud infinita.

- Para una longitud finita:

$$B(\text{Longitud } L) \approx B(L_{\text{infinita}}) \cdot \sin \alpha = 18,69 \mu T$$

Por lo tanto, los valores obtenidos para ambos casos están inferior al máximo permitido en el RD 1066/2001, de 28 de septiembre de 100  $\mu$ Teslas.

## 2.2. Intensidades nominales trafo.

### 2.2.1. Intensidad nominal MT

La intensidad nominal primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Donde:

P                    potencia del transformador [kVA]

V<sub>p</sub>                tensión primaria [kV]

I<sub>p</sub>                intensidad nominal primaria [A]

El transformador tiene una potencia nominal de 630 kVA y su tensión primaria de alimentación es de 13,2 kV. La intensidad nominal primaria es:

$$I_p = 27,56 \text{ A}$$

Los fusibles de MT que se instalarán en la celda de protección de transformador deberán tener una intensidad nominal superior a este valor calculado.

### 2.2.2. Intensidad nominal BT

La intensidad nominal secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_s}$$

Donde:

P                    potencia del transformador [kVA]

V<sub>s</sub>                tensión nominal secundaria [kV]

I<sub>s</sub>                intensidad nominal secundaria [A]

El transformador tiene una potencia nominal de 630 kVA y la tensión nominal secundaria en vacío es 400 V. La intensidad nominal secundaria es:

$$I_s = 909,33 \text{ A}$$

## 2.3. Cálculo de los campos magnéticos en la proximidad del centro.

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido (100 µTeslas para 50 Hz) en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

En este caso, se calcularán las partes de la instalación del Centro de Transformación que se consideren más desfavorables y que serían los tramos de líneas tanto de Media Tensión (13,2kV/20 kV) como de Baja Tensión (0,4 kV) que discurren con una disposición en forma paralela y con una separación entre ellas <0,5 metros, entre las fases de MT en el tramo que conecta las celdas de protección con la máquina transformadora, y de <0,5 metros entre las fases de BT en el tramo que conecta la máquina transformadora y el cuadro de distribución en Baja Tensión.

El valor del campo magnético generado por un circuito trifásico de longitud infinita se reduce considerablemente si se tiene en cuenta la longitud real del circuito, por lo que se tendrá en cuenta la longitud del tramo que afecta a la hora de calcular el campo magnético generado en el punto elegido. En este caso en particular, las líneas de interconexión de MT y BT, consideradas parte de la instalación más desfavorable, no superan los 15 metros de distancia.

Las fórmulas a aplicar para realizar estos cálculos son las siguientes:

- Para una longitud infinita:

$$B(L_{Infinita}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2}$$

- Para una longitud finita:

$$B(\text{Longitud } L) \approx B(L_{Infinita}) \cdot \sin \alpha$$

Siendo:

B	Campo magnético [T]
$\mu_0$	Permeabilidad magnética del aire $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$
I	Intensidad máxima admisible del conductor [A]
d	Distancia entre conductores [m]
L	Longitud real del circuito [m]

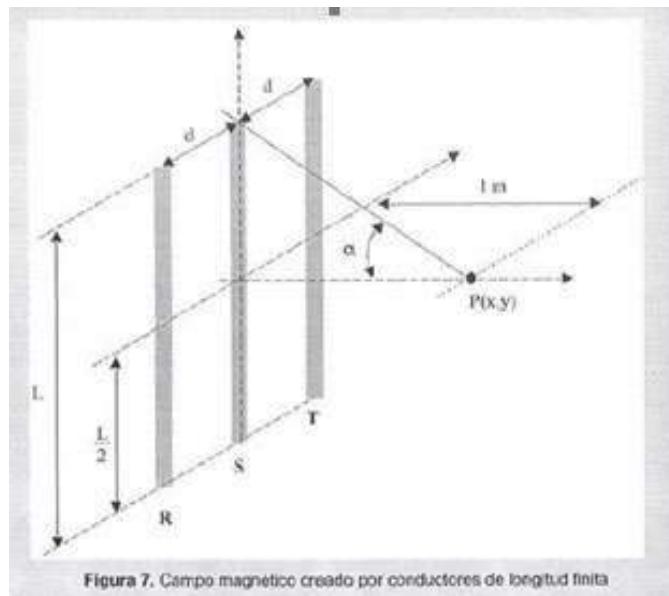


Figura 7. Campo magnético creado por conductores de longitud finita

### 2.3.1. Tramo de línea de MT entre celdas y trafo

Para el cálculo se tomarán los siguientes datos:

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$I = 27,56 \text{ A}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

- Para una longitud infinita:

$$B(L_{Infinita}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} = 1,83566 \cdot 10^{-6} T = 1,84 \mu T$$

- Para una longitud finita:

$$B(L_{finita}) \approx B(L_{infinita}) \cdot \sin \alpha = 1,70 \mu T$$

### 2.3.2. Tramo de línea de BT entre trafo y CGBT

Los datos para los puentes de baja tensión de interconexión entre el trafo y el cuadro de baja tensión son:

$$d = 0,15 \text{ m}$$

$$I = 866,03 \text{ A}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

- Para una longitud infinita:

$$B(L_{Infinita}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} = 4,62103 \cdot 10^{-5} T = 46,21 \mu T$$

- Para una longitud finita:

$$B(L_{finita}) \approx B(L_{infinita}) \cdot \sin \alpha = 42,91 \mu T$$

### 2.3.3. Conclusiones

El valor de campo magnético obtenido en los apartados anteriores es inferior al valor del campo magnético máximo admisible de 100  $\mu T$  indicado en el apartado 1.9.6 del presente proyecto.

## 2.4. Cálculo del ruido emitido por el centro.

Los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones deben ajustarse a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre.

En valoración del impacto del ruido, habrá que tener en cuenta el Anexo II tabla A de dicho R.D. el cual asigna unos niveles sonoros como objetivo de calidad acústica para ruidos aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes

Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	$I_{d1}$	$I_{d2}$	$I_{d3}$
e. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	60	50
a. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distintivo del contemplado en c).	70	70	65
c. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f. Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclaman (1).	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

El centro de transformación está situado en un área urbana con predominio de uso residencial. La tabla anterior asigna como objetivo de calidad acústica para ruidos en áreas urbanizadas con predominio de uso residencial (a).

#### 2.4.1. Nivel sonoro interno

En el cálculo del nivel de ruido transmitido a locales colindantes y al exterior por el centro existente se deberá tener en cuenta los elementos que puedan generar ruido en el interior del mismo.

El transformador es el elemento principal generador de ruido. Según lo indicado en la NI 72.30.00 “Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión” el ruido emitido por un transformador de 630 kVA, potencia máxima instalada, es de 52 dBA.

El centro de transformación está situado a 10 metros del edificio más cercano.

$$L_P \approx L_W - 11 - 20 * \log r$$

siendo:

$L_p$ :	Presión sonora, [dB(A)]
$L_w$ :	Potencia acústica de la fuente, [dB(A)]
$r$ :	distancia a edificio más cercano (m)

$$L_P \approx 22,00 \text{ dB(A)}$$

Estableciendo como valor límite los índices de ruido establecidos en la tabla A del Anexo II del R.D. 1367/2007, se verifica que el nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación es inferior al límite máximo reglamentario.

### 2.5. Cálculo de la instalación de puesta a tierra del centro de transformación

Se ha tenido en cuenta las indicaciones recogidas en la MT 2.11.33 “Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30 \text{ kV}$ ”.

#### 2.5.1. Consideraciones generales

##### 2.5.1.1. 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 la ITC-RAT 13.

##### 2.5.1.2. 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 la 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:

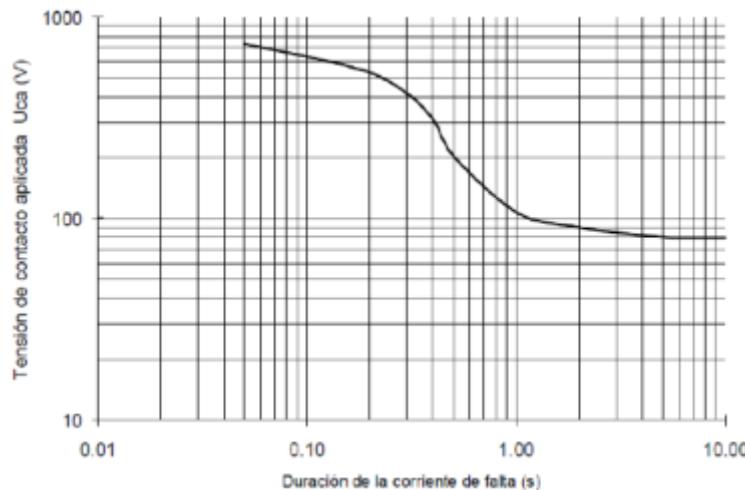
- 100 A/mm<sup>2</sup> para el aluminio.
- 160 A/mm<sup>2</sup> para el cobre.

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.

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

Cuando se produce una falta de 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.



Salvo en los 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 ( $U_{ca}$ ) 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.

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 personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

### 2.5.1.4. Tensión 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:

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

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

$R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$  siendo  $\rho_s$  la resistividad superficial del suelo

### 2.5.1.5. 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:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] \quad (2)$$

donde:

$U_{pa}$	Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies [V] = $10 \cdot U_{ca}$
$Z_B$	Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000
$R_{a1}$	Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante [Ω] 2.000
$R_{a2} = 3 \cdot \rho_s$	siendo $\rho_s$ la resistividad superficial del suelo

### 2.5.1.6. 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 (2):

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_{s1} + 3\rho_{s2}}{Z_B} \right] \quad (3)$$

donde:

$U_{pa}$	Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies [V] = $10 \cdot U_{ca}$
$Z_B$	Impedancia del cuerpo humano [Ω] 1.000
$R_{a1}$	Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante [Ω] 2.000
$s_1$	Resistividad de la primera superficie de contacto [Ω]
$s_2$	Resistividad de la segunda superficie de contacto [Ω]

### 2.5.2. Procedimiento de cálculo

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en el apartado 1.1 del ITC-RAT 13, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

- Investigación de las características del suelo
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto
- Diseño preliminar de la instalación de tierra
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación
- Cálculo de las tensiones de contacto en el exterior de la instalación
- 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 del apartado 1.1 de la ITC- RAT-13 (ecuaciones (1), (2) y (3) de este documento)

- 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
- 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 del ITC-RAT 13, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

#### **2.5.3. Investigación de las características del suelo**

De acuerdo con la instrucción ITC-RAT 13 se dice que en instalaciones de 3<sup>a</sup> categoría y de intensidad de cortocircuito inferior o igual a 1.000 A no será imprescindible realizar la investigación previa de la resistividad del suelo, bastando para ello el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad de acuerdo con los valores indicados en Tabla 2 de la citada ITC.

Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1.000 A si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega \cdot \text{m}$  deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de resistividad.

#### **2.5.4. Elección del sistema de puesta a tierra, cálculo de la separación entre los electrodos de tierra y cálculo de la resistencia de tierra**

En los centros de transformación que puedan ubicarse en entornos urbanos, con redes de distribución en media tensión con cables apantallados subterráneos, puede presentarse una topología de red en la que todas las pantallas de los cables de alta tensión de interconexión entre los diferentes centros estén conectadas a la tierra de protección de los Centros de Transformación y a la puesta a tierra de la subestación, donde la resistencia de difusión a tierra global (p.a.t. subestación + pantallas de cables + p.a. t. de protección de CT) alcance valores muy pequeños.

Aunque en entornos rurales o pequeñas poblaciones, la distribución en media tensión suele ser aérea en parte de su recorrido, se considera que la conexión a la red de los CT ubicados en edificios de otros usos se realiza mediante cables con las pantallas conectadas a tierra en sus extremos.

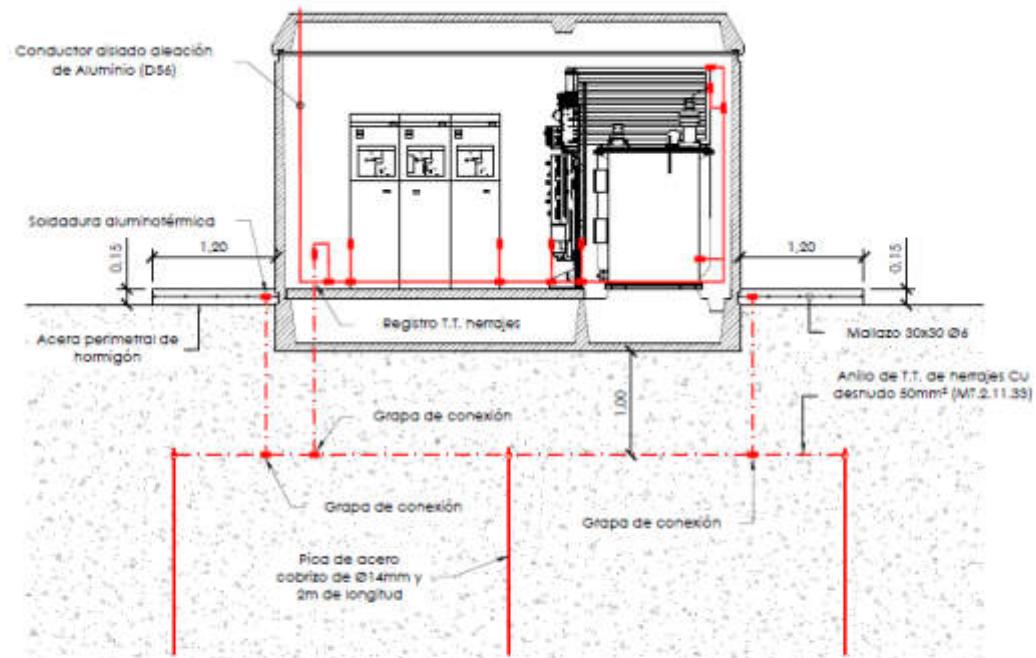
Se considerará siempre un CT con pantallas conectadas, según el apartado 5.1 de la MT 2.11.33, considerándose la relación entre la corriente por el electrodo y la corriente de defecto,  $rE$ .

El electrodo correspondiente al sistema de puesta a tierra de protección será distinto según la tensión nominal de la red. El caso que nos influye en la elaboración de este proyecto corresponde con una tensión nominal de la red  $\leq 20$  kV.

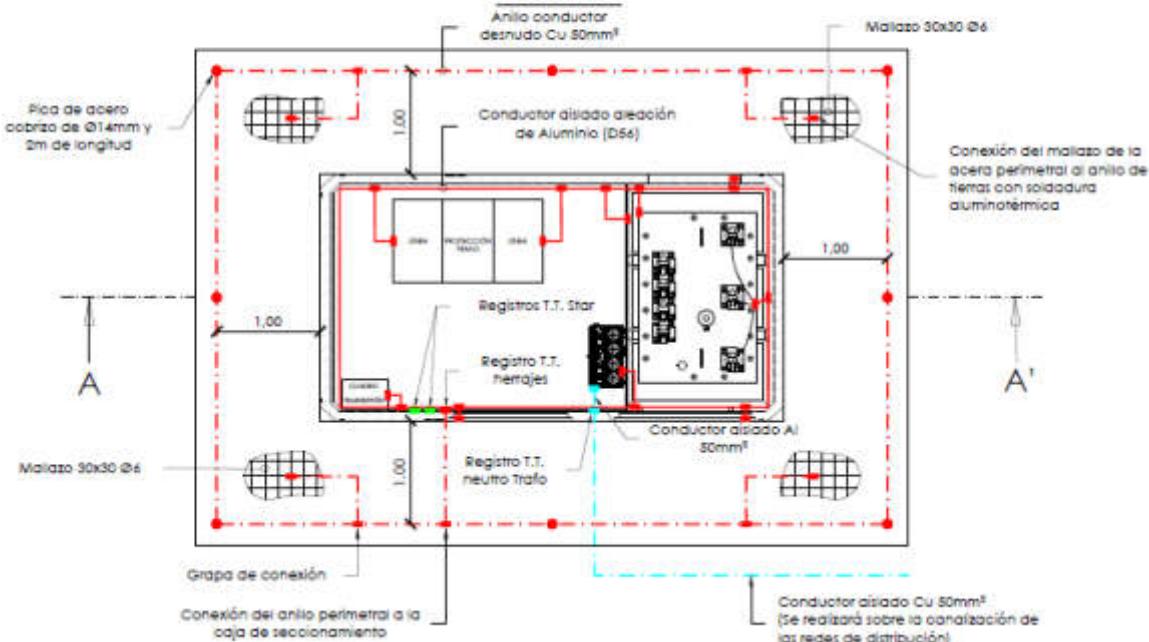
El electrodo principal de tierra para los Centros de Transformación se realizará mediante un anillo, formando un bucle perimetral, a una distancia de 1 m alrededor de la envolvente del Centro de Transformación, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, salvo el caso del CTPS que estará a 1 m, al que se conectarán en sus vértices y en el centro de cada lado, ocho picas de acero cobrizado de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro.

*Electrodo de puesta a tierra del CTS*

SECCIÓN A-A'



PLANTA



Las configuraciones de electrodos que se utilizan en la MT 2.11.33, se designan tal como se indica en la siguiente tabla.

*Designación de los electrodos en función de la tensión nominal de la red, pantallas de los cables y la accesibilidad*

Designación Envoltorio	Electrodo a utilizar			
	$\leq 20$ kV		30 kV <sup>18</sup>	
	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas
CTS	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=1000$ $\Omega\text{m}$ )	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=500-1000$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=600-1000$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=300-500$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>
CSI				
CTPS	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=1000$ $\Omega\text{m}$ )		CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=600-1000$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>	
CTIC	-----	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=500-600$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>	-----	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=300-400$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>
CTC	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=1000$ $\Omega\text{m}$ )	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=500-600$ $\Omega\text{m}$ ) <sup>19</sup>	-----	
CTOU	CPT-CTL-5P2 ( $\rho_{\text{max}}=1000$ $\Omega\text{m}$ )	-----	CPT-CTL-8P2 ( $\rho_{\text{max}}=600$ $\Omega\text{m}$ )	-----
CTCOU	CPT-CTL-5P2 ( $\rho_{\text{max}}=1000$ $\Omega\text{m}$ )	-----	-----	-----

Para los centros de transformación correspondientes a la MT 2.11.33, el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red, será la indicada en la tabla siguiente.

*Valores máximos de la resistencia en centros de transformación, considerándose las pantallas de los cables conectadas.*

Tensión nominal de la red $U_1$ (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$\leq 20$ kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Los valores de resistencia indicados anteriormente deben de confirmarse con medidas en el terreno sin recurrir a rellenos diferentes del propio terreno.

El valor de la resistencia de puesta a tierra correspondiente a la configuración establecida en este MT se puede obtener multiplicando el coeficiente  $K_r$ , por el valor de la resistividad del terreno en  $\Omega\text{m}$ .

Para las configuraciones anteriormente descritas, el valor del coeficiente  $K_r$ , se indica en la siguiente tabla.

*Coeficientes de resistencia de puesta a tierra  $K_r$ , para los electrodos de puesta a tierra*

Designación del electrodo	$K_r$ $(\frac{\Omega}{\Omega\text{m}})$
CPT-CTL-5P	0,0852
CPT-CTL-8P	0,0556

Las condiciones de resistividad máxima, número (N) de CT adicionales al proyectado, conectados a través de las pantallas e intensidades máximas de defecto a tierra, que permiten el empleo de estos electrodos en redes de distribución  $\leq 30$  KV, se indican en el Anexo 1 de la MT 2.11.33. Para otros casos especiales no incluidos en las tablas del Anexo1 el proyectista debería hacer un estudio específico.

El cálculo de dichas distancias se ha efectuado considerando que:

- El edificio donde se va a ubicar el centro de transformación, tal como describe la ITC-BT-26 del REBT, cumple con lo descrito en el apartado 3 de la ITC-BT-26, donde se indica que “En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio.”
- La superficie del terreno, formada por una franja perimetral de al menos 1 metro de anchura alrededor del edificio, tendrá una resistividad superficial,  $\rho_s$  de  $3000 \Omega \cdot m$ .

Para el cálculo de las tensiones de paso en los extremos del electrodo (flagelo), se ha considerado que el electrodo está enterrado en un terreno de resistividad propia y superficial hasta  $1000 \Omega \cdot m$ .

Para garantizar que los sistemas de puesta a tierra de protección y masas de usuarios de BT, son independientes, se cumplirán las condiciones siguientes:

- No existirá canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización externos al centro de transformación.
- El centro de transformación estará situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización, o en el interior de los mismos, se establecerá de tal manera que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

El electrodo correspondiente a la puesta a tierra de servicio se unirá al electrodo de la puesta a tierra de protección cuando el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección, al ser atravesado por la corriente de falta a tierra, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

#### **2.5.5. Cálculo de las intensidades máximas de corriente de defecto a tierra**

Para el cálculo de las intensidades máximas de corriente de defecto a tierra se tiene en cuenta que el tipo de defecto a tierra es monofásico, tomando las intensidades máximas en los distintos niveles de tensión existentes en la instalación.

La intensidad de defecto a tierra depende, entre otros parámetros, de:

- La impedancia de puesta a tierra de servicio de la subestación (en adelante ST).
- La tolerancia de la impedancia de puesta a tierra de servicio de la ST.
- La impedancia del transformador de la ST.
- La tensión más elevada para cada nivel de tensión nominal
- La propia impedancia de puesta a tierra de protección en el Centro de Transformación.
- La corriente que se deriva por las pantallas de los cables subterráneos.

Para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un Centro de Transformación, se parte de la intensidad máxima de defecto a tierra, sin considerar el valor de la impedancia de la puesta a tierra de protección, puesto que, inicialmente, se desconoce.

Para calcular la intensidad máxima de defecto a tierra, teniendo en cuenta la impedancia de puesta a tierra de servicio de la subestación y del Centro de Transformación, es necesario conocer el equivalente Thévenin para fallo monofásico de la red.

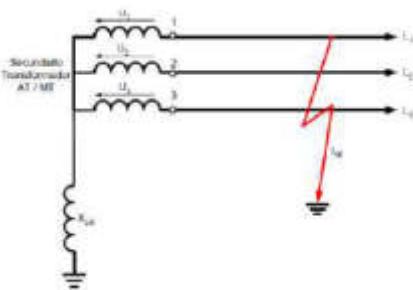
Se considerará que la corriente de puesta a tierra es igual a la corriente de defecto multiplicada por el factor  $r_E$ , relación entre la corriente por el electrodo y la corriente de defecto.

#### Equivalentes Thévenin para fallo monofásico a tierra

Los distintos sistemas de puesta a tierra de servicio en la red de distribución de Media Tensión de i-DE, dan lugar a un circuito equivalente Thévenin para el fallo monofásico. A continuación, se representan los circuitos trifilares y los circuitos equivalentes Thévenin.

El circuito trifilar del lado de Media Tensión del transformador de la ST para los distintos sistemas de puesta a tierra de Iberdrola se puede unificar en el representado en la siguiente figura.

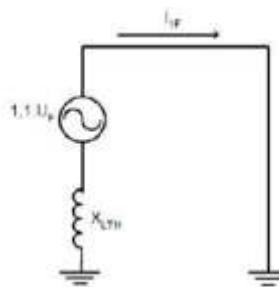
*Esquema trifilar con estrella de puesta a tierra por reactancia, lado de MT de ST*



El equivalente Thévenin correspondiente a un fallo monofásico se representa en la próxima figura. Se considera el factor de tensión  $c = 1,1$ , según Norma UNE-EN 60909-1. Este factor tiene en cuenta:

- La variación de la tensión en el espacio y en el tiempo.
- Tolerancia “negativa” de la impedancia de puesta a tierra, etc.
- Los cambios eventuales en las conexiones de los transformadores.
- El comportamiento subtransitorio de los alternadores y motores.

*Equivalente Thévenin para el cálculo de la intensidad de falta a tierra máxima con neutro puesto a tierra por reactancia.*



A continuación, se definen para los diferentes sistemas de puesta a tierra adoptados por i-DE en cada una de las subestaciones, los valores adoptados para la corriente máxima de defecto a tierra, empleados para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra descritos anteriormente.

*Intensidades máximas de puesta a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra de la ST.*

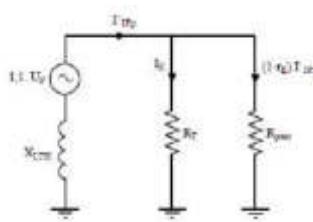
Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tipo de puesta a tierra	Reactancia equivalente $X_{LTB}$ ( $\Omega$ )	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra* (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	2117
20	Zig-Zag 500 A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000 A	12,7	1000
20	Reactancia 5,242	5,7	2228
30	Zig-Zag 1000 A	2,117	9000

\* *Intensidades máximas que se pueden dar en la red. Los diseños de puesta a tierra descritos son válidos para la mayoría de las situaciones descritas en la tabla anterior. No obstante, en algunos casos en los que se den una o varias de las condiciones siguientes, intensidades de defecto a tierra elevadas, resistividades del terreno altas o un número pequeño de centros de transformación conectados a través de las pantallas de los cables subterráneos, pueden ser necesarios diseños específicos para la configuración de los electrodos. Para concretar estas situaciones véase el Anexo 1 de la MT 2.11.34.*

## 2.5.6. Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra en el Centro de Transformación

Para el cálculo de las intensidades de las corrientes de defecto a tierra y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra en la STR, la configuración y características de la red durante el período subtransitorio, la resistencia de puesta a tierra del electrodo considerado,  $R_T$ , y la resistencia de puesta a tierra de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión,  $R_{pant}$ . La  $R_{pant}$  variará dependiendo del número (N) de CT conectados a través de las pantallas de los cables.

*Equivalente Thévenin para el cálculo de la intensidad máxima de defecto a tierra en redes con puesta a tierra por reactancia, teniendo en cuenta la resistencia de puesta a tierra de protección del centro de transformación  $R_T$  y la resistencia equivalente de las pantallas de los cables subterráneos de alta tensión y de sus puestas a tierra,  $R_{pant}$ .*



La característica de actuación de las protecciones, para el caso de faltas a tierra, para las instalaciones de Iberdrola, en función de la tensión nominal de la red, cumple con las relaciones indicadas en la siguiente tabla.

*Características de actuación de las protecciones en función de la tensión nominal de la red*

Característica de actuación de las protecciones	$U_n$ (kV)
$I_{LF,T} = 400$	
$I_{LF,P,T} = 400$	$\leq 20$ kV
$I_{LF,T} = 2200$	
$I_{LF,P,T} = 2200$	30 kV

Siendo  $I'_{1Fp}$ , la intensidad de la corriente de defecto a tierra, en el caso de considerar conexiones de pantalla, en amperios y t, el tiempo de actuación de las protecciones en segundos, siendo

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot V_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}}$$

Donde  $r_E$  es la relación entre la corriente que circula por el electrodo y la corriente de defecto a tierra.

### 2.5.7. Datos de partida

Se parte de los siguientes datos:

- Tensión de servicio:  $V_n = 13,2 \text{ kV}$
- Tipo de puesta a tierra: Reactancia  $4 \Omega$
- Intensidad máxima de defecto:  $I_{1F} = 1.863 \text{ A}$
- Característica de actuación de las protecciones:  $I'_{1F*t} = 400 \text{ A}$
- Duración de la corriente de falta hasta su eliminación:

La característica de actuación de las protecciones cumple la relación:

- Intensidad de Puesta a Tierra: ver apartado 2.6.10
- Resistividad:  $\rho = 200 \Omega \cdot m$
- Número de CTs conectados a través de pantallas:  $N=1$

### 2.5.8. 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. La configuración tipo elegida para hacer los cálculos, según el Anexo 1 de la MT 2.11.33, es **CPT-CT-A-(4,5x6,5)+8P2**.

Para facilitar la obtención de resultados, se especifican los siguientes parámetros característicos, expresados en valores “unitarios”, para las distintas configuraciones tipo.

- Resistencia de puesta a tierra  $K_r \quad \Omega/(\Omega \cdot m)$
- Tensión de paso máxima  $K_p = K_{p,t-t} \quad V/(\Omega \cdot m)(A)$

En el presente documento, cuando se les mencione de manera conjunta, se les denominara de manera genérica como “K”.

Los parámetros característicos para esta configuración son:

- $K_r = 0,06437 \quad \Omega/(\Omega \cdot m)$
- $K_R' = 0,088 \quad \Omega/(\Omega \cdot m)$
- $K_{p,t-t} = 0,00847 \quad V/(\Omega \cdot m)(A)$
- $K_{p,a-t} = 0,03137 \quad V/(\Omega \cdot m)(A)$

### 2.5.8.1. **Medidas de seguridad adicionales**

Se adoptan las siguientes medidas de seguridad adicionales:

- El centro estará construido de tal manera que su interior constituya una superficie equipotencial. Esto quedará garantizado por el fabricante de la envolvente prefabricada.
- Así se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a las tensiones de paso y contacto interior, siendo estas prácticamente cero.
- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro quedarán conectados a la puesta a tierra general.

### 2.5.9. **Cálculo de la resistencia del sistema PaT general**

El cálculo de la resistencia del electrodo elegido:

$$R_t(\text{general}) = K_r \cdot \rho = 12,874 \Omega$$

### 2.5.10. **Cálculo de la intensidad de puesta a tierra y del tiempo de defecto**

Para el cálculo de la intensidad de puesta a tierra se considera el peor de los escenarios, que es aquel en el que no existe continuidad entre las pantallas de los cables y la malla de la subestación. La fórmula a emplear es la siguiente:

$$I'_{1FP} = \frac{1,1 \cdot V_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}}$$

Teniendo en cuenta que  $R_t=12,874 \Omega$  y que en función del tipo de puesta a tierra de la red  $X_{LTH}=4,500 \Omega$ , resulta que:

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_{r'}}{N} = 17,6 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_t \cdot R_{pant}}{R_t + R_{pant}} = 7,435 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_t} = 0,578$$

Donde:

$$I'_{1FP} = 964,589 A$$

### 2.5.11. **Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior y exterior del propio centro de transformación**

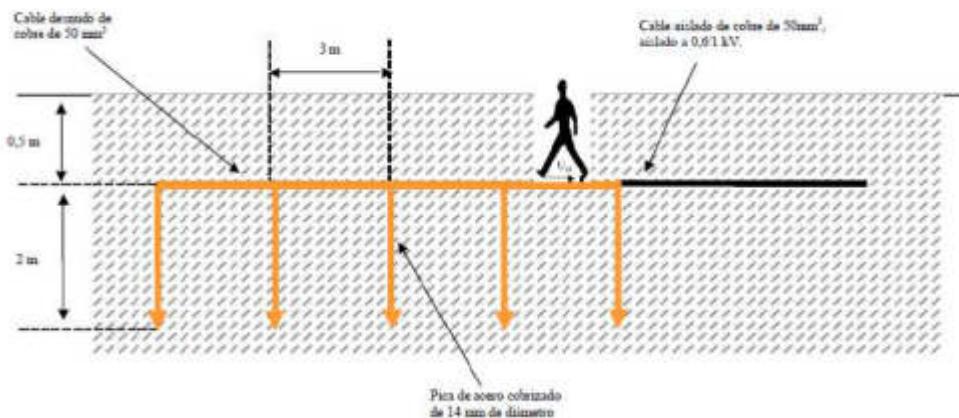
Para cumplir con el requisito de la tensión de contacto aplicada a las personas, establecidas en la ITC-RAT 13, se adoptarán las medidas adicionales siguientes, que hacen que dicha tensión de contacto sea cero:

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro estarán aisladas, no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión, debido a defectos o averías.

### 2.5.12. **Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso**

Aplicando el método de Howe, se determina la tensión de paso máxima que aparece en la instalación.

Se determinará el valor de la tensión de paso máxima en la prolongación del electrodo, con los pies separados 1 m.



El valor máximo de la tensión de paso, en voltios, para la configuración establecida en la MT 2.11.33, se puede obtener multiplicando el coeficiente  $K_p$ , indicado en la siguiente tabla, por el valor de la resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$  y por el valor de la intensidad de defecto a tierra,  $I_E$ , que circule por el electrodo, en amperios.

Determinación de la tensión máxima que aparece en la instalación con los dos pies en el terreno.

$$U'_{p1\max} = K_{\rho,t-t} \cdot \rho \cdot I_E = K_{\rho} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1FP} = 943,710 \text{ V}$$

Determinación de la tensión máxima que aparece en la instalación con un pie en la acera y el otro en el terreno.

$$U'_{p2\max} = K_{\rho,a-t} \cdot \rho \cdot I_E = K_{\rho} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1FP} = 3.495,183 \text{ V}$$

Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona con los dos pies en el terreno.

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1\max}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s^*}{Z_b}} = 152,211 \text{ V}$$

Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona con un pie en la acera y el otro en el terreno.

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2\max}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}} = 249,656 \text{ V}$$

### 2.5.13. Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones).

$$t = \frac{400}{I'_{1FP}} = 0,415 \text{ s}$$

Para el tiempo de defecto calculado, la tensión de contacto máxima admisible ( $U_{ca}$ ) es de 294,434 V;

Como  $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$  y como según la MT 2.11.33 para  $t=0,415\text{s}$ ,  $U_{ca}=294,434 \text{ V}$ , el valor  $U_{pa}$  será  $U_{pa}=10 \cdot 294,434=2.944,344 \text{ V}$ .

Como  $U'_{pa1}=152,21 \text{ V} < 2.944,34 \text{ V}$ , y  $U'_{pa2}=249,66 \text{ V} < 2.944,34 \text{ V}$  el electrodo considerado **CPT-CT-A-(4,5x6,5)+8P2**. cumple con el requisito reglamentario. Además, el electrodo

seleccionado presenta una resistencia de valor,  $R_T=13,59 \Omega$ , valor inferior al exigido, de  $100\Omega$ .

#### **2.5.14. Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso: consideración sin calzado**

Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona con los dos pies en el terreno.

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{6\rho_s}{Z_b}} = 428,959 V$$

Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona con un pie en la acera y el otro en el terreno.

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}} = 329,734 V$$

Como  $U'_{pa1}=428,96V < 2.944,34 V$ , y  $U'_{pa2}=329,73 V < 2.944,34 V$  el electrodo considerado CPT-CT-A-(4,5x6,5)+8P2 cumple con el requisito reglamentario.

#### **2.5.15. Tensión que aparece en la instalación**

Determinación de la tensión que aparece en la instalación.

$$U = I'_{1FP} \cdot R_{tot} = 7.171,977 V$$

Puesto que  $7.171,977 V < 10.000V$ , valor verdadero.

#### **2.5.16. Cálculo de la tierra de servicio.**

A este sistema de puesta a tierra se conectará el neutro del transformador.

##### **2.5.16.1. Investigación de las tensiones transferibles al exterior**

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, se debe establecer una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_E}{2000 \cdot \pi} = \frac{\rho \cdot r_E \cdot I'_{1FP}}{2000 \cdot \pi} = 17,73 m$$

Donde:

$\rho$  Resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_{1FP}$  Intensidad de defecto [A]

$D$  Distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D= 17,73 m \quad \text{Siendo la distancia mínima de 18 metros}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación: 5/42 (según método UNESA)

Geometría: Picas alineadas

Número de picas: Cuatro

Longitud entre picas: 2 metros

Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros del electrodo seleccionado son:

Resistencia  $K_r = 0,105 \text{ Ohm/Ohm.m}$

Tensión de paso  $K_p = 0,0244 \text{ V/(Ohm.m)A}$

Tensión de contacto  $K_c = 0,0534 \text{ V/(Ohm.m)A}$

El criterio de selección de la tierra de servicio 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 servicio debe ser inferior a 37 Ohm ( $= 0,650\text{A} \cdot 24 \text{ V}$ ).

$$R_{T_{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,105 \cdot 200 = 21 \Omega < 37 \Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

## 2.6. Cálculos eléctricos de la línea aérea de media tensión.

### 2.6.1. Cálculo de la puesta a tierra

Se realizará el dimensionamiento de la puesta a tierra del nuevo apoyo proyectado. Como se ha indicado en el apartado 1.10.6 de la memoria, la configuración para el nuevo apoyo nº310 perteneciente a la línea aérea a 13,2kV “Panzares-Viguera” es de *apoyo frecuentado*.

#### 2.6.1.1. Apoyo frecuentado

##### 2.6.1.1.1. Datos de partida apoyo nº310.

Los parámetros necesarios para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son: el valor de la corriente de falta, la duración de la falta (ambos factores dependientes principalmente del método de puesta a tierra del neutro de la red) y las características del suelo. Dichos datos son:

- Tensión nominal de la línea:  $U_n = 13,2 \text{ kV}$
- Intensidad máxima de falta a tierra:  $I_{1F} = 1.863 \text{ A}$
- Resistividad del terreno:  $\rho = 200 \Omega \cdot \text{m}$
- Características de actuación de las protecciones:  $I'_{1F} \cdot t = 400$
- Electrodo utilizado para apoyo nº310: **CPT-LA-32/0,5**

##### 2.6.1.1.2. Verificación del sistema de puesta a tierra en apoyos frecuentados:

Para el caso del electrodo elegido, el coeficiente de resistencia de puesta a tierra  $K_r$  tiene un valor de:

$$K_r = 0,113 \Omega / \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia de tierra:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 22,60 \Omega$$

Reactancia equivalente de la subestación:

$$X_{LTH} = 4,50 \Omega$$

Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{LTH}^2 + R_t^2}} = 363,79 \text{ A}$$

Cálculo de la tensión de contacto admisible en la instalación:

$$K_c = 0,035 \text{ V/A}(\Omega \cdot \text{m})$$

$$U'c = K_c \cdot \rho \cdot I'_{1F} = 2.546,55 \text{ V}$$

Cálculo de la tensión de contacto aplicada:

$$U'_{ca} = \frac{Uc}{1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_b}} = 1.107,20 \text{ V}$$

Siendo:

- $R_{a1}$  : Resistencia del calzado. En el caso de apoyos freq. con calzado  
 $R_{a1} = 2.000 \Omega$ .
- $R_{a2}$  : Resistencia del punto de contacto con el terreno  
 $R_{a2} = 3 \cdot \rho_s = 600 \Omega$
- $Z_b$  : Impedancia del cuerpo humano  
 $Z_b = 1.000 \Omega$

Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones) que garantiza el cumplimiento del RLAT

Según la gráfica el tiempo de actuación de las protecciones para el valor de  $U'ca$  resultaría de 0,03 segundos, pero nunca se consideran tiempos inferiores de 0,1 s., por lo que finalmente las protecciones deberían actuar en menos de 0,1 s.

Verificación del sistema de puesta a tierra elegido

El tiempo de actuación de la protección es:

$$t = \frac{400}{I'_{1F}} = 1,10 \text{ s} > 0,1 \text{ s}$$

Como  $t > 0,1 \text{ s}$ , no se cumple con el requisito reglamentario.

Se adoptan medidas adicionales para que la tensión de contacto aplicada sea cero y se verifica el cumplimiento de la tensión de paso, según el RCE.

Con objeto de que la tensión de contacto sea cero, se emplaza una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra del apoyo. El esquema indicado se representa en la figura representada al final de los cálculos.

Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación, al adoptar la medida adicional.

Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno:

$$K_{p1} = 0,023 \text{ V}/(\Omega \cdot m)$$

$$U'_{p1} = K_{p1} \cdot \rho \cdot I'_{F} = 1.673,45 \text{ V}$$

Apoyo frecuentado con calzado, con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$K_{p2} = 0,065 \text{ V}/(\Omega \cdot m)$$

$$U'_{p2} = K_{p2} \cdot \rho \cdot I'_{F} = 4.729,31 \text{ V}$$

Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones) que garantiza el cumplimiento de la tensión de paso.

Tensión máxima aplicada a la persona:

Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}}$$

$$U'_{pa1} = 269,91 \text{ V}$$

Apoyo frecuentado con calzado, con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}}$$

$$U'_{pa2} = 323,93 \text{ V}$$

El tiempo de actuación de la protección es:

$$t = \frac{400}{I'_{1F}} = 1,10 \text{ s}$$

Según el RCE, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a:

$$U_{pa.adm} = 10 \cdot \frac{K}{t^n}$$

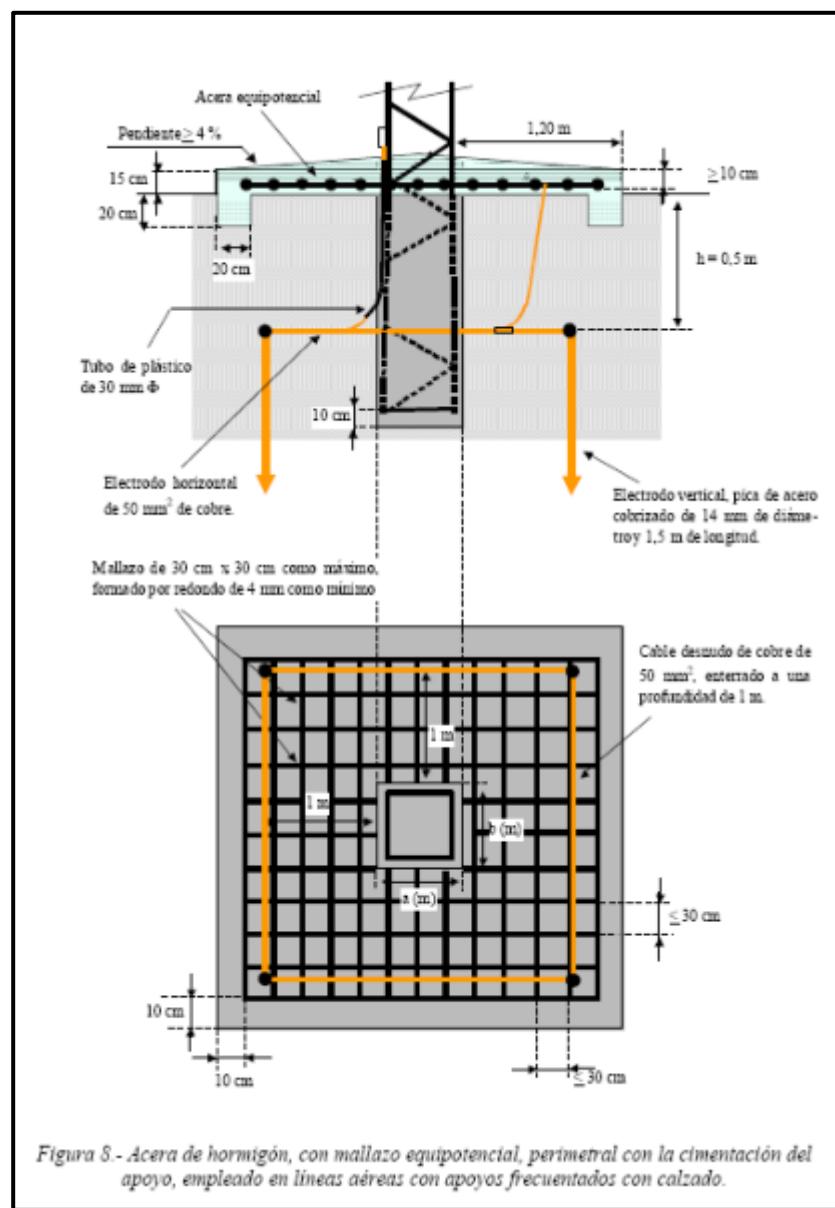
siendo K = 78,5 y n = 0,18 para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos.  
En este caso:

$$U_{pa.adm} = 771,71 \text{ V}$$

Como,  $U'_{pa1} = 269,91 \text{ V} < 771,71 \text{ V}$  y  $U'_{pa2} = 323,93 \text{ V} < 771,71 \text{ V}$  el electrodo considerado, **CPT-LA-32/0,5**, cumple con el requisito reglamentario.

Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor,  $R_t = 22,60 \Omega$ , valor inferior al exigido, de  $50 \Omega$ .

**Puesta a tierra en apoyos con cimentación monoblock. AF APC y AM Mejorada**



**HOJA DE TOMA DE DATOS PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA  
EN APÓYOS FRECUENTADOS**

Projector

Firmado (en calidad de Director de Obra de la instalación):  
Fecha:

## 2.7. Cálculos mecánicos

### 2.7.1. Resumen Esfuerzos Conductores

Para el cálculo mecánico del conductor se ha tenido en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores, además, el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- b) Que la tracción de trabajo de los conductores a 15°C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15 % de la carga de rotura.
- c) Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

A partir de estas condiciones, se resume el cálculo mecánico de los conductores en la siguiente tabla:

Serie Nº	Vano Eq (m)	Conductor	EDS (%)	Zona	-10°C+V (DaN)	-15°C (DaN)	+85°C (DaN)	Flecha Máx m	Parábola A	+15°C+V (DaN)	10°C+V/2 (DaN)	F.Máx Hip T <sup>a</sup>	F.Máx Hip H	F.Máx Hip V
1	67,00	47-AL1/8-ST1A	9,6	B	416,73	482,08	68,04	1,53	366,77	322,11	334,28	1,53	1,04	0,99
2	57,00	47-AL1/8-ST1A	9,6	B	407,49	468,65	59,87	1,26	322,74	302,88	340,24	1,26	0,80	0,75
3	90,16	47-AL1/8-ST1A	9,6	B	435,15	509,25	84,33	2,98	454,59	358,67	322,16	2,98	1,69	1,64

### 2.7.2. Tabla de Tendido

Durante el tendido de los conductores nuevos, se debe aplicar una temperatura de tendido de 15°C inferior a la existente en ese momento, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores durante su vida útil.

VANO	EDS: 9,60 SERIE: 1 TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE: 67m COND: 47-AL1/8-ST1A (LA-56)														VANO	
	Temperatura en °C (Para el tendido se escogerá una T <sup>a</sup> de la tabla 15°C inferior a la T <sup>a</sup> ambiente)															
	85		20		15		10		5		0		-5		-10	
m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m
118	68,039	1,531	141,975	0,733	157,44	0,661	176,13	0,591	198,373	0,525	224,231	0,464	253,431	0,411	285,465	0,365
																118

VANO	EDS: 9,60 SERIE: 2 TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE: 57m COND: 47-AL1/8-ST1A (LA-56)														VANO	
	Temperatura en °C (Para el tendido se escogerá una T <sup>a</sup> de la tabla 15°C inferior a la T <sup>a</sup> ambiente)															
	85		20		15		10		5		0		-5		-10	
m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m
57	59,870	1,259	139,072	0,542	157,44	0,479	179,76	0,419	206,076	0,366	236,023	0,319	268,928	0,280	304,069	0,248
																57

VANO	EDS: 9,60 SERIE: 3 TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE: 90,16m COND: 47-AL1/8-ST1A (LA-56)														VANO	
	Temperatura en °C (Para el tendido se escogerá una T <sup>a</sup> de la tabla 15°C inferior a la T <sup>a</sup> ambiente)															
	85		20		15		10		5		0		-5		-10	
m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m
48	84,329	0,634	146,777	0,364	157,44	0,339	169,93	0,314	184,578	0,289	201,737	0,265	221,692	0,241	244,612	0,218
104	84,329	2,977	146,777	1,709	157,44	1,594	169,93	1,476	184,578	1,359	201,737	1,243	221,692	1,132	244,612	1,025
																104

### 2.7.3. Esfuerzos resultantes Apoyos

NÚMERO APOYO	FUNCIÓN	MODELO	ESFUERZOS RESULTANTES (daN)																
			1 <sup>a</sup> HIPOTESIS (VIENTO)				2 <sup>a</sup> HIPOTESIS (HIELO)			3 <sup>a</sup> HIPOTESIS (DESEQUILIBRIO TRACCIONES)				4 <sup>a</sup> HIPOTESIS (ROTURA DE CONDUCTORES)					
			V	T	L	ESF. HORIZ.	V	T	L	V	T	L	ESF. HORIZ.	V	T	L	ESF. HORIZ.	ESF. TORSIÓN (daN·m)	
310	AL-AM-ANCLAJE	C-2000	281,35	156,44	0	156,44	534,15	0	0	534,15	0	795,09	795,09	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

### 2.7.4. Esfuerzos nominales Apoyos

NUMERO APOYO	FUNCIÓN	MODELO	ESFUERZOS NOMINALES DE COMPARACIÓN					APOYO VÁLIDO	
			SEG. REFORZ. (C.S.)=1,25	ESFUERZO VERTICAL (daN)	ESFUERZO HORIZONTAL (daN)				
					HIP. 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup>		HIP. 3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup>		
					C.S.=1,5		C.S.=1,2		
					C.S. = 1,5	ESF. HORIZ.	ESF. HORIZ.	ESF. TORSOR	
310	AL-AM-ANCLAJE	C-2000	SÍ	800		2.000	2.000	2.000	APOYO VÁLIDO

Los valores resultantes que se muestran en la tabla anterior corresponden a los esfuerzos más desfavorables, incrementados un 25 % (1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> hipótesis) en los casos en los que los apoyos dispongan de seguridad reforzada.

Se prescinde de la consideración de la 4<sup>a</sup> hipótesis en el cálculo de los esfuerzos de todos los apoyos ya que se cumplen las condiciones indicadas en el apartado 3.5.3 de la ITC-LAT-07.

El esfuerzo torsor resultante y nominal está referenciado a 1,5 metros del eje del apoyo (tipo C).

Noviembre de 2023  
 La Ingeniera Industrial  
 Elsa Ruiz Bello  
 Colegiada nº 3.775



### **3 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

#### **3.1. Introducción**

El presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición tiene por objeto, de acuerdo al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, realizar la estimación de la cantidad de residuos a producir, así como el destino de los mismo y las medidas adoptadas para su clasificación en la ejecución del proyecto de construcción del nuevo centro de transformación denominado “Ermita Nalda” y línea subterránea de 13,2 kV de enlace entre el nuevo apoyo a intercalar nº310 en la línea aérea a 13,2kV “Panzares-Viguera”, nuevo CT “Ermita Nalda” y CT “Nalda”, en el término municipal de Nalda (La Rioja).

En el plano 01 de situación se muestra dónde se encuentran ubicadas las instalaciones a desmontar.

Atendiendo al punto 1 del Artículo 4 “Obligaciones del productor de RCDs” se contemplan los siguientes puntos.

#### **3.2. Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición (RCDs)**

La estimación de los residuos de construcción y demolición se ha codificado con arreglo a la lista Europea de Residuos publicada por orden MAM/304/2002 de 8 de febrero y sus modificaciones posteriores.

**A.1.: RCDs Nivel I**

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN	
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

Toneladas		
Tratamiento	Destino	Cantidad
Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	20
Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	
Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	

**A.2.: RCDs Nivel II**

RCD: Naturaleza no pétrea	
1. Asfalto	

Toneladas		
Tratamiento	Destino	Cantidad

17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
----------	---

Reciclado	Planta de reciclaje RCD	
-----------	-------------------------	--

2. Madera	
-----------	--

17 02 01	Madera
----------	--------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs	
-----------	------------------------	--

3. Metales	
------------	--

17 04 01	Cobre, bronce, latón
----------	----------------------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs	
Reciclado		0,50
Reciclado		

17 04 02	Aluminio
----------	----------

17 04 03	Plomo
----------	-------

17 04 04	Zinc
----------	------

17 04 05	Hierro y Acero
----------	----------------

17 04 06	Estaño
----------	--------

17 04 07	Metales mezclados
----------	-------------------

17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
----------	---

4. Papel	
----------	--

20 01 01	Papel
----------	-------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs	
-----------	------------------------	--

5. Plástico	
-------------	--

17 02 03	Plástico
----------	----------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs	
-----------	------------------------	--

6. Vidrio	
-----------	--

17 02 02	Vidrio
----------	--------

Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,15
-----------	------------------------	------

7. Yeso	
---------	--

17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
----------	---

Toneladas		
Tratamiento	Destino	Cantidad

1. Arena Grava y otros áridos	
-------------------------------	--

01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
----------	---

Reciclado	Planta de reciclaje RCD	
-----------	-------------------------	--

01 04 09	Residuos de arena y arcilla
----------	-----------------------------

Reciclado	Planta de reciclaje RCD	
-----------	-------------------------	--

2. Hormigón	
-------------	--

17 01 01	Hormigón
----------	----------

Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	1,5
-----------------------	-------------------------	-----

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
--	--

17 01 02	Ladrillos
----------	-----------

Reciclado	Planta de reciclaje RCD	
-----------	-------------------------	--

17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
----------	------------------------------

Reciclado	Planta de reciclaje RCD	
-----------	-------------------------	--

17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
----------	--

Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	
-----------------------	-------------------------	--

4. Piedra	
-----------	--

17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
----------	---

Reciclado		
-----------	--	--

RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
--	--

Toneladas		
Tratamiento	Destino	Cantidad

**1. Basuras**

20 02 01	Residuos biodegradables
20 03 01	Mezcla de residuos municipales

Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	
Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	

**2. Potencialmente peligrosos y otros**

17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitraneados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs	
Tratamiento Fco-Qco		
Depósito / Tratamiento		
Depósito / Tratamiento		
Tratamiento Fco-Qco		
Tratamiento Fco-Qco		
Depósito Seguridad		
Reciclado	Gestor autorizado RNPs	
Tratamiento Fco-Qco	Gestor autorizado RPs	
Tratamiento Fco-Qco		
Depósito / Tratamiento	Restauración / Vertedero	

### **3.3. Medidas para la prevención de generación de residuos**

Se garantizará en todo momento:

- Comprar la cantidad justa de materias para la construcción, evitando adquisiciones masivas, que provocan la caducidad de los productos, convirtiéndolos en residuos.
- Evitar la quema de residuos de construcción y demolición.
- Evitar vertidos incontrolados de residuos de construcción y demolición.
- Habilitar una zona para acopiar los residuos inertes, que no estará en:
  - a) Cauces.
  - b) Vaguadas.
  - c) Lugares a menos de 100 m de las riberas de los ríos.
  - d) Zonas próximas a bosques o áreas de arbolado.
  - e) Espacios públicos.
- Los residuos de construcción y demolición inertes se trasladarán al vertedero, ya que es la solución ecológicamente más económica.
- Antes de evacuar los escombros se verificará que no estén mezclados con otros residuos.

### **3.4. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos**

No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos. Los residuos serán transportados y entregados al Gestor de RNP (Residuo no peligroso) como indica en Anexo A del MO.02.P2.30 de i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

### **3.5. Medidas para la separación de los residuos en obra**

En base al punto 5 del artículo 5 del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.
- Metal: 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo dentro de la obra en que se produzcan.

Los componentes metálicos se recogerán “todo mezclado”, y posteriormente se tratarán en planta por el Gestor de RNP (Residuo no peligroso).

El resto se depositará en vertedero controlado.

### **3.6. Prescripciones del pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto**

Se aplicará el Manual de Organización MO.02.P2.30 “Gestión de materiales sobrantes”, revisión 2, con fecha de 30 de diciembre de 2012, de i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

### 3.7. Valoración del coste previsto de la gestión de los RCDs

#### A.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calculo sin fianza)

Estimación de residuos				
Tipología RCDs	Estimación (Tn)	Precio gestión en Planta / Vestedero / Cantera / Gestor (€/Tn)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
<b>A1 RCDs Nivel I</b>				
Tierras y pétreos de la excavación	20,00	12,00	240,00	0,0791%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €				<b>0,0791%</b>
<b>A2 RCDs Nivel II</b>				
<b>RCDs Naturaleza Pétrea</b>				
1. Asfalto	0,00	22,00	0,00	0,0000%
2. Madera	0,00	20,00	0,00	0,0000%
3. Metales	0,50	12,00	6,00	0,0020%
4. Papel	0,00	20,00	0,00	0,0000%
5. Plástico	0,00	20,00	0,00	0,0000%
6. Vidrio	0,15	12,00	1,80	0,0006%
7. Yeso	0,00	12,00	0,00	0,0000%
<b>RCDs Naturaleza no Pétrea</b>				
1. Arena Grava y otros áridos	0,00	12,00	0,00	0,0000%
2. Hormigón	1,50	12,00	18,00	0,0059%
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	12,00	0,00	0,0000%
4. Piedra	0,00	12,00	0,00	0,0000%
<b>RCDs Potencialmente peligrosos</b>				
1. Basuras	0,00	15,00	0,00	0,0000%
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	22,00	0,00	0,0000%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra				<b>0,0085%</b>

#### B.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN

B1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I	0,00	0,0000%
B2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II	581,39	0,1915%
B3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc...	303,58	0,1000%

<b>TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs</b>	<b>1.150,78</b>	<b>0,3791%</b>
--	-----------------	----------------

### 3.8. Normas y reglamentación aplicada

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en el BOE nº38 de 13 de febrero de 2008.
- MO 02.P2.30. Manual de organización para la gestión de materiales sobrantes. Revisión 2.
- Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en el BOPV nº 171 de 3 de septiembre de 2012.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 4 PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

### 4.1. Características de los materiales

#### 4.1.1. Calidad

Los materiales a instalar en la parte propiedad de I-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U., en adelante i-DE, y los materiales propiedad del cliente, cuya operación y mantenimiento corresponden a i-DE, deberán ajustarse a las NI de obligado cumplimiento del Anexo A y a normas nacionales (UNE), europeas (EN, HD) o internacionales (IEC).

I-DE podrá exigir los certificados y marcas de conformidad a normas, y las actas o protocolo de ensayos correspondientes emitidos por cualquier organismo de evaluación de la conformidad, oficialmente reconocido por la Administración pública competente, exceptuándose de esta exigencia aquellos materiales que, por su pequeña importancia, carecen de normas UNE que los definen.

#### 4.1.2. Características generales

Los materiales para las redes de 11, 13,2 y 15 KV, estarán previstos para su funcionamiento a 20 KV. Con la única excepción de los transformadores de potencia y transformadores de tensión, que se admitirá que sean de la tensión asignada de utilización (de servicio) en el momento de su puesta en funcionamiento, en aquellas zonas que no esté previsto el cambio de tensión a 20KV.

Los materiales para las redes de baja tensión corresponderán en conductores aislados, a las series de tensión normal de 0,6/1 KV; para el resto de materiales, sus características se indican en las normas correspondientes.

Todos los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero S275JR. Estarán galvanizados por inmersión en caliente para protegerlos de la oxidación y corrosión o será de naturaleza resistente a la corrosión.

#### 4.1.3. Características particulares de los materiales de la red aérea de alta tensión

##### 4.1.3.1. Conductores desnudos

Los tipos de conductores desnudos se encuentran recogidos en: NI 54.10.01, NI 54.63.01 y NI 54.63.02

##### 4.1.3.2. Aislamiento y herrajes

Los tipos de aislamiento a utilizar se encuentran recogidos en: NI 48.08.01 y NI 48.08.02

Los diferentes herrajes y grapas a utilizar se encuentran recogidos en: NI 52.51.00, NI 52.51.40, NI 52.51.42, NI 52.51.52, NI 52.51.54, NI 52.51.54, NI 52.53.20, NI 52.54.00, NI 52.54.60, NI 58.77.02 y NI 58.82.00.

##### 4.1.3.3. Aparatos de maniobra y protección

Los principales materiales de maniobra y protección se encuentran recogidos en: NI 74.18.01, NI 74.51.01, NI 74.53.01, NI 74.53.05, NI 75.06.11 y NI 75.30.02.

#### 4.1.4. Características particulares de los materiales de la red subterránea de alta tensión

##### 4.1.4.1. Cables aislados de media tensión

- Cables con aislamiento seco extruido (redes subterráneas). Cumplirán con lo indicado en NI 56.43.01 y NI 56.43.02.
- Cables aislados con aislamiento seco extruido y cableado en haz para redes aéreas hasta 30 KV. Cumplirán lo indicado en NI 56.47.01
- Terminales y empalmes. Cumplirán con lo indicado en NI 56.80.02.

#### **4.1.5. Electrodos de puesta a tierra y grapas de conexión**

Cumplirán con lo indicado en NI 50.26.01 y NI 54.10.01.

Para su conexión en líneas de enlace con tierra se utilizarán grapas de conexión según NI 58.26.03 y NI 58.26.04.

#### **4.1.6. Características particulares de los materiales para centros de transformación**

##### **4.1.6.1. Conjuntos integrados para centros de transformación**

Cumplirán con lo indicado en NI 50.40.05 (interior) y NI 50.40.08 (exterior).

##### **4.1.6.2. Conjuntos compactos para centros de transformación**

Cumplirán con lo indicado en NI 50.40.06

##### **4.1.6.3. Edificios**

###### **4.1.6.3.1. Edificios prefabricados**

Los de tipo prefabricado cumplirán con lo indicado en las siguientes normas:

- Edificios prefabricados de hormigón para centros de transformación de superficie NI 50.40.04 (maniobra interior) y NI 50.40.07 (maniobra exterior).
- Envoltorios prefabricados para centros de transformación subterráneos NI 50.40.02 (maniobra interior).
- Envoltorio para centro de transformación intemperie compacto (para centro CTIC bajo poste) NI 50.40.03

###### **4.1.6.3.2. Edificios de otros usos**

Los herrajes, puertas, rejillas, escaleras, etc. para los centros de transformación de otros usos son los especificados en NI 50.20.03

##### **4.1.6.4. Transformadores**

Todos los transformadores estarán previstos para su funcionamiento a su tensión primaria asignada, y aquellos que hayan de funcionar inicialmente a tensiones inferiores, dispondrán del conexionado correspondiente en el devanado primario para el futuro cambio de tensión. Serán trifásicos y dispondrán de neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural.

Sus características, tanto eléctricas como constructivas, estarán de acuerdo con las especificaciones contempladas en NI 72.30.00.

##### **4.1.6.5. Celdas de alta tensión**

Las celdas destinadas a centro de transformación, propiedad de i-DE, serán de aislamiento en SF6 según lo indicado en NI 50.42.11 y estarán destinadas a las funciones de línea o de protección. Las funciones de protección irán equipadas con fusibles limitadores de corriente, especificados en NI 75.06.31, y en caso de instalaciones automatizadas, de los elementos necesarios para realizar las funciones de automatización.

##### **4.1.6.6. Cuadro de baja tensión**

Destinados a alojar en su interior los elementos fusibles de protección de las líneas de baja tensión.

Estos los elementos fusibles de protección serán del tipo cuchilla y cumplirán con los especificados en NI 76.01.01.

Los cuadros de baja tensión para centros de transformación del tipo interior cumplirán con lo especificado en NI 50.44.03.

Los cuadros de baja tensión para centros de transformación intemperie compacto bajo apoyo cumplirán con lo especificado en NI 50.44.01.

#### 4.1.6.7. Puentes de conexión

Estarán formados por los siguientes elementos:

- Cables de conexión en alta tensión (celda-transformador): Destinados a la conexión de las celdas prefabricadas de alta tensión con el transformador. Serán del tipo con aislamiento extruido 12/20 1x50 mm<sup>2</sup> Al, y cumplirán con lo especificado en la NI 56.43.01 y NI 56.43.02
- Terminales de conexión en alta tensión (celda-transformador): Serán del tipo enchufables. Utilizados en las terminaciones de los cables indicados en el apartado 4.1.6.7, y cumplirán lo especificado en la NI 56.80.02.
- Cables de conexión en baja tensión: Destinados a la conexión de los transformadores con los cuadros de baja tensión. Para los centros de transformación de interior o intemperie compacto, serán del tipo XZ 0,6/1 kV, 1x240 mm<sup>2</sup> Al, según lo especificado en NI 56.37.01. En función de las condiciones de instalación y de la potencia del transformador puede ser necesario utilizar varias ternas de cables en paralelo.
- Terminales de conexión en baja tensión: Destinados a unir los extremos de los cables de conexión en baja tensión con el transformador y cuadro de baja tensión. Los terminales serán monometálicos (de uso bimetálico) terminales por compresión tipo TMC o por apriete mecánico tipo TMA, especificados en NI 58.20.71 tipo CTPT, especificados en NI 56.88.01, en el caso de los centros de transformación del tipo interior y de tipo intemperie compacto.

#### 4.1.7. Características particulares de los materiales para redes de baja tensión

##### 4.1.7.1. Cables para redes subterráneas

Cumplirán con lo indicado en NI 56.37.01

##### 4.1.7.2. Cables trenzados

Cumplirán con lo indicado en NI 56.36.01

### 4.2. Ejecución y recepción técnica de las instalaciones

#### 4.2.1. Introducción

El presente capítulo para las instalaciones de Alta y Baja Tensión, se refiere a la ejecución y recepción de las instalaciones de distribución, cuyo mantenimiento y explotación corresponderá a i-DE, promovidas tanto directamente por la misma como por terceros.

Las obras de las mencionadas instalaciones deberán realizarse de acuerdo con las instrucciones que se desarrollan a continuación, con lo que se pretende conseguir unos acabados de obra suficientes para poder alcanzar la calidad de servicio establecida en las instalaciones de distribución de i-DE, e igualmente que las obras se realicen cumpliendo en todo momento las normas de Seguridad en el Trabajo.

Con carácter general se hace constar que, durante la ejecución de la obra, la responsabilidad de la misma corresponderá a la persona física o jurídica adjudicataria de la obra a quien en lo sucesivo se llamará Constructor, sin perjuicio de la que legalmente pueda corresponder al Director de obra.

Al finalizar estas pruebas se realizará la correspondiente recepción, que consiste en comprobar que las instalaciones realizadas tienen los niveles de calidad técnica exigidos en los capítulos precedentes.

#### **4.2.2. Disposiciones que se deben cumplir**

En la ejecución de los trabajos se cumplirán todas las disposiciones oficiales vigentes en materia laboral, Seguridad Social, Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanzas Municipales, Reglamentos de Organismos Oficiales, etc., incluidas las que pudieran promulgarse durante la ejecución de la obra.

I-DE podrá exigir en todo instante que se acrediten estos extremos de forma suficiente por el constructor.

#### **4.2.3. Definiciones**

##### **4.2.3.1. Material aceptado**

Es el que se ajusta a normas NI de obligado cumplimiento del Anexo A o en su defecto a normas nacionales (UNE) y cuenta con los certificados o marcas de conformidad a normas. i-DE podrá exigir los certificados o marcas de conformidad a normas y las actas o protocolos de ensayos correspondientes, emitidos por cualquier organismo de evaluación de la conformidad oficialmente reconocido por la Administración pública.

##### **4.2.3.2. Material especificado**

Es aquél cuyas características se definen en las normas de ejecución a las que remite el apartado 4.2 del presente Pliego. A este tipo de materiales pertenecen, por ejemplo, los áridos, materiales cerámicos, etc.

##### **4.2.3.3. Unidades de proyecto**

Grupo de actividades y/o elementos que por sus características comunes forman una unidad individualizada dentro del conjunto de cada instalación. Por ejemplo, el hormigonado de apoyos, el tendido de conductores, etc.

##### **4.2.3.4. Obra vista**

Es aquella parte de la instalación que, una vez terminada, no requiere ningún trabajo adicional para comprobar su adecuación a la norma correspondiente.

##### **4.2.3.5. Obra oculta**

Es aquella parte de la instalación que, una vez terminada, requiere trabajos adicionales, tales como calicatas, para comprobar su adecuación a la norma correspondiente.

##### **4.2.3.6. Criterios de aceptación**

Son los criterios que definen los niveles mínimos de calidad que deben superar los materiales y unidades construcción de las instalaciones. Estos criterios vienen fijados en los documentos normativos de recepción indicados más adelante.

##### **4.2.3.7. Documento para la recepción**

Es una certificación fechada y firmada por los representantes de i-DE y del constructor, de la aceptación o rechazo de la instalación.

#### **4.2.4. Ordenación de los trabajos de ejecución**

- Las obras a ejecutar serán las indicadas en el presente proyecto, redactado de acuerdo con los Proyectos Tipo de aplicación.
- Se hará un reconocimiento sobre el terreno comprobando la adecuación del proyecto a la obra real y que se dispone de todas las licencias y permisos necesarios, tanto de particulares como de organismos oficiales, para la realización de las instalaciones.
- Se podrán proponer entonces las modificaciones que sean necesarias realizar para la adaptación del proyecto a la realidad. Analizadas y comprobadas las modificaciones propuestas, se redactará en caso de aceptación, el correspondiente Acta de Replanteo, que deberá ser firmada por Director de Obra, Proyectista, Constructor e i-DE.

- Durante la ejecución de los trabajos también se podrán plantear variaciones, siempre que no alteren la esencia del proyecto.
- I-DE o quién i-DE designe, ejercerá en el transcurso de la obra, las acciones y revisiones pertinentes para las comprobaciones del mantenimiento de las calidades de obra establecidas; a estos efectos el constructor facilitará los medios necesarios para la realización de las pruebas correspondientes.
- Una vez finalizada la obra, se realizará, por parte de i-DE, la correspondiente formalización de aceptación de las instalaciones, de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.2 del presente Pliego.

#### **4.2.5. Procedimiento de recepción**

Se emitirá un documento de recepción, en el que figuren:

- a) Los materiales y unidades de proyecto a recepcionar en cada tipo de obra
- b) Las condiciones de recepción de cada material, o
- c) El resultado de la revisión, indicando "si" procede o "no" procede su aceptación
- d) Observaciones donde se indiquen los motivos de la no aceptación

Cuando durante la primera actuación no fuera posible controlar la obra oculta por motivos imputables al constructor, podrán realizarse, a juicio de i-DE, las calas, sondeos, pruebas, etc. necesarias para el correspondiente reconocimiento de la obra ejecutada, siendo estos trabajos de cuenta de dicho constructor.

El documento para la recepción no exime al constructor de la dirección y responsabilidad en la ejecución de los trabajos.

Una vez concluidas las instalaciones, se realizarán cuantos ensayos normalizados por i-DE sean necesarios para comprobar que son capaces de soportar las condiciones de utilización para las que fueron proyectadas.

#### **4.2.6. Materiales**

Las obras se realizarán empleando material aceptado por i-DE, nuevo y en perfecto estado de conservación, debiendo cumplir con lo especificado en los apartados 4.1 “Características de los materiales” y 4.2 “Ejecución y Recepción Técnica de las Instalaciones”.

Si la duración de la obra se alargase de tal forma que puedan producirse deterioros en los materiales, el constructor tomará las precauciones necesarias para evitarlo.

El constructor instalará en la obra, y por su cuenta, los locales o almacenes precisos para asegurar la conservación de aquellos materiales que no deben permanecer a la intemperie, evitando así su destrucción o deterioro.

#### **4.2.7. Normas para la ejecución y recepción de las instalaciones**

Las instalaciones se realizarán y recepcionarán de acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores y las especificaciones contenidas en los siguientes Manuales Técnicos, relativos a los diferentes tipos de instalaciones:

- MT 2.00.65      Recepción de instalaciones de Distribución.
- MT 2.13.20      Ejecución de instalaciones. Obras civiles de centros de transformación.
- MT 2.23.37      Ejecución de instalaciones. Líneas aéreas de tensión nominal inferior a 30 kV con conductores desnudos.
- MT 2.33.25      Ejecución de instalaciones. Líneas subterráneas de alta tensión hasta 30 kV.
- MT 2.53.25      Ejecución de instalaciones. Líneas subterráneas de baja tensión

#### **4.2.8. Calificación de contratista**

Los instaladores o empresas instaladoras deberán cumplir los requisitos que se especifican en los Reglamentos de Alta tensión y/o Baja tensión, según corresponda.

### **4.3. Anexo A: Relación de documentos de consulta de obligado cumplimiento**

#### **4.3.1. Normas UNE**

Relación de normas UNE de ITC-LAT 02 (R.D. 223/2008) e ITC-RAT 02 (R.D. 337/2014), incluidas en el “Anexo I: Relación de Normas UNE de aplicación”, del presente proyecto.

#### **4.3.2. Normas sobre materiales**

NI 50.42.11 Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para centros de transformación.

NI 50.44.03 Cuadros de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior.

NI 56.37.01 Cables unipolares XZ1-AI con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV.

NI 56.41.01 Conductores unipolares con cubierta para líneas aéreas hasta 24 kV.

NI 56.43.01 Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.

NI 56.80.02 Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.

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

NI 72.30.03 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión. Tipo poste.

NI 75.06.31 Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV.

NI 75.30.02 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica para alta tensión hasta 36 kV.

#### **4.3.3. Manuales técnicos de distribución**

MT 2.00.03 Normativa Particular para instalaciones de clientes en AT

MT 2.11.02 Proyecto Tipo para centro de transformación prefabricado subterráneo.

MT 2.11.33 Diseño de puesta a tierra para Centros de Transformación, de tensión nominal ≤ 20 kV y 30 kV

MT 2.13.40 Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para centros de transformación.

MT 2.80.12 Especificaciones particulares para instalaciones de enlace.

### **4.4. Anexo B: Relación de documentos informativos**

#### **4.4.1. Normas sobre materiales**

NI 00.08.00 Calificación de suministradores y elementos tipificados.

NI 00.08.03 Calificación de suministradores de obras y servicios tipificados.

NI 18.80.01 Pernos de anclaje para apoyos de líneas aéreas.

NI 19.01.01 Tuercas de cáncamo.

- NI 29.00.00 Señales de seguridad.
- NI 29.00.01 Cinta de polietileno para señalización subterránea de cables enterrados.
- NI 29.00.03 Dispositivos anticolisión para líneas aéreas de alta tensión. Protección avifauna.
- NI 29.05.01 Placas y números para señalización en apoyos de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 29.05.02 Placas para la señalización de líneas subterráneas de alta tensión.
- NI 29.05.04 Red subterránea de AT y BT. Señales autoadhesivas para señalización de líneas.
- NI 48.08.01 Aisladores de composite para cadenas de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 48.08.02 Aisladores de composite de columna para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 50.06.01 Soportes para terminales de exterior y pararrayos de alta tensión hasta 20 kV.
- NI 50.20.02 Marcos y tapas para arquetas en canalizaciones subterráneas.
- NI 50.20.41 Arquetas prefabricadas de hormigón para canalizaciones subterráneas.
- NI 50.26.01 Picas cilíndricas de acero-cobre
- NI 50.80.03 Capuchón de protección de cables aislados subterráneos de baja tensión en salida de tubos.
- NI 52.30.22 Crucetas bóveda de alineación para apoyos de líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.
- NI 52.30.24 Piezas para armados de derivación y seccionamiento en líneas de media tensión.
- NI 52.31.02 Crucetas rectas y semicrucetas para líneas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.
- NI 52.31.03 Crucetas bóveda de ángulo y anclaje para apoyos de perfiles metálicos de líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.
- NI 52.35.01 Tornillos pasantes para postes.
- NI 52.36.02 Antiescalo para apoyos destinados a líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 52.51.00 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Eslabones.
- NI 52.51.40 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Horquilla de enlace.
- NI 52.51.42 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Horquillas de bola.
- NI 52.51.52 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Guardacabos de horquilla.
- NI 52.51.54 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT-BT. Guardacabos con alojamiento de rótula.
- NI 52.51.60 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Alargadera.
- NI 52.51.61 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Alargadora para cadenas de suspensión.
- NI 52.53.20 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Contrapeso de disco para suspensión.
- NI 52.54.00 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Anillas, de bola y de bola y protección.
- NI 52.54.60 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Alojamiento de rótula, de horquilla antiefluvios y de horquilla de protección antiefluvios.

- NI 52.54.62 Herrajes y accesorios para líneas aéreas de alta tensión. Alojamientos de rótula y de rótula de protección.
- NI 52.59.03 Elementos antielectrocución para el forrado de conductores, grapas, aisladores y herrajes en líneas aéreas de MT. Protección avifauna
- NI 52.95.01 Placas de plástico para protección de cables en zanjas para redes subterráneas (exentas de halógenos).
- NI 52.95.03 Tubos de plástico corrugados para canalizaciones de redes subterráneas (exentos de halógenos).
- NI 52.95.51 Tubo de acero para protección de cables subterráneos de alta tensión.
- NI 52.95.71 Herrajes soportes para sujeción de cables subterráneos en galerías.
- NI 52.95.80 Herrajes para sujeción de cables subterráneos o tubos de acero en estructuras metálicas.
- NI 56.80.20 Capuchones termorretráctiles para cables subterráneos de AT hasta 36/66 kV.
- NI 56.86.01 Conectores terminales bimetálicos para cables aislados de alta tensión aluminio por punzonado profundo (hasta 66 kV).
- NI 58.00.01 Manguitos de empalme a compresión para conductores de cobre en líneas aéreas.
- NI 58.26.03 Grapa de conexión para pica cilíndrica de acero-cobre.
- NI 58.50.01 Terminales-puente a compresión para conductores de aluminio-acero.
- NI 58.51.11 Terminales a compresión, de aluminio estañado, para conductores de aluminio-acero.
- NI 58.85.01 Grapas de suspensión a tornillo para conductores de aluminio-acero.
- NI 74.53.01 Órgano de corte en red (OCR).
- NI 74.53.05 Órgano de corte en red manual (OCR-M).

#### **4.4.2. Manuales técnicos de distribución**

- MT 2.00.65 Recepción de instalaciones de Distribución
- MT 2.03.21 Conjuntos Constructivos (Montaje). Líneas subterráneas de tensión nominal hasta 66 kV. Canalizaciones, Arquetas y Obras Auxiliares. Construcción.
- MT 2.23.49 Cadenas de aisladores para líneas de AT y MAT. (Tensión mayor o igual a 30 kV).
- MT 2.33.11 Red subterránea. Manipulación de bobinas, tendido y disposición de cables subterráneos hasta 66 kV.
- MT 2.33.15 Red subterránea de alta tensión y baja tensión. Comprobación de cables subterráneos aislados.
- MT 2.33.20 Conjuntos Constructivos (Montaje). Líneas subterráneas de AT de tensión nominal inferior a 30 kV. Construcción.
- MT 2.33.25 Ejecución de instalaciones. Líneas subterráneas de alta tensión hasta 30 kV.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1. Objeto.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, estableciendo las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras contempladas en los proyectos tipo indicados en el apartado 1.2 de este proyecto, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo, da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el Técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del R.D. 1.627/1.997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El proyecto correspondiente a este estudio no se encuentra dentro de ninguno de los supuestos indicados en el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, ya que:

- Presupuesto de ejecución por contrata < 450.000,00 Euros.
- El volumen de mano de obra estimada: < 500 jornadas.
- La duración estimada será superior a 30 días laborales, pero no se emplearán en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Las actividades descritas en este estudio básico de seguridad no se corresponden con obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas. El concepto de “conducciones subterráneas” que se recoge en este apartado del Real Decreto comprende las tareas relativas a cualquier tipo de trabajo que se necesario ejecutar para la correcta instalación de conducciones enterradas, siempre que éstas se realicen por debajo de la cota del terreno, no sean a cielo abierto y requieran la presencia de trabajadores en su interior.

Las características de la obra objeto del presente Proyecto son las siguientes:

- |   |                 |
|---|-----------------|
| • Precio de Ejecución por Contrata                | 303.593,20 €    |
| • Duración:                                       | 2 meses.        |
| • Número de trabajadores simultáneamente en obra: | 8 trabajadores. |

Por tanto, queda justificada la redacción de un estudio básico de seguridad y salud.

### 5.2. Metodología.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos de construcción, mantenimiento y desguace o recuperación de instalaciones de “Líneas Subterráneas”, “Centros de Transformación”, e “Instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las anteriores” que se realizan dentro de i-DE.

A tal efecto se llevará a cabo una identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Del mismo modo se hará una relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

### 5.3. Memoria descriptiva.

#### 5.3.1. Aspectos generales.

El Empresario o Contratista acreditará ante i-DE, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída de altura.

La Dirección Facultativa comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

#### 5.3.2. Identificación y evaluación de los riesgos.

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se incluyen aquí los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN BÁSICAS
1) Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o substancias que pueden provocar una caída por tropiezos o resbalón. Puede darse también por desniveles propios del terreno, conducciones, cables, bancadas o tapas sobresalientes del suelo, piedras o restos de materiales varios, barro y charcos, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas por trabajos en curso, hoyos, etc.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formación e información del personal.</li><li>• Condiciones de orden y limpieza en lugar de trabajo</li><li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales.</li><li>• Integración de la seguridad en trabajo</li><li>• Inspecciones de trabajo, Partes de Observación de Anomalías y mantenimiento.</li><li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva.</li></ul>
2) Caídas de personas a distinto nivel: Trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, por construcción, no cuentan con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc. También en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de este riesgo lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existentes en pisos y zonas de trabajo, así como los terraplenes, bancales o desniveles en el propio terreno de la instalación, las zanjas o excavaciones de trabajos en curso y los huecos, dejados sin	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formación e información del personal.</li><li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales.</li><li>• Inspección y mantenimiento de equipos empleados</li><li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva.</li><li>• Solidez, resistencia y estabilidad en los medios empleados.</li></ul>

<p>proteger o señalizar, de acceso a las canalizaciones subterráneas, galerías de cables, etc. A estos habrá que añadir los propios de la caída desde un elemento, como pueden ser los apoyos, escaleras, cestas o dispositivos elevadores, así como estructuras de soporte de equipos e instalaciones de distintos tipos, a los pueda acceder un operario en la realización un trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caminos de andadura, líneas de seguridad</li> <li>• Escaleras con sistema de apoyo y amarradas en la parte superior</li> <li>• Comprobaciones previas</li> <li>• Prescripciones de Seguridad de AMYS para trabajos mecánicos y diversos</li> <li>• Procedimientos para trabajos en altura</li> </ul>
<p><b>3) Caídas de objetos:</b> Este riesgo se presenta cuando existe la posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, puede presentarse cuando existe la posibilidad de caída de objetos que se están manipulando y se caen de su emplazamiento. Pudiera darse este riesgo como consecuencia de trabajos en lo alto de los apoyos o de una estructura realizados por personal ajeno al considerado aquí.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición de trabajos en la misma vertical</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva.</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales. Protección de zonas de paso inferiores.</li> <li>• Estudio previo de trabajos y maniobras de movimiento de cargas</li> </ul>
<p><b>4) Desprendimientos, desplomes y derrumbes:</b> El riesgo puede presentarse por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o parte de ellas, la caída de escaleras portátiles, la posible caída o desplome de un apoyo, estructuras o andamios, y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales. Protección de zonas de paso inferiores.</li> <li>• Inspecciones de instalaciones, Partes de Observación de Anomalías y mantenimiento.</li> <li>• Prescripciones de Seguridad de AMYS para trabajos mecánicos y diversos.</li> </ul>
<p><b>5) Choques y golpes:</b> Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, conductos a baja altura, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales.</li> <li>• Condiciones de orden y limpieza en lugar de trabajo</li> <li>• Comprobaciones previas.</li> <li>• Prescripciones de Seguridad de AMYS para trabajos mecánicos y diversos</li> </ul>
<p><b>6) Maquinaria automotriz y vehículos (dentro del centro de trabajo):</b> Posibilidad de un accidente al utilizar maquinaria/vehículos o por atropellos de éstos dentro del lugar de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el empleo de determinadas máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso.</li> </ul>
<p><b>7) Atrapamiento:</b> Posibilidad de sufrir una lesión por Atrapamiento o aplastamiento de cualquier</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el empleo de determinadas máquinas, equipos o herramientas.</li> </ul>

<p>parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales.</li> <li>• Estudio previo de maniobras de movimiento de cargas.</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>8) Cortes:</p> <p>Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquinas-herramientas, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el empleo de determinadas máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales.</li> <li>• Estudio previo de maniobras de movimiento de cargas.</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>9) Proyecciones:</p> <p>Posibilidad de que se produzcan lesiones por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por una máquina, herramienta o acción mecánica. Incluye, además, las proyecciones líquidas originadas por fugas, escapes de vapor, gases licuados,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el empleo de determinadas máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso.</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>10) Contactos Térmicos</p> <p>Posibilidad de quemaduras o lesiones ocasionados por contacto con superficies o productos calientes o fríos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el trabajo en determinadas instalaciones y para el empleo de determinadas sustancias, máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Señalización de las zonas de riesgo</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>11) Contactos químicos:</p> <p>Posibilidad de lesiones producidas por contacto con sustancias agresivas o afecciones motivadas por presencia de éstas en el ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el empleo de determinadas sustancias, máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso.</li> <li>• Inspecciones de instalaciones, Partes de Observación de Anomalías y mantenimiento.</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>12) Contactos eléctricos:</p> <p>Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal con la Formación indicada en el Real Decreto 614/2001</li> <li>• Conocimiento contrastado de todos los trabajadores de las distancias de seguridad a mantener en los distintos niveles de tensión en que trabajen.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de Procedimientos para trabajos en instalaciones eléctricas de i-DE</li> <li>• Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas de AMYS</li> </ul>
<p>13) Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producido por quemaduras en caso de arco eléctrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal con la Formación indicada en el Real Decreto 614/2001</li> <li>• Conocimiento contrastado de todos los trabajadores de las distancias de seguridad a mantener en los distintos niveles de tensión en que trabajen.</li> <li>• Cumplimiento de Procedimientos para trabajos en instalaciones eléctricas de i-DE</li> <li>• Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas de AMYS</li> </ul>
<p>14) Sobreesfuerzos: Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. Puede darse en el trabajo sobre estructuras, en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el empleo de determinadas máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso y mantenimiento de viales.</li> <li>• Estudio previo de maniobras de movimiento de cargas y apoyo siempre en superficies estables.</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>15) Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el trabajo en determinadas instalaciones y para el empleo de determinadas sustancias, máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Actuación en lugares con posible presencia de atmósferas inflamables según Procedimientos de i-DE</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso.</li> <li>• Inspecciones de instalaciones, Partes de Observación de Anomalías y mantenimiento. Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> <li>• Dimensionado de instalaciones y protecciones eléctricas</li> </ul>
<p>16) Vibraciones Posibilidad que se produzcan lesiones por exposición prolongada a vibraciones mecánicas. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con valores de referencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el trabajo en determinadas instalaciones y para el empleo de determinadas, máquinas, equipos o herramientas</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual.</li> </ul>

<p>17) Iluminación: Posible riesgo por falta de o insuficiente iluminación, reflejos, deslumbramientos, etc</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso.</li> <li>• Inspecciones de instalaciones, Partes de Observación de Anomalías y mantenimiento.</li> <li>• Empleo de iluminación portátil</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>18) Ruido No con la posibilidad de producir pérdida auditiva, consideramos el riesgo que pueda presentar el procedente de las maniobras habituales de la instalación y los sonidos de sirenas de aviso, que pueden producir reacciones imprevistas en caso de no estar informados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el trabajo en determinadas instalaciones y para el empleo de determinadas máquinas, equipos o herramientas.</li> </ul>
<p>19) Ventilación Posibilidad de que se produzcan lesiones como consecuencia de la permanencia en locales o salas con ventilación insuficiente o excesiva por necesidad de la actividad. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con los valores de referencia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación e información del personal para el trabajo en determinadas instalaciones y para el empleo de determinadas sustancias, máquinas, equipos o herramientas.</li> <li>• Actuación en lugares con posible presencia de atmósferas inflamables según Procedimientos de i-DE</li> <li>• Señalización, iluminación, delimitación, protección de zonas de trabajo y de paso.</li> <li>• Inspecciones de instalaciones, Partes de Observación de Anomalías y mantenimiento.</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>
<p>20) Condiciones atmosféricas Posibilidad de daño por condiciones atmosféricas adversas: frío, calor, tormentas,..</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acordar las condiciones atmosféricas en las que deba suspenderse el trabajo</li> <li>• Formación e información del personal para el trabajo en determinadas instalaciones y para el empleo de equipos de protección</li> <li>• Empleo de Equipos de Protección Individual y Colectiva</li> </ul>

EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TIPO O ZONA DE LA INSTALACIÓN:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE SUPERFICIE

RIESGOS	FRECUENCIA DE PRESENTACION	CONSECUENCIAS	EVALUACION
Caídas de personas al mismo nivel	MEDIA	LIGERAMENTE DAÑINO	TOLERABLE
Caídas de personas a distinto nivel	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Caídas de objetos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Desprendimientos, desplome y derrumbe	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Choques y golpes	MEDIA	LIGERAMENTE DAÑINO	TOLERABLE
Maquinaria automotriz y vehículos (dentro del centro de trabajo)	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Atrapamientos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Cortes	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Proyecciones	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Contactos térmicos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Contactos químicos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Contactos eléctricos	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Arco eléctrico	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Sobreesfuerzo	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Incendios	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Vibraciones	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Iluminación	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Ruido	MEDIA	LIGERAMENTE DAÑINO	TOLERABLE
Ventilación	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Condiciones atmosféricas	MEDIA	DAÑINO	TOLERABLE

EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TIPO O ZONA DE LA INSTALACIÓN:CABLES SUBTERRÁNEOS

RIESGOS	FRECUENCIA DE PRESENTACION	CONSECUENCIAS	EVALUACION
Caídas de personas al mismo nivel	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Caídas de personas a distinto nivel	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Caídas de objetos	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Desprendimientos, desplome y derrumbe	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Choques y golpes	MEDIA	LIGERAMENTE DAÑINO	TOLERABLE

Maquinaria automotriz y vehículos (dentro del centro de trabajo)	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Atrapamientos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Cortes	MEDIA	LIGERAMENTE DAÑINO	TOLERABLE
Proyecciones	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Contactos térmicos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Contactos químicos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Contactos eléctricos	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Arco eléctrico	MEDIA	DAÑINO	MODERADO
Sobreesfuerzo	BAJA	DAÑINO	TOLERABLE
Incendios	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Vibraciones	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Iluminación	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Ruido	MEDIA	LIGERAMENTE DAÑINO	TOLERABLE
Ventilación	BAJA	LIGERAMENTE DAÑINO	TRIVIAL
Condiciones atmosféricas	MEDIA	DAÑINO	TOLERABLE

#### 5.4. Medidas de prevención.

El personal del Empresario o Contratista deberá ser médicamente apto para el trabajo y la adecuada formación y adiestramiento en los aspectos técnicos necesarios para la ejecución de los trabajos y de Prevención de Riesgos Laborales y Primeros Auxilios. De forma especial en cumplimiento del Real Decreto 614/2001, teniendo en cuenta lo indicado en el [MO 07.P2.02](#), y en la Ley 54/2003 en lo referido al Recurso Preventivo que deberá contar con la formación de nivel básico en prevención, 50 horas, como mínimo o lo indicado en la normativa o convenio que le afecte, cuando realice trabajos con riesgos especiales: altura, alta tensión y otros.

El trabajador designado Recurso Preventivo deberá estar presente durante todo el tiempo que duren los trabajos en los que haya riesgos especiales, considerando como tales el riesgo de proximidad de alta tensión, el de caída de altura, cuando se realicen trabajos en tensión en baja tensión y cuando se realicen trabajos en galerías y centros de transformación subterráneos.

En todos los casos se mantendrán las distancias de seguridad referidas en el Real Decreto 614/2001 respecto de las instalaciones en tensión, adoptando las medidas necesarias de señalización, delimitación y apantallamiento cuando sea necesario y realizando el trabajo o preparándolo un trabajador con la debida formación técnica y de prevención.

Previo al inicio de los trabajos, los mandos procederán a plantear los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando claramente a todos los operarios sobre las maniobras a realizar, el alcance de los trabajos, y los posibles riesgos existentes y medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. *Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.*

El Contratista dotará a su personal de EPIs y EPCs de funcionalidades y características equivalentes a los que Distribución proporciona a sus empleados cuando realiza con su personal el tipo de actividades contratadas, principalmente de cara al riesgo eléctrico y de caída de altura.

\* Medidas de prevención y protección para los trabajos más comunes a desarrollar.

A continuación, se indican las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, sin incluir las que deban tomarse para el trabajo específico, ya que estas son función de los medios empleados por el Empresario o Contratista.

Con carácter general se deben tener en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento.

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según Normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- El personal debe tener la información de los riesgos y la formación necesaria para detectarlos y controlarlos.
- Reconocer la instalación antes del comienzo de los trabajos, identificando, señalizando y protegiendo los puntos de riesgo. Cuando sea necesario se hará de forma conjunta con el personal de i-DE.
- Especificar y delimitar las zonas en las que no se puedan emplear algunos elementos de trabajo por la proximidad que pudieran alcanzar a la instalación en tensión.
- Acotar la zona de trabajo de forma que se prohíba la entrada a todo el personal ajeno y velar por que todo el personal respete la limitación de acceso a zonas de trabajo ajenas.
- Establecer zonas de paso y acceso a la zona de trabajo y especificar claramente las zonas de trabajo y las zonas donde no deben acceder.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la zona de trabajo, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Informar a todos los participantes en el trabajo de las características de la instalación, los sistemas de aviso y señalización y de las zonas en las que pueden estar y dónde tienen prohibida.
- Acordar las condiciones atmosféricas en las que deba suspenderse el trabajo para no aumentar el nivel de riesgo asumido por el personal.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga, dimensiones y recorridos de los vehículos no sobrepasen los límites establecidos y en todo momento se mantenga la distancia de seguridad a las partes en tensión de la instalación.
- Los elementos de trabajo alargados y de material conductor se transportarán siempre en posición horizontal, a una altura inferior a la del operario.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

**\* Medidas de prevención frente al riesgo eléctrico.**

Una de las medidas más importantes para evitar el accidente eléctrico es el mantenimiento de las distancias a los puntos en tensión más cercanos.

En aplicación de lo indicado en el RD 614/2001, para los trabajos en instalaciones de i-DE se tendrán en cuenta las distancias indicadas en la Instrucción General para Trabajos en Tensión en Alta Tensión de AMYS.

Todo trabajador debe tener la Formación indicada en el Real Decreto 614/2001, con un conocimiento contrastado de las distancias de seguridad a mantener en los distintos niveles de tensión en que trabajen: valores, referencias y formas de medirla.

Por ser la presencia del riesgo eléctrico un factor muy importante en la ejecución de los trabajos habituales dentro del ámbito de i-DE, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT, exposición al arco eléctrico en AT y BT o contacto con elementos cándentes consecuencia del paso de la corriente eléctrica.

- Formación teórica y práctica, técnica y de prevención de riesgos laborales, en materia de electricidad cumpliendo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, en función del trabajo a desarrollar.

- Dotación y empleo de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, tanto estatal como de i-DE.
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Conocer y seguir los procedimientos de i-DE, MO correspondientes, para los trabajos en instalaciones de alta tensión.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos

**\* Medidas de prevención en altura.**

- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.
- No se emplearán escaleras ni alargadores de mangos de herramientas que no sean de material aislante.
- En alturas superiores a 2 metros, es obligatorio utilizar el cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- En el ascenso, descenso y permanencia en apoyos, o estructuras de líneas eléctricas los operarios estarán, en todo momento, sujetos a un dispositivo tipo línea de vida que limite en todo momento la caída.
- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a ésta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para los trabajos que se realicen mediante técnicas de trabajos en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajos en Tensión de i-DE, esto último para alta tensión. En todos los casos se tendrá procedimientos de trabajo concretos, para cada tipo de trabajo, siendo escritos para los trabajos en alta tensión.

La realización de maniobras locales en líneas y centros de transformación será realizada exclusivamente por el personal de la contrata que tenga la formación teórica y práctica adecuada para la actuación en los equipos de maniobra de este tipo de instalaciones, siguiendo lo indicado en las instrucciones del fabricante y en los MT relacionados con ello. La contrata certificará que el personal está capacitado para la realización de este tipo de maniobras.

## **5.5. Medidas de protección.**

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para i-DE. El Empresario o Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Protecciones colectivas
  - Señalización: cintas, banderolas, etc.
  - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones

eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.

- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario (línea de seguridad fija, puntos de amarre, etc.), tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos.
- Equipos de protección individual (EPI), *de acuerdo con las normas UNE EN*
  - Ropa de trabajo adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores. En trabajos en tensión, tanto en alta como en baja, y para la realización de maniobras en líneas y centros de transformación o de reparto, en alta tensión, se deberá disponer de ropa ignífuga.
  - Calzado de seguridad
  - Casco de seguridad
  - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
  - Guantes de protección mecánica
  - Pantalla contra proyecciones
  - Gafas o pantalla de seguridad
  - Chaleco de alta visibilidad
  - Arnés de seguridad
  - Equipo contra caídas desde alturas

*MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN FASES TRABAJOS: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN*

FASE	RIESGOS	MEDIDAS TIPO DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN
1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/ chatarras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Caídas de objetos o de la carga</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Contacto eléctrico en AT o BT por proximidad</li> <li>• Presencia o ataques de animales.</li> <li>• Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• No situarse bajo la carga</li> <li>• Control de maniobras</li> <li>• Vigilancia continuada</li> <li>• Formación adecuada (según RD 614/2001)</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
2. Montaje del transformador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Desprendimiento de cargas</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Contacto eléctrico en AT o BT por proximidad</li> <li>• Contacto con PCB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• No situarse bajo la carga</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Delimitación de la zona de trabajo y/o proximidad</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia continuada</li> </ul>
3. Tendido de conductores interconexión AT/BT (Desguace conductores interconexión AT/BT)	de de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Contacto eléctrico en AT o BT por proximidad</li> <li>• Presencia o ataque de animales</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de Riesgos</li> <li>• Delimitación de la zona de trabajo y/o proximidad</li> <li>• Vigilancia continuada</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
4. Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores</li> <li>• Empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oíl. Vehículos autorizados para ello.</li> <li>• Para el llenado el Grupo Electrógeno estará en situación de parada.</li> <li>• Dotación de equipos para extinción de incendios</li> <li>• Seguir instrucciones del fabricante</li> <li>• Estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
5. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los recogidos en: Medidas de prevención y protección en fases trabajos: maniobras, pruebas y puesta en</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las indicadas en Medidas de prevención y protección en fases trabajos: maniobras, pruebas y puesta en servicio de las instalaciones</li> </ul>

	servicio de las instalaciones	
--	-------------------------------	--

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN FASES TRABAJOS: INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS EN A.T., SIN TENSIÓN.**

FASE	RIESGOS	MEDIDAS TIPO DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Cortes</li> <li>• Caídas de personas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> </ul>
2. Maniobras y creación/cancelación de la zona de trabajo eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de altura</li> <li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT</li> <li>• Arco eléctrico en AT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Coordinar con el Cliente los trabajos a realizar</li> <li>• Procedimiento de Descargos: Aplicar las 5 Reglas de Oro</li> <li>• Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión</li> <li>• Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos</li> </ul>
3. Montaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de objetos</li> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Explosión</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> </ul>
4. Obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Golpes y cortes</li> <li>• Oculares, cuerpos extraños</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Explosión</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Contacto eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Identificación de canalizaciones.</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos</li> </ul>
5. Tendido, empalme terminales y de conductores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y cortes</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Quemaduras</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según. Normativa vigente</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de Riesgos</li> </ul>
6. Verificaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los recogidos en: Medidas de prevención y protección en fases trabajos: maniobras, pruebas y puesta en servicio de las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las indicadas en Medidas de prevención y protección en fases trabajos: maniobras, pruebas y puesta en servicio de las instalaciones</li> </ul>

**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN FASES TRABAJOS: MANIOBRAS, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.**

FASE	RIESGOS	MEDIDAS TIPO DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN
1. Maniobras, pruebas y puesta en servicio (Desconexión y/o protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar</li> <li>• Formación y autorización de acuerdo con el Real Decreto 614/2001. Personal formado y con experiencia en el manejo de equipos y en este tipo de trabajos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos candentes y quemaduras.</li> <li>• Arco eléctrico en AT y BT.</li> <li>• Presencia de animales, colonias, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento contrastado de todos los trabajadores de las distancias de seguridad a mantener en los distintos niveles de tensión en que trabajen.</li> <li>• Conocimiento de los Procedimientos de i-DE a aplicables a los trabajos.</li> <li>• Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, MO.</li> <li>• Preparación previa de la zona de trabajo por un Trabajador Cualificado cuando haya riesgo de AT</li> <li>• Procedimientos escritos para los trabajos en TET - BT</li> <li>• Aplicar las 5 Reglas de Oro</li> <li>• Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión</li> <li>• Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.</li> <li>• Mantenimiento equipos y utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras Vigilancia continuada.</li> <li>• Presencia de Recurso Preventivo si se trata de trabajos en proximidad de alta tensión, altura o TET en baja tensión.</li> <li>• Dotación de medios para aplicar las 5 Reglas de Oro</li> <li>• Mantenimiento de distancias de seguridad a partes en tensión no protegidas</li> <li>• Prevención antes de aperturas de armarios, etc. frente a posibles riesgos de animales, desprendimientos, ...</li> </ul>
--	--	---

## 5.6. Conclusiones.

El presente Estudio Básico de Seguridad precisa las normas genéricas de seguridad y salud aplicables a la obra de qué trata el presente Proyecto. Identifica, a su vez, los riesgos inherentes a la ejecución de las mismas y contempla previsiones básicas e informaciones útiles para efectuar, en condiciones de seguridad y salud, las citadas obras.

No obstante, lo anterior, toda obra que se realice bajo la cobertura de los Proyectos tipo de i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. en su última edición, deberá ser estudiada detenidamente para adaptar estos riesgos y normas generales a la especificidad de la misma, tanto por sus características propias como por las particularidades del terreno donde se realice, climatología, etc., y que deberán especificarse en el Plan de Seguridad concreto a aplicar a la obra, incluso proponiendo alternativas más seguras para la ejecución de los trabajos.

Igualmente, las directrices anteriores deberán ser complementadas por aspectos tales como:

- La propia experiencia del operario/montador.
- Las instrucciones y recomendaciones que el responsable de la obra pueda dictar con el buen uso de la lógica, la razón y sobre todo de su experiencia, con el fin de evitar situaciones de riesgo o peligro para la salud de las personas que llevan a cabo la ejecución de la obra.

Las propias instrucciones de manipulación o montaje que los fabricantes de herramientas, componentes y equipos puedan facilitar para el correcto funcionamiento de las mismas.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



## 6 PRESUPUESTO

### Presupuesto NUEVO CT "ERMITA NALDA" Y LSMT DE ENLACE

Recurso	Descripción Recurso (Tramo Aéreo MT)	Cantidad	Unidad de medida	Precio (€)	Importe (€)
EEDITRAZ0TETU06900	TET -APERTURA/CIERRE PUENTES SIN CARGA. INCLUYE MATERIAL	4	UD	370,29	1.481,16 €
EEDICRUZOAIISC08700	INST/SUST AISLADOR PUENTE APOYO IV 20KV	2	UD	46,18	92,36 €
EEDICRUZOAIISC13600	INST/SUST CADENA BAST LARGO S/ESPIRAL ALETAS/ASPAS 30KV	6	UD	74,39	446,33 €
EEDIAPOZ0ANTC22601	ANTIESCALO ANT/1,15-1,30 O ANT/1,30-1,50	1	UD	761,73	761,73 €
EEDIPATZ0TEMU00800	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	1	UD	108,18	108,18 €
EEDIPATZ0TLAC01600	PAT ANILLO 4M LADO. AP. C Y SERIE 1. + 4 PICAS 14/2000	1	UD	531,84	531,84 €
EEDIAPOZ0AVIC32501	COLOCACION FORRO DE GRAPA GS-1/GS-2	2	UD	39,56	79,13 €
EEDIAPOZ0AVIC32000	COLOCACION FORRO CPTA-1/-2 PARA TRAFO O PARARRAYOS	3	UD	44,69	134,08 €
EEDIAPOZ0AVIC32101	COLOCACION FORRO CPTA-6 PARA BOTELLA TERMINAL	3	UD	51,96	155,89 €
EEDIAPOB0PARC29500	INST/SUST DE PARARRAYOS 15/20 KV (1 UNID; INCLUY. CONEX)	3	UD	65,45	196,35 €
EEDIEMPZ0ELMC00301	EMP-SELA (UNIDAD) 24 KV NIVEL III	3	UD	214,94	644,83 €
EEDIAPOZ0AVIC33901	FORRADO PASO AEREO SUBTERRANEO CON PFPT Y LA <= 110/FASE	3	UD	286,55	859,66 €
EEDICRUB0CELC02201	INST/SUST CRUCETA RC2-20-S	2	UD	716,38	1.432,75 €
EEDICRUZOARMC06201	DERIV.SIMPLE EN SUBT., APOYO C -1 DS-(SU)	1	UD	837,06	837,06 €
EEDIDLAZ0AISU01000	ACHAT/DESMONT CADENA/AISLADOR COMPOSITE - SUSTITUCION	12	UD	34,40	412,76 €
EEDIDLAZ0TLCU01300	ACHAT/DESMONT CONDUCTOR DESNUDO DE LA < 70	121	UD	1,09	131,89 €
EEDIDLAZ0HORU00200	ACHAT/DESMONT POSTE HORMIGON (UNIDAD)	2	UD	280,25	560,50 €
EEDIDLAZ0ELMU02400	ACHAT/DESMONT EMP SELA-XS-SXS ( BAJA ACTIVO DE 3 FASE.)	1	UD	61,43	61,43 €
					8.927,92 €

Recurso	Descripción Recurso (Centro de Transformación)	Cantidad	Unidad de medida	Precio (€)	Importe (€)
5040057	ENVOLVENTE PREFABRICADA EPSV-24-630	1	PZA	24.673,62	24.673,62
5042247	CELDA CNE 3L1P-F-SF6-24-TELE	1	PZA	14.890,00	14.890,00
EEDICELB0CEAC00900	INSTAL/SUST 3 FUSIBLES 24 KV/25-40 A (3 FASES)	1	UD	85,8	85,80
EEDICELZ0CEIU00100	INSTALACION/AMPLIACION CELDAS GAS HASTA 5 POS	1	UD	364,27	364,27
7235019	TRAFO C-400/17,5/13,2 B2-O-PE	1	PZA	7.188,80	7.188,80
EEDITRFB0TRIU00100	INSTALACION TRAFO (INTERIOR O EXTERIOR)-CTIN COMPACTO	1	UD	338,31	338,31
5020335	DEFENSA PROTECCION 1 TRAFO FIG. 8	1	PZA	450,34	450,34
5044065	CUADRO DISTR CBT-EAS-ST-SL-1600-5	1	PZA	2.700,88	2.700,88
EEDICBTA0CDAC00700	INSTAL/SUST 1 FUSIBLE BT (1 FASE EN CBT,CGP,CPM)	8	UD	4,217	33,74
EEDICBTA0CDIU00100	INSTALACION NUEVO CBT INTERIOR NO CONEX SALIDA	1	UD	91,34	91,34
EEDIAP0Z0TEMU35700	REV. TERMOGRAFICA CT-APOYO/VANO MT/AT	1	UD	108,58	108,58
EEDICTRA0CTAU00400	COLOCACION MAT.SEGURIDAD Y CARTELES	1	UD	17,34	17,34
2900610	PLACA ADVERTENCIA RIESGO ELECTRICO AE-10	1	PZA	0,48	0,48
2906026	CARTEL CINCO REGLAS DE ORO ZO-43	1	PZA	10,68	10,68
2906109	CARTEL PRIMEROS AUXILIOS CTIN ZP-43	1	PZA	8,81	8,81
2906147	CARTEL TELEF. DE EMERGEANCIA CTIN ZE-21B	1	PZA	4,3	4,30
2906149	CARTEL INFORM TELEFONO EMERGENCIA ZE-21A	1	PZA	0,86	0,86
2906156	CARTEL USO OBLIGATORIO DE EPIS ZI-42	1	PZA	4,39	4,39
2944010	BANQUETA AISLT P/INTERIOR CLASE 4	1	PZA	29,44	29,44
EEDIINTA0IBTC00300	1 CONDUCTOR INTERCONEXION BT ADOSADO CT INT. INCL MAT.	11	UD	45,134	496,47
EEDIINTB0IMTC00100	CABLE (FASE) INTERCONEXION MT INTERIOR 24KV. INCL MAT	3	UD	224,19	672,57
5048501	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE TIERRAS CST-CD	1	PZA	11,26	11,26
EEDIPATZ0NCTU01101	TENDIDO CABLE NEUTRO-TIERRAS AL AISLADO-16MM	12	M	12,714	152,57
EEDIPATZ0TCLU01000	CONSTRUCCION ACERA PERIMETRAL (PERIMETRO+5)	25	M	63,294	1.582,35
EEDIPATZ0TCTU00600	INST/SUST CAJAS TIERRAS/NEUTRO CT	1	UD	16,63	16,63
EEDIPATZ0TEMU00800	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	1	UD	92,95	92,95
EEDIPATZ0NCTC00500	PAT NEUTRO PARA TODOS CTS (ENTERRADO)	1	UD	301,5	301,50
EEDIPATZ0TCTC00300	PAT HERRAJES PARA CT SUBTERRANEO (ENTERRADO)	1	UD	1.247,76	1.247,76
EEDISTAZ0AUTU04600	P.E.S. CT 5 POS MT VERIFIC LOCAL/REMOTA	1	UD	117,72	117,72
EEDISTAZ0COMU03100	TENDIDO PLC_ADSL_ETH_ALIM BT	4	M	13,735	54,94

EEDISTAZ0TGBU00900	TUBO ARMARIOS/ANT.INT/EXT,INST.ANTEN.INT	5	M	19,62	98,10
EEDISTAZ0TGBU03900	MONTAJE, SUSTITUCION Y CONFIGURACION (HASTA 3 EQUIPOS)	1	UD	73,05	73,05
EEDICOMZ0SERU07200	ESTUDIO PREVENTIVO PREVIO, CON VISITA START	1	UD	121,5	121,50
					<b>56.041,35 €</b>

Recurso	Descripción Recurso (Línea Subterránea)	Cantidad	Unidad de medida	Precio	Importe
EEDIDRSZ0ALUU01500	ACHAT/DESMONT CABLE MT SECO AL HASTA 95 MM2 3F	119	M	7,85	933,78
EEDIMRSZ0AOCU00700	LIMPIEZA DE ZANJAS, DESAGÜES Y ARQUETAS	10	M	58,75	587,54
EEDITRSB0TSNC00500	TENDIDO CABLE HEPRZ112/20KV 3(1X240),TUBO,BAN,GALE,CANAL	1620	M	45,47	73.656,54
EEDICRSZ0TERC02000	MATERIAL 1 TERMINACION EXTERIOR 12/20KV	3	UD	51,79	155,37
EEDICRSZ0TERC02400	MATERIAL 1 CONECTOR SEPARABLE ATORNILLABLE 12/20KV	9	UD	115,20	1.036,80
EEDICRSZ0TERU01700	CONFECCION 1 TERMINACION HASTA 30 KV	12	UD	65,67	788,05
EEDIPASB0PSNC00200	PAS-TRANSIC. HEPRZ1 12/20KV 240 MM2 SIN TERMINACIONES	1	UD	1.091,53	1.091,53
EEDIINGZ0TEMU17900	ENSAYO COMPROBACION DE CABLES HASTA 26/45 KV	2	UD	892,77	1.785,54
					<b>80.035,15 €</b>

Recurso	Descripción Recurso (Obra Civil)	Cantidad	Unidad de medida	Precio	Importe
EEDIAP0Z0CELC01000	APOYO CELOSIA C 2000-18 EMPOTRAR	1	UD	3.902,71	3902,71
EEDIPATZ0TCLU01000	CONSTRUCCION ACERA PERIMETRAL (PERIMETRO+5)	10	M	87,10	871,02
EEDICTRA0CTIU00800	EXCAVACION ENVOLVENTE SUBTERRANEA 1T	1	UD	5.379,83	5379,83
EEDIOCSZ0ARQC02900	COLOCACION MARCO M3/TAPA T3	20	UD	254,08	5081,62
EEDIOCSZ0ARQC03100	ARQUETA PREFAB. 1000X1000	20	UD	517,90	10357,98
EEDIOCSZ0ZYCU01400	CANALIZ. 3 TUBOS-160 EN CALZADA	5	M	81,76	408,80
EEDIOCSZ0ZYCU01800	CANALIZ. 4 TUBOS-160 EN CALZADA	778	M	131,69	102458,17
EEDIOCSZ0ZYCU04200	CANALIZ. 12 TUBOS-160 EN ACERA/TIERRA ASIENTO ARENA	5	M	231,20	1156,01
EEDIOCSZ0ZYCU04400	CANALIZ. 12 TUBOS-160 VERT. EN CALZADA	15	M	281,48	4222,20
EEDIOCSZ0ZYCC02200	COLOCACION MULTIDUCTO O MONOD 40MM CANALIZ ABIERTA	803	M	9,87	7925,61
EEDIOCSZ0ZYCA03300	CCAA ENSAYOS VALIDACION CANALIZACION	2500	MND	1,00	2500,00
EEDIOCSZ0PAVU02600	PAVIM. BALDO-TERRAZ-CEM PULIDO-LOSET HIDRAU-HORM IMPRESO	405	M2	35,37	14324,85
					<b>158.588,79 €</b>

**Presupuesto Total 303.593,20 €**

**Resumen Presupuesto CT “ERMITA NALDA” Y LSMT DE ENLACE**

		EUROS
<b>Presupuesto</b>		
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	303.593,20 €
13,00% Gastos generales	39.467,12 €	
6,00% Beneficio industrial	18.215,59 €	
	<b>SUMA DE E.M., G.G. Y B.I.</b>	361.275,91 €
21,00% I.V.A.	75.867,94 €	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	437.143,85 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **CUATROCIENTOS TREINTA Y Siete MIL CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS**

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775



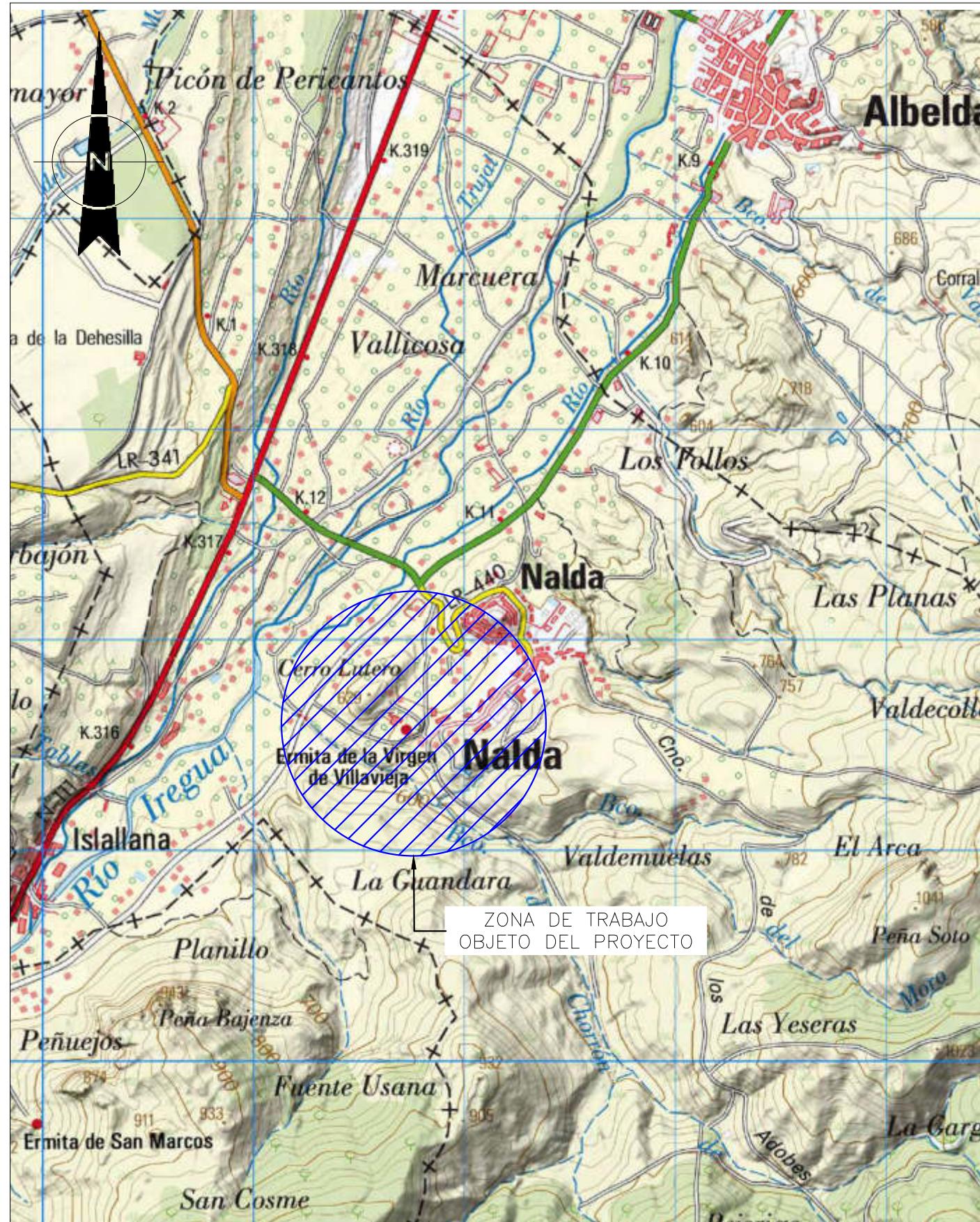
## 7 PLANOS

Se adjuntan a este proyecto los siguientes planos, indicando su nombre y contenido:

- 01\_Situación.
- 02\_Emplazamiento.
- 03\_Esquema resumen.
- 04\_Detalle de trazado.
- 05\_Detalle de ubicación nuevo CT Ermita Nalda.
- 06\_Dimensiones nuevo CT Ermita Nalda y esquema unifilar.
- 07\_Sistema de puesta a tierra CT Ermita Nalda.
- 08\_Planta y perfil.
- 09\_Detalle nuevo apoyo Nº310.
- 10\_Afecciones.

Noviembre de 2023  
La Ingeniera Industrial  
Elsa Ruiz Bello  
Colegiada nº 3.775

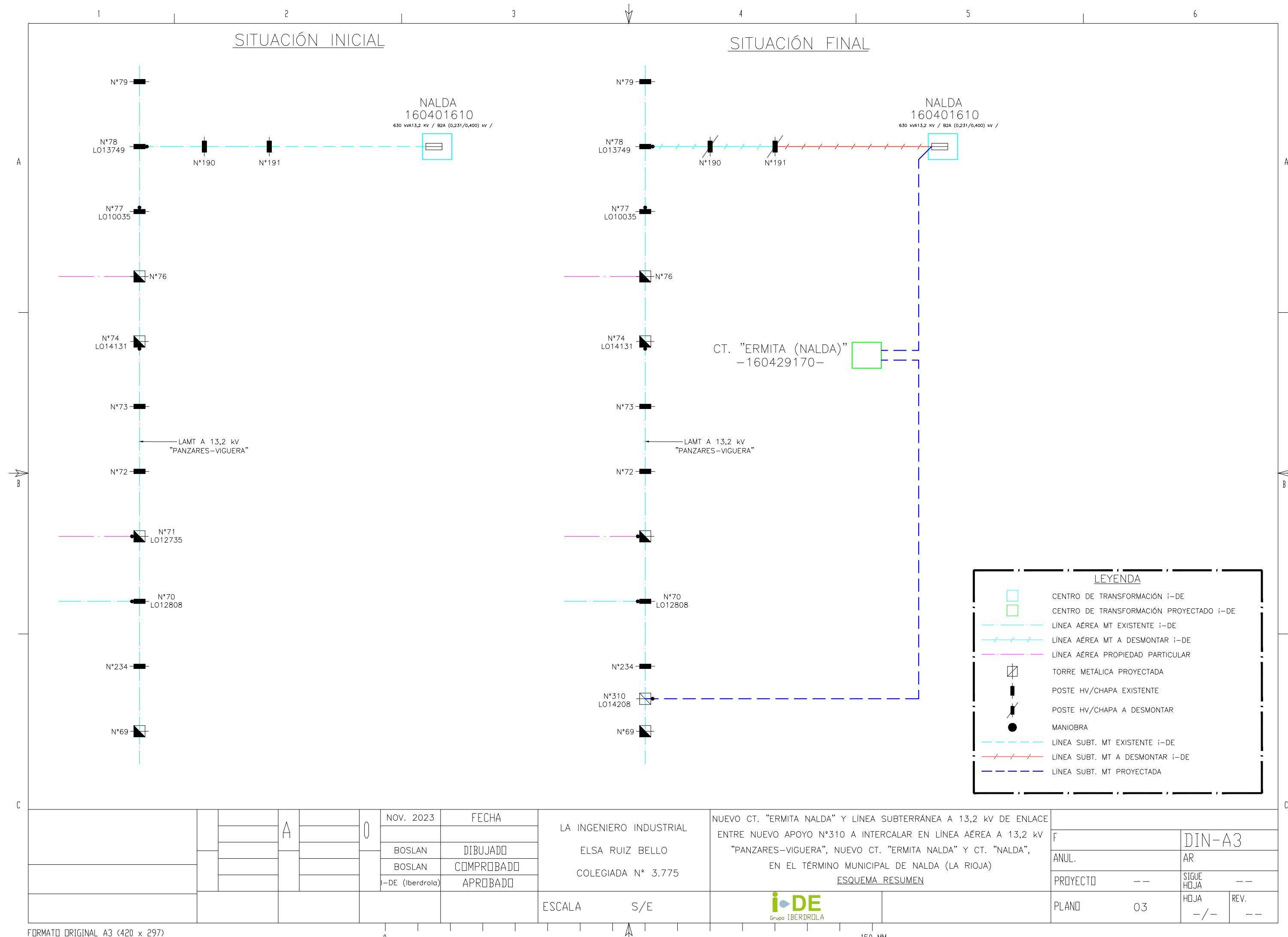




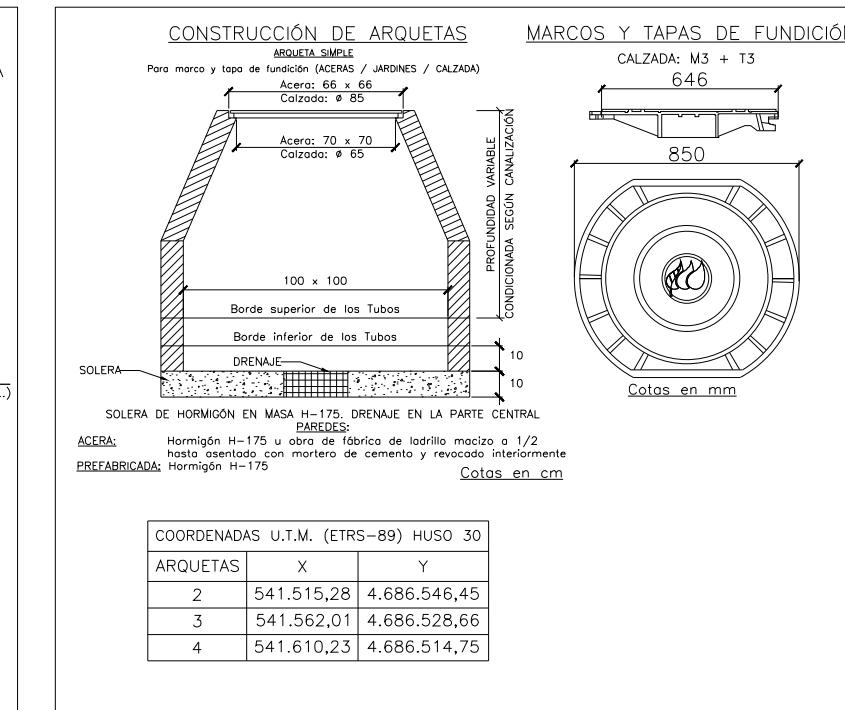
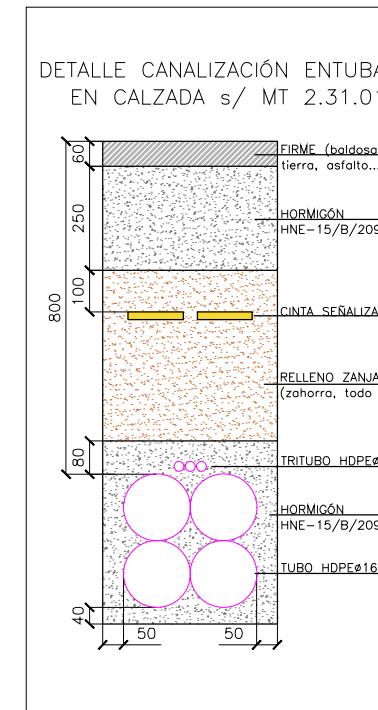
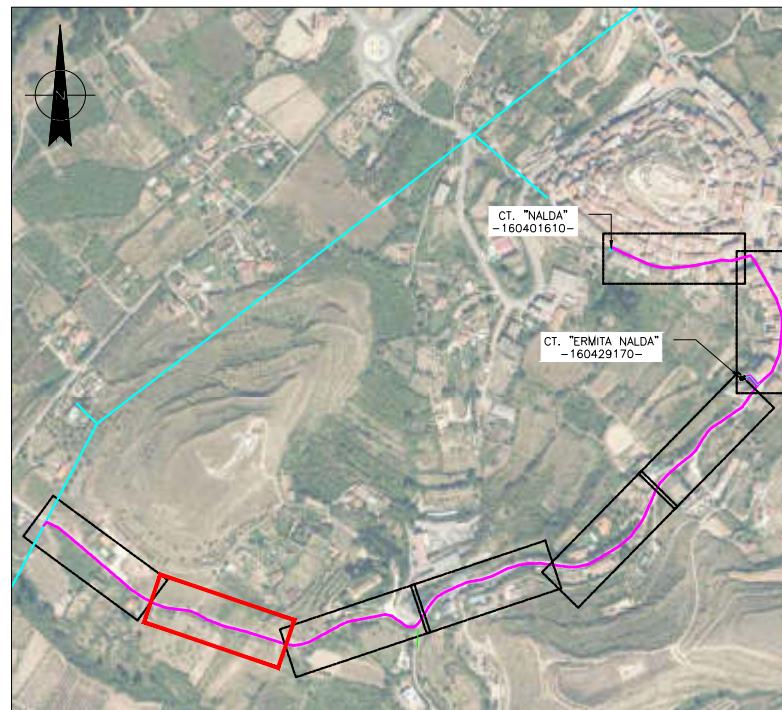
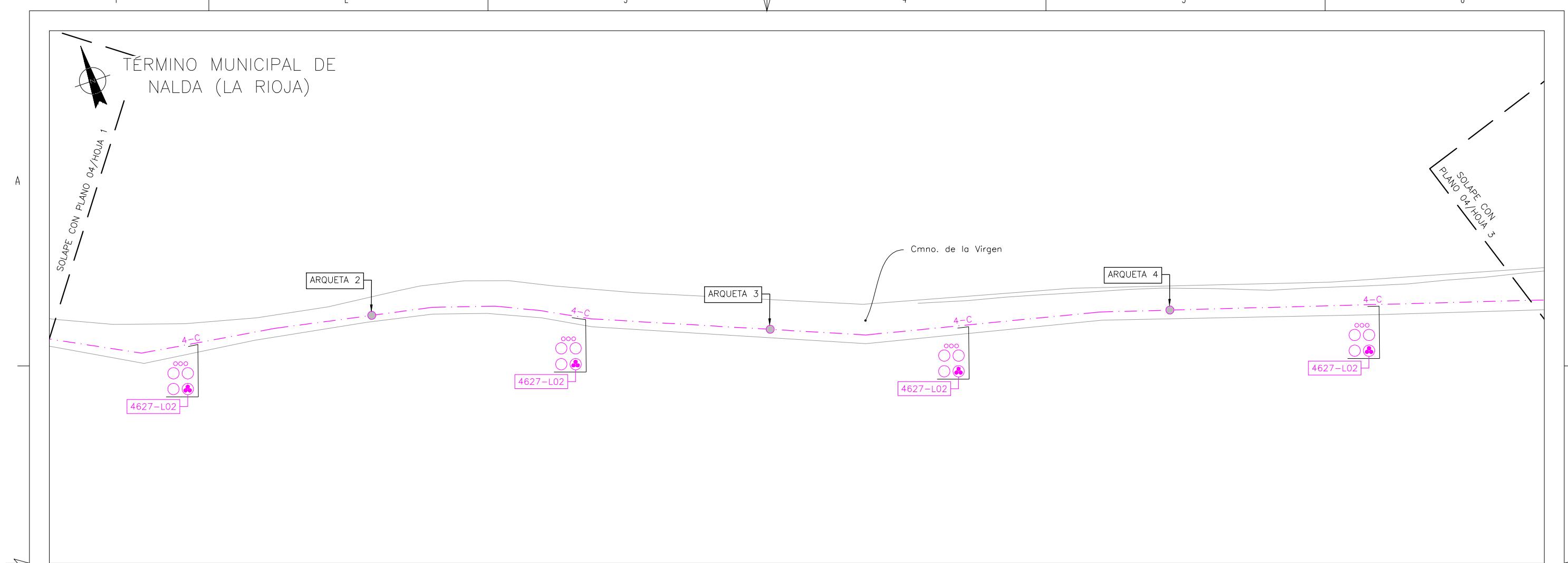
	A	0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA)	SITUACIÓN	F	DIN-A3
			BOSLAN	DIBUJADO					
			BOSLAN	COMPROBADO				ANUL.	AR
			I-DE (Iberdrola)	APRÓBADO				PROYECTO	4681 SIGUE HOJA --
					ESCALA 1/25.000			PLAN	01 HOJA --/ REV. --



FICHEROS ACTIVOS Y DE REFERENCIA	FICHEROS ACTIVOS Y DE REFERENCIA		LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) EMPLAZAMIENTO	NOV. 2023	FECHA	F NUL. PROYECTO	DIN-A2 AR 4.681 Sigue HOJA --		
	FICHERO	NIVELES ACTIVOS			A	O				
					BOSLAN	DIBUJADO				
					BOSLAN	COMPROBADO				
					DE (Iberdrola)	APROBADO				
							ESCALA: 1/2.000	 <span>GRUPO IBERDROLA</span>		
								PLAN 02	HOJA /	REV. --







LEYENDA

CARTOGRAFÍA BASE			
N-M	CANALIZACIÓN PROYECTADA HASTA 30 KV		
	N->TUBOS PE Ø 160mm		
M->	TIPO DE CANALIZACIÓN: A->ACERA; C->CALZADA		
	ARQUETA A CONSTRUIR I-DE TIPO CALZADA (M3-T3)		
	TENDIDO DE NUEVA LÍNEA MT		
4627-L02->	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA"		

NOV. 2023 FECHA

A

BOSLAN DIBUJADO

BOSLAN COMPROBADO

I-DE (Iberdrola) APRÓBADO

LA INGENIERO INDUSTRIAL  
ELSA RUIZ BELLO  
COLEGIADA COIIAR N° 3.775

NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA)

DETALLE DE TRAZADO

ESCALA 1/500

iDE Grupo IBERDROLA

F DIN-A3

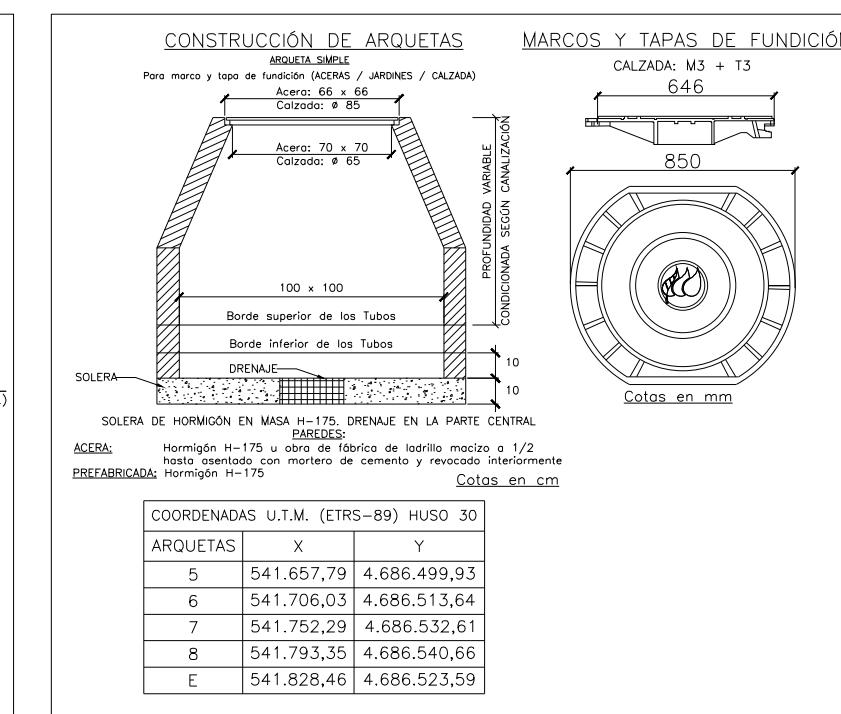
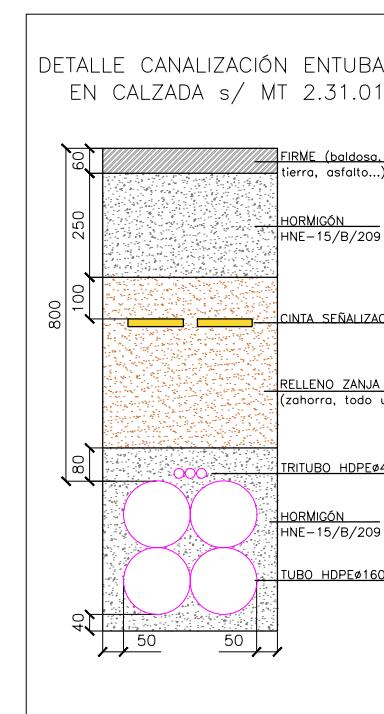
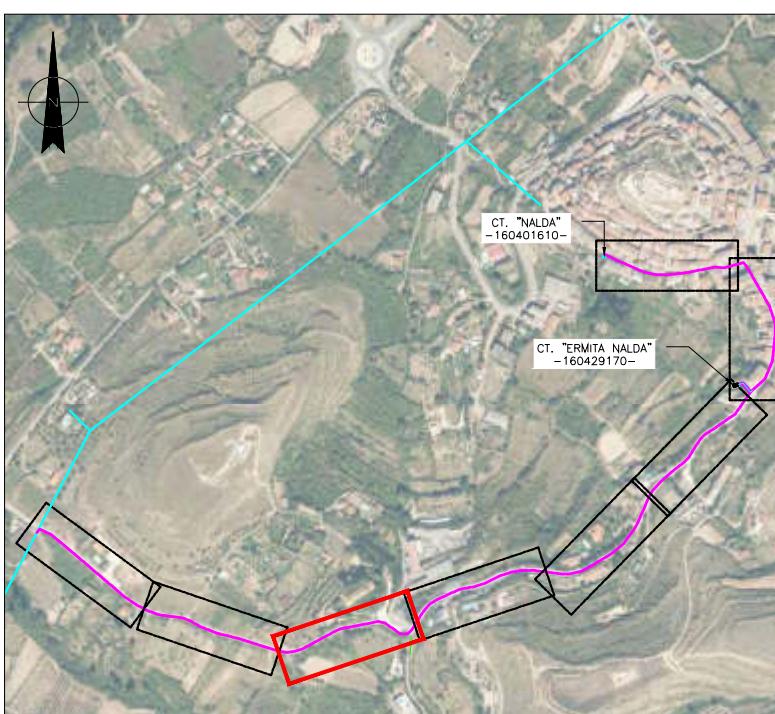
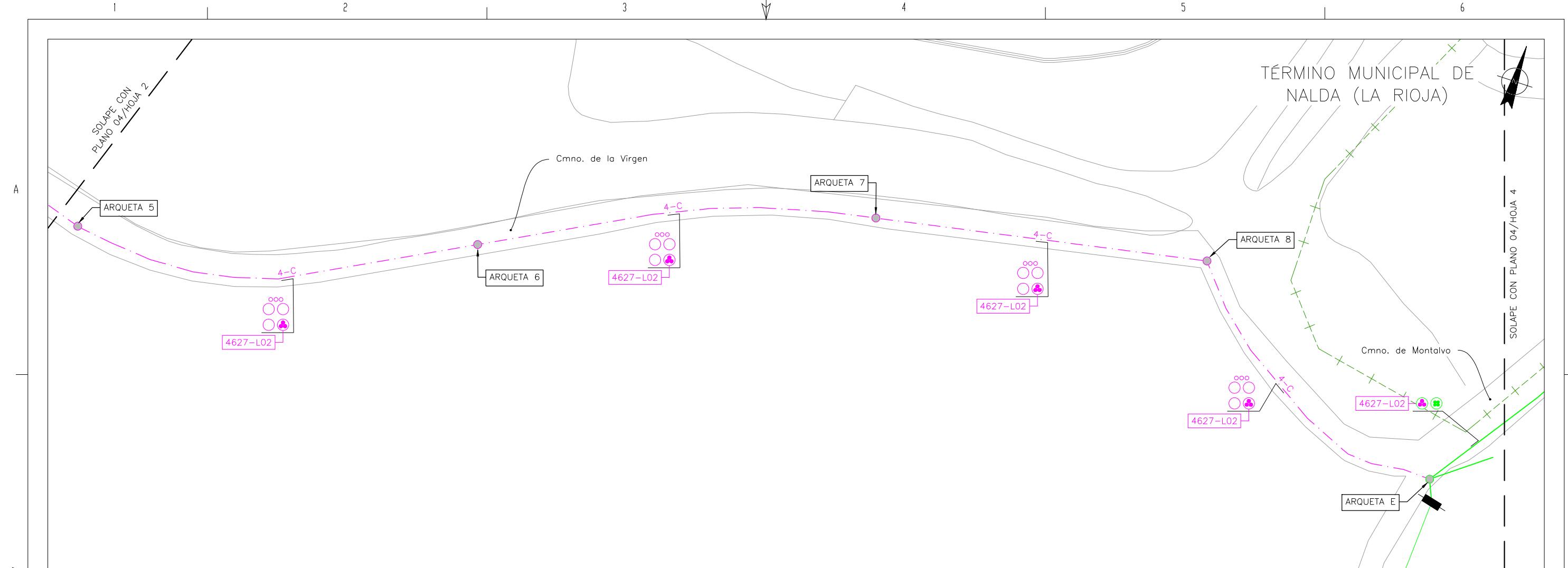
ANUL. AR

PROYECTO 4681 SIGUE HOJA 3

PLAN 04 HOJA 2/8 REV. --

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

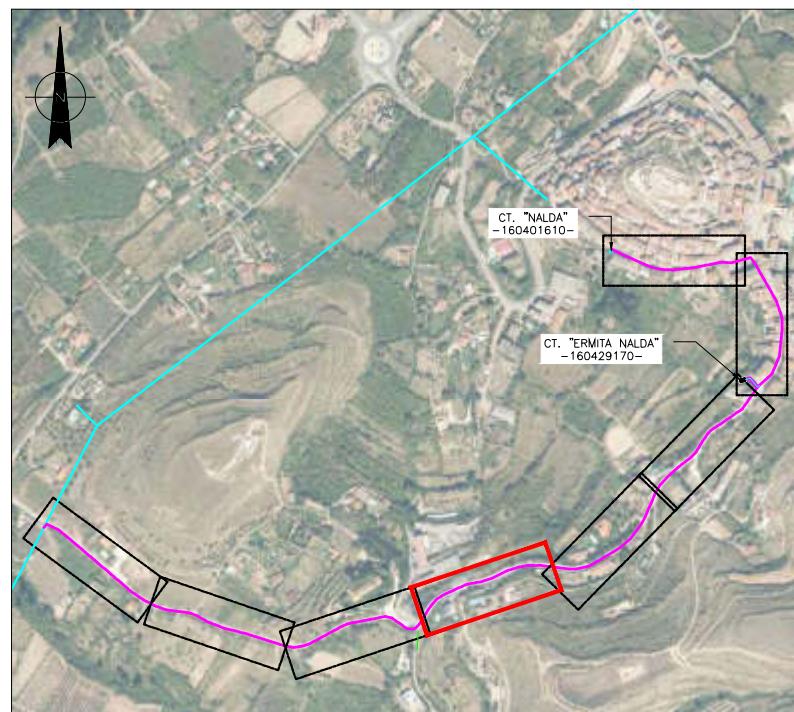
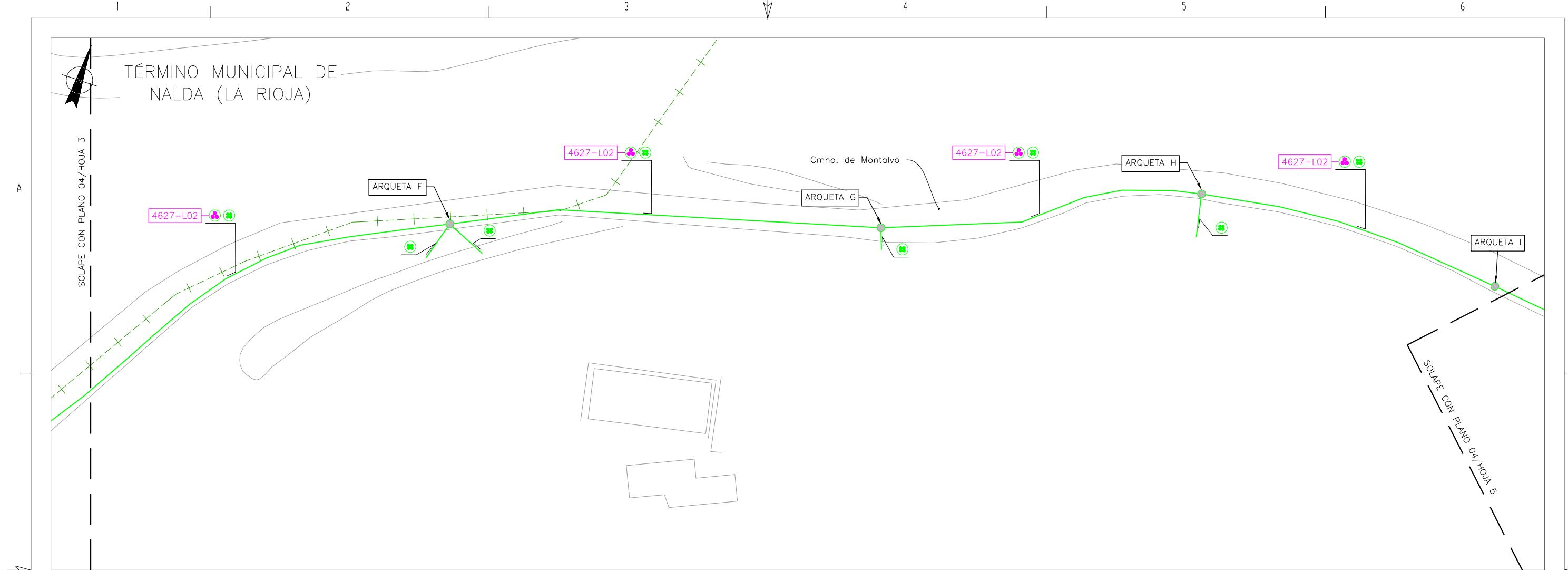
0 150 MM



**LEYENDA**

- LIMITE CASCO URBANO
- CARTOGRAFÍA BASE
- CANALIZACIÓN EXISTENTE i-DE
- ARQUETA EXISTENTE i-DE TIPO CALZADA (M3-T3)
- CANALIZACIÓN PROYECTADA HASTA 30 kV
- N-M → TIPO DE CANALIZACIÓN: A->ACERA; C->CALZADA
- ARQUETA A CONSTRUIR i-DE TIPO CALZADA (M3-T3)
- TENDIDO DE NUEVA LÍNEA MT
- LÍNEA EXISTENTE BT
- 4627-L02-> LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA"

	A	O	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) DETALLE DE TRAZADO	F	DIN-A3
			BOSLAN	DIBUJADO			ANUL.	AR
			BOSLAN	COMPROBADO			PROYECTO	4681 SIGUE HOJA 4
			I-DE (Iberdrola)	APROBADO			PLAN	04 HOJA 3/8 REV. --
			ESCALA 1/500			i-DE Grupo IBERDROLA		



COORDENADAS U.T.M. (ETRS-89) HUSO 30

ARQUETAS	X	Y
F	541.874,77	4.686.572,60
G	541.926,25	4.686.589,32
H	541.963,09	4.686.606,10
I	542.001,67	4.686.606,79

LEYENDA

- LIMITE CASCO URBANO
- CARTOGRAFÍA BASE
- CANALIZACIÓN EXISTENTE i-DE
- ARQUETA EXISTENTE i-DE TIPO CALZADA (M3-T3)
- TENDIDO DE NUEVA LÍNEA MT
- LÍNEA EXISTENTE BT
- 4627-L02-> LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA"

C C

NOV. 2023 FECHA

A

BOSLAN DIBUJADO

BOSLAN COMPROBADO

i-DE (Iberdrola) APRÓBADO

LA INGENIERO INDUSTRIAL  
ELSA RUIZ BELLO  
COLEGIADA COIIAR N° 3.775

NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA)

DETALLE DE TRAZADO

ESCALA 1/500

i-DE Grupo IBERDROLA

F DIN-A3

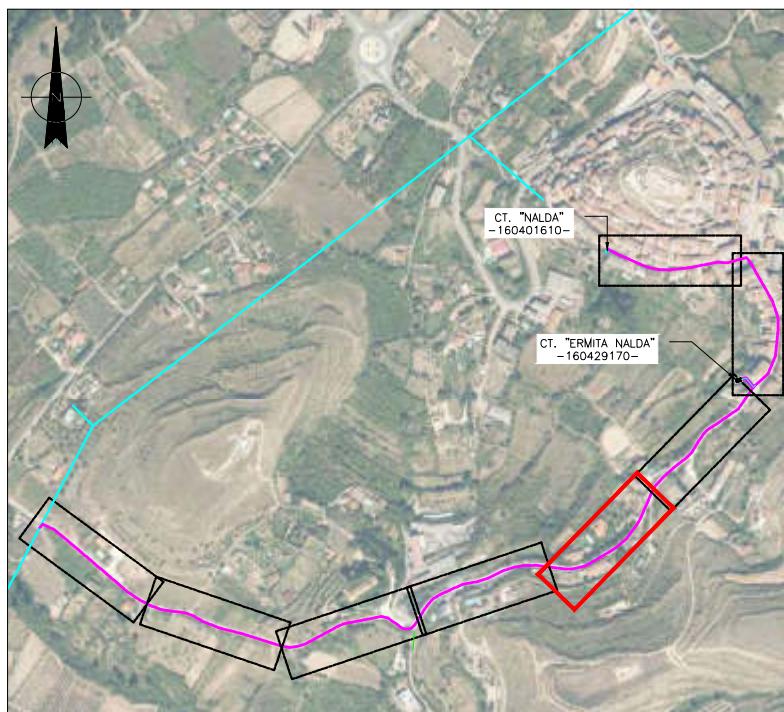
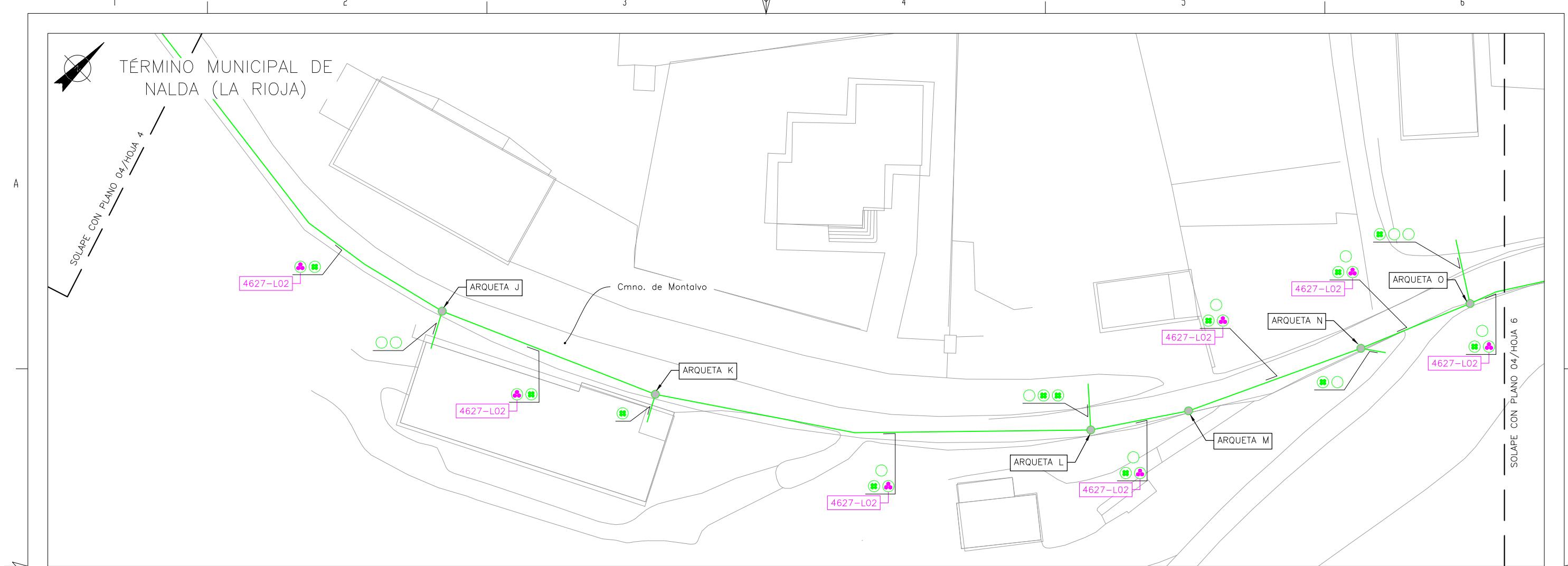
ANUL. AR

PROYECTO 4681 SIGUE HOJA 5

PLANº 04 HOJA 4/8 REV. --

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

0 150 MM

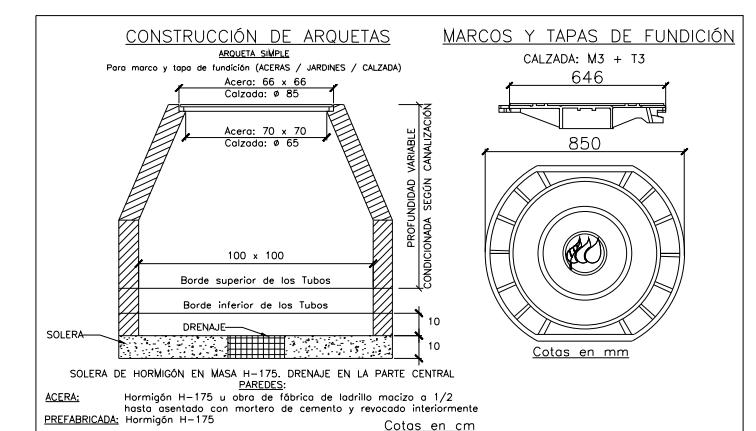
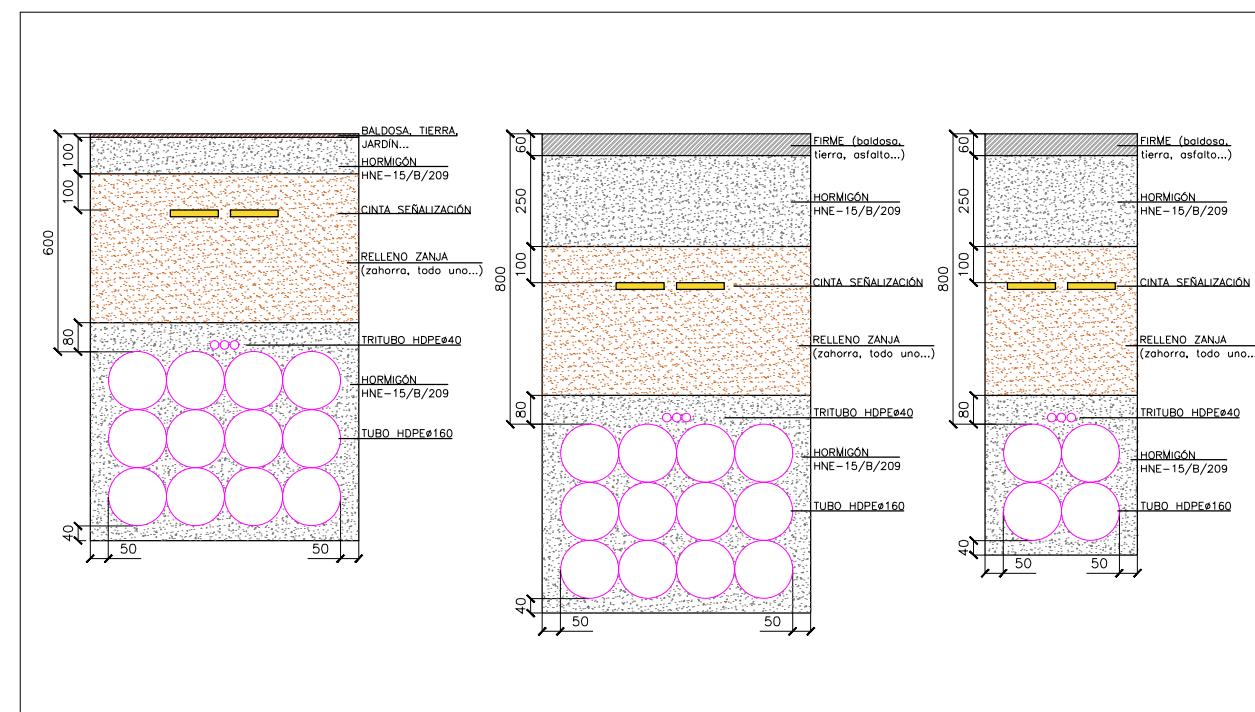
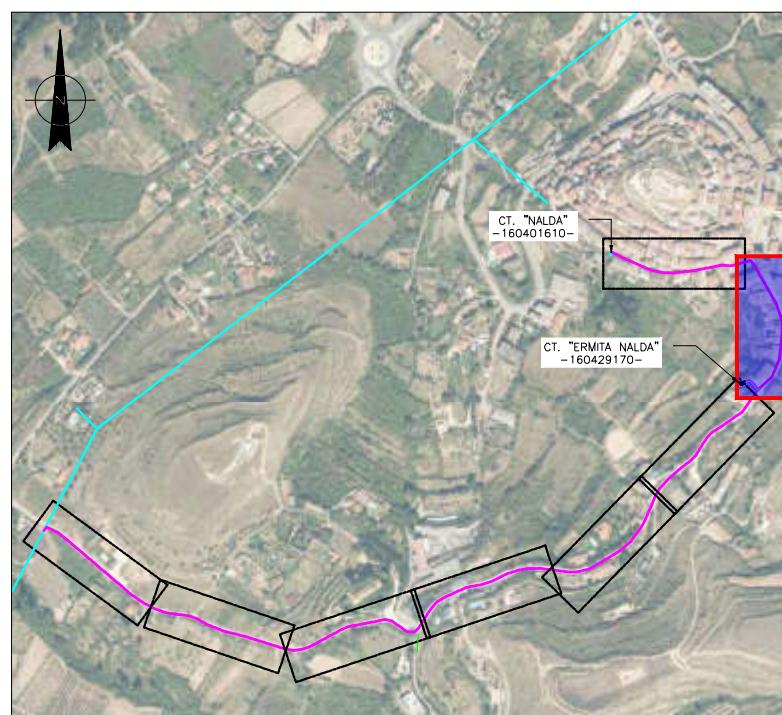
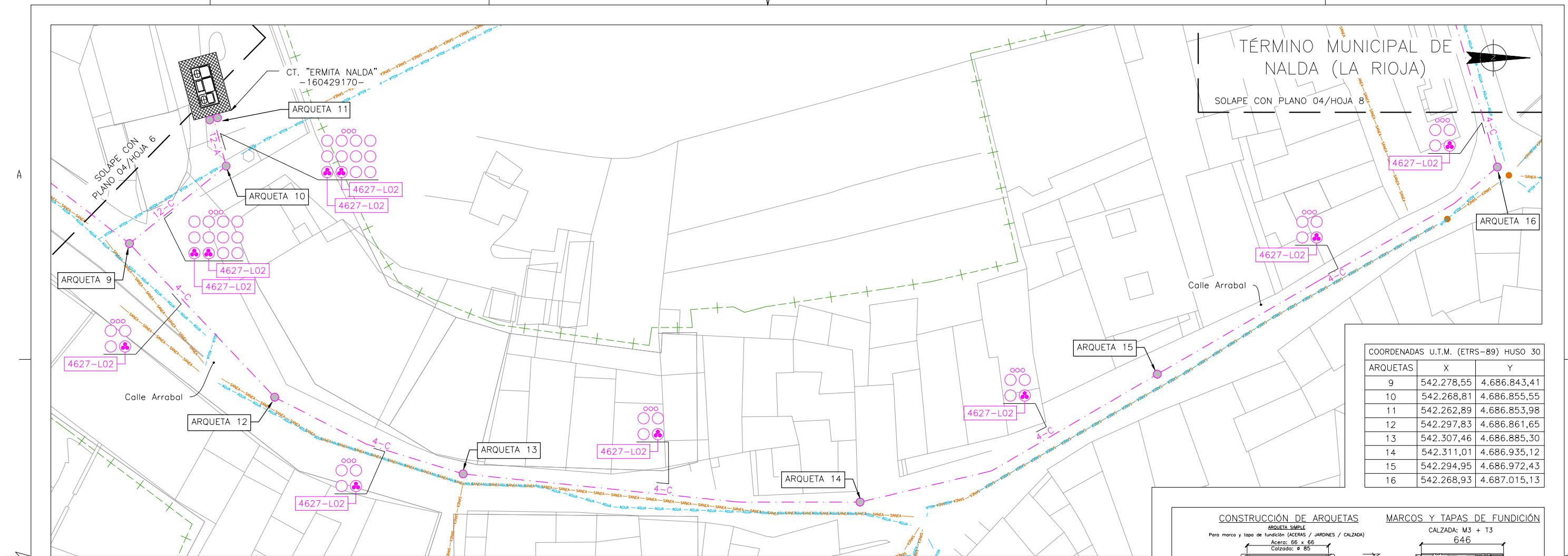


COORDENADAS U.T.M. (ETRS-89) HUSO 30		
ARQUETAS	X	Y
J	542.053,03	4.686.607,24
K	542.079,15	4.686.619,02
L	542.120,54	4.686.654,84
M	542.127,41	4.686.665,26
N	542.136,95	4.686.686,16
O	542.142,51	4.686.699,83

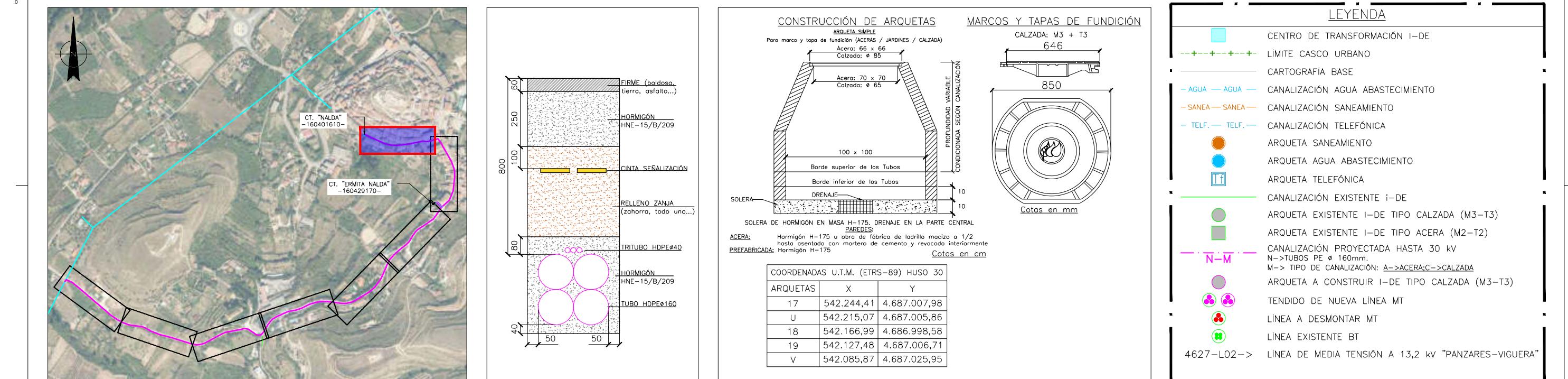
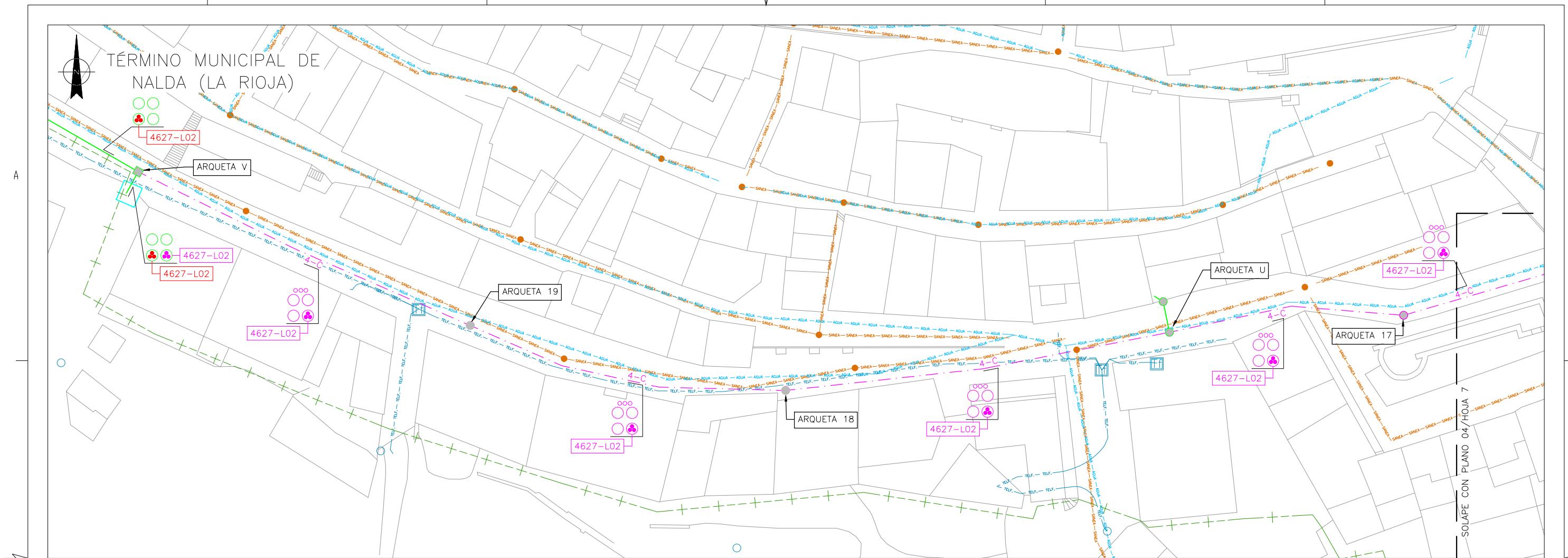
LEYENDA		
CARTOGRAFÍA BASE		
CANALIZACIÓN EXISTENTE i-DE		
ARQUETA EXISTENTE i-DE TIPO CALZADA (M3-T3)		
TENDIDO DE NUEVA LÍNEA MT		
LÍNEA EXISTENTE BT		
4627-L02->	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA"	

	A	O	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) DETALLE DE TRAZADO					
			BOSLAN	DIBUJADO			F	DIN-A3			
			BOSLAN	COMPROBADO			ANUL.	AR			
			i-DE (iberdrola)	APRÓBADO			PROYECTO	4681 SIGUE HOJA 6			
							PLAN	04 HOJA 5/8 REV. --			
ESCALA 1/500			i-DE Grupo IBERDROLA			FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)					
0			150 MM								



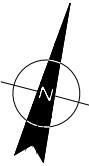


		A		0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) <u>DETALLE DE TRAZADO</u>				
									F			
					BOSLAN	DIBUJADO			DIN-A3			
					BOSLAN	COMPROBADO			ANUL.			
					I-DE (Iberdrola)	APROBADO			PROYECTO	4681	SIGUE HOJA	
							ESCALA	1/500	 <b>iDE</b> Grupo IBERDROLA	04	HOJA 7/8	REV. --



	A	O	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) DETALLE DE TRAZADO	F ANUL. PROYECTO 4681	DIN-A3 AR SIGUE HOJA --
			BOSLAN	DIBUJADO				
			BOSLAN	COMPROBADO				
			I-DE (Iberdrola)	APROBADO				
					ESCALA 1/500			
						i-DE Grupo IBERDROLA		
							PLAN 04	HOJA 8/8 REV. --

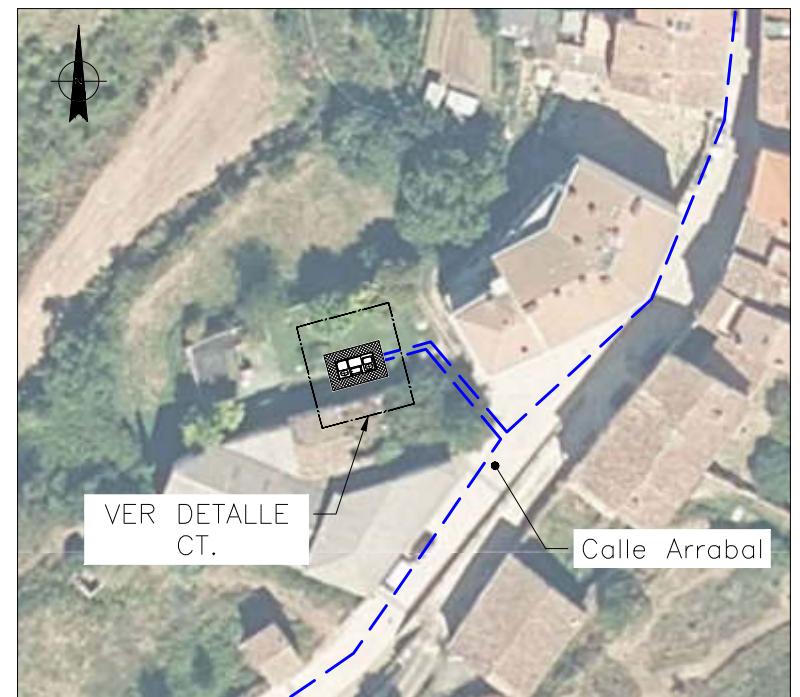
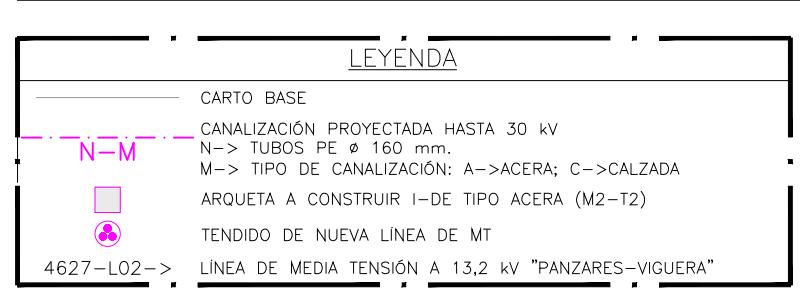
TÉRMINO MUNICIPAL DE  
NALDA (LA RIOJA)



Ref. Cat.:  
2371146WM4827S0001AY

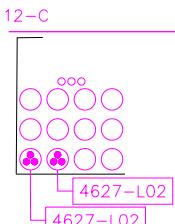
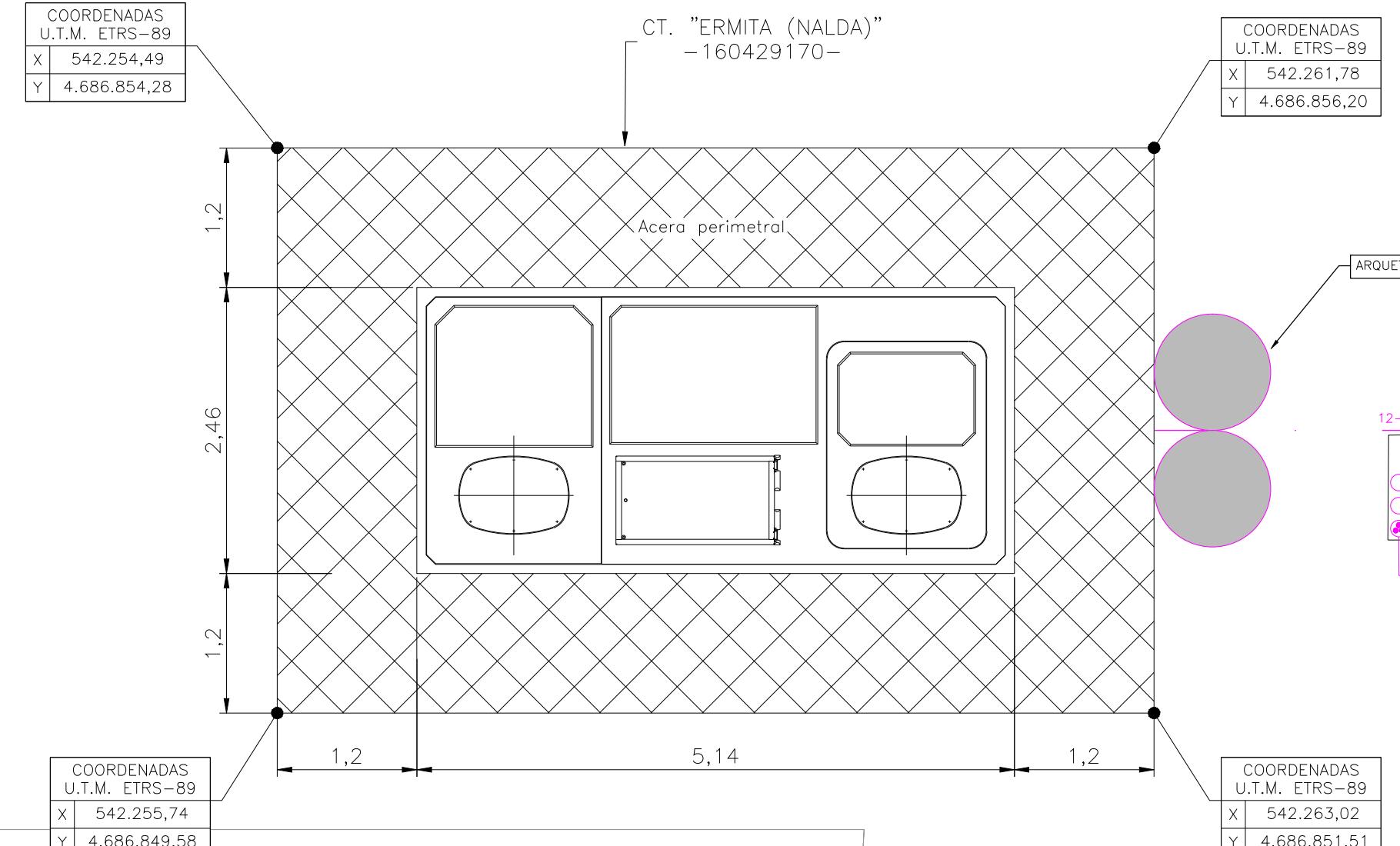
A

A



COORDENADAS U.T.M. ETRS-89	
X	542.254,49
Y	4.686.854,28

COORDENADAS U.T.M. ETRS-89	
X	542.255,74
Y	4.686.849,58



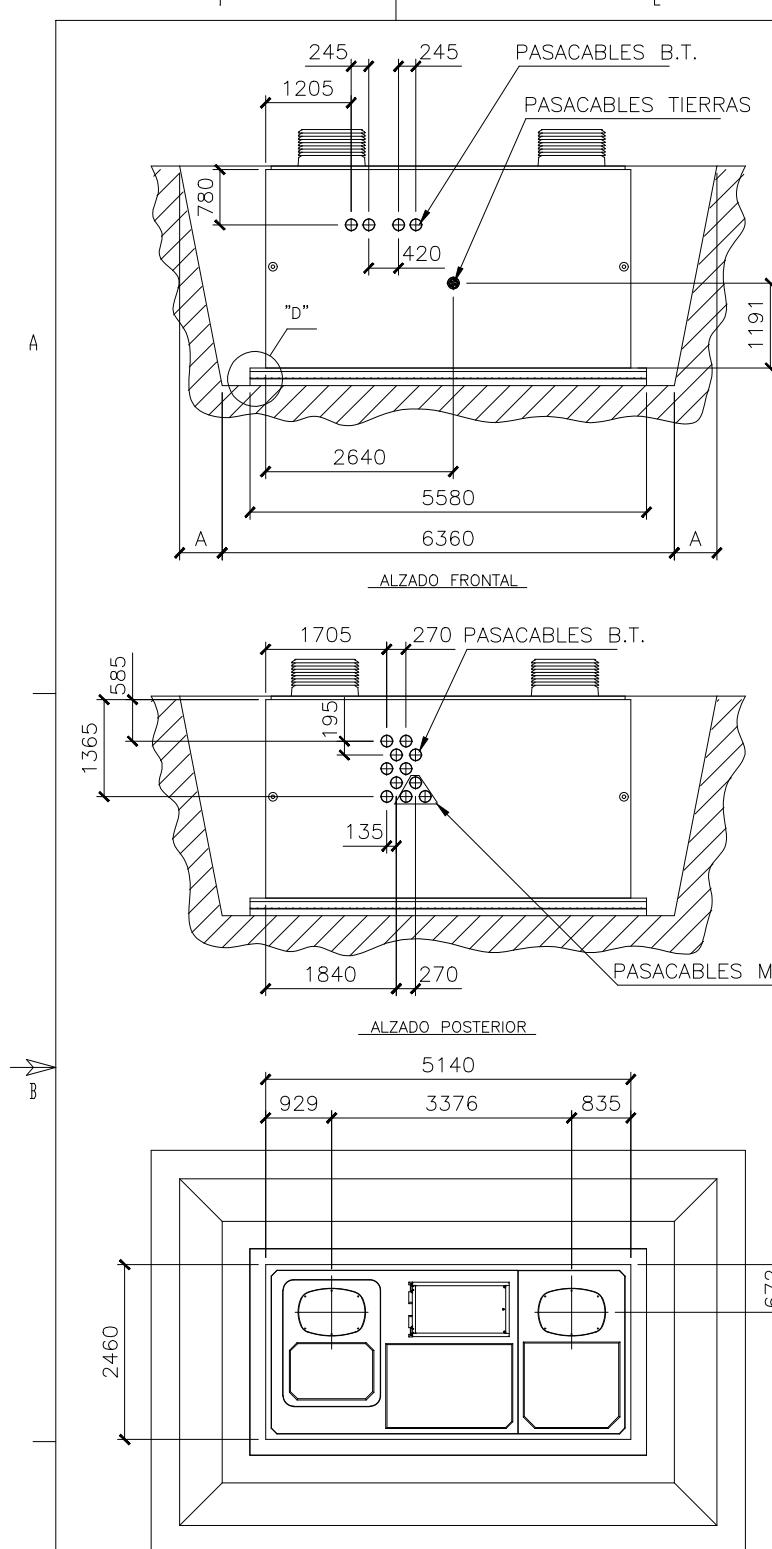
Ref. Cat.:  
2371149WM4827S0001GY

Ref. Cat.:  
2371147WM4827S0001BY

C

C

	A	0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 kV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) DETALLE UBICACIÓN CT. "ERMITA (NALDA)"	DIN-A3		
			BOSLAN	DIBUJADO			F		
			BOSLAN	COMPROBADO			ANUL.		
			I-DE (Iberdrola)	APROBADO			PROYECTO	4681	SIGUE HOJA
							HOJA	05	REV.
ESCALA S/E			 Grupo IBERDROLA			PLAN	-/-	--	



#### A: TALUD NATURAL SEGUN TERRENO

CONSULTAR EN CASO DE INSTALACIÓN EN PENDIENTE

DIMENSIONES MINIMAS DE LA EXCAVACION  
6,38 m. ancho x 3,70 m. fondo x 3,09 m. profund

IMPORTANTE

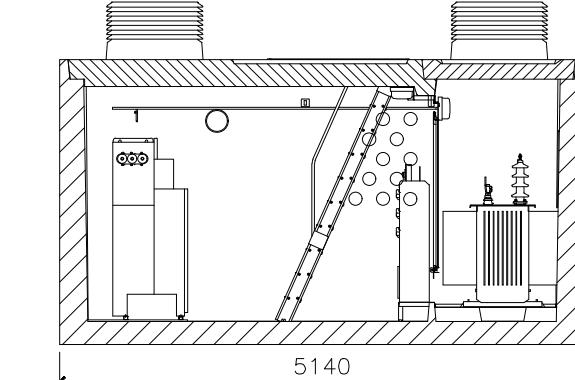
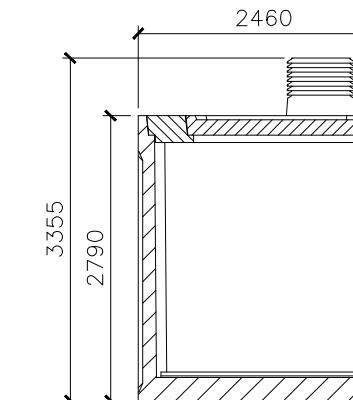
NOTA: La losa de la acera perimetral sobresaldrá +15 cm. sobre la cota ±0 del terreno.

ESCALA 1:2

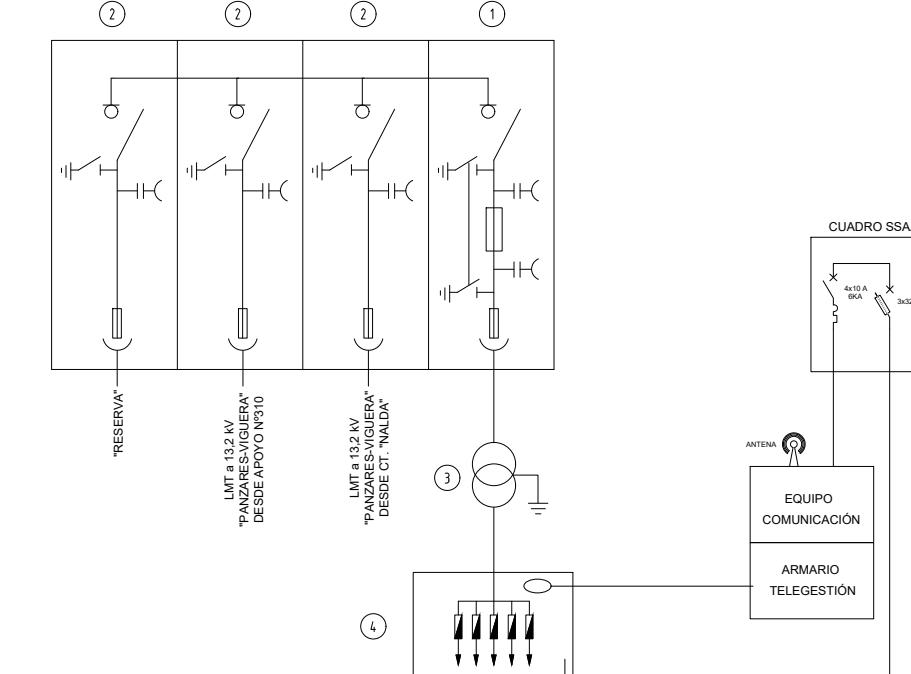
ESARIO RELLENAR LA EXCAVACION HASTA LA ALTURA  
ENTRADA DE CABLES INMEDIATAMENTE DESPUES DE  
MONTADO PARA EVITAR POSIBLES DESPLAZAMIENTOS.

a de la acera perimetral sobresale 10 cm. sobre la cota  $\pm 0$  del terreno.

## DIMENSIONES CT.



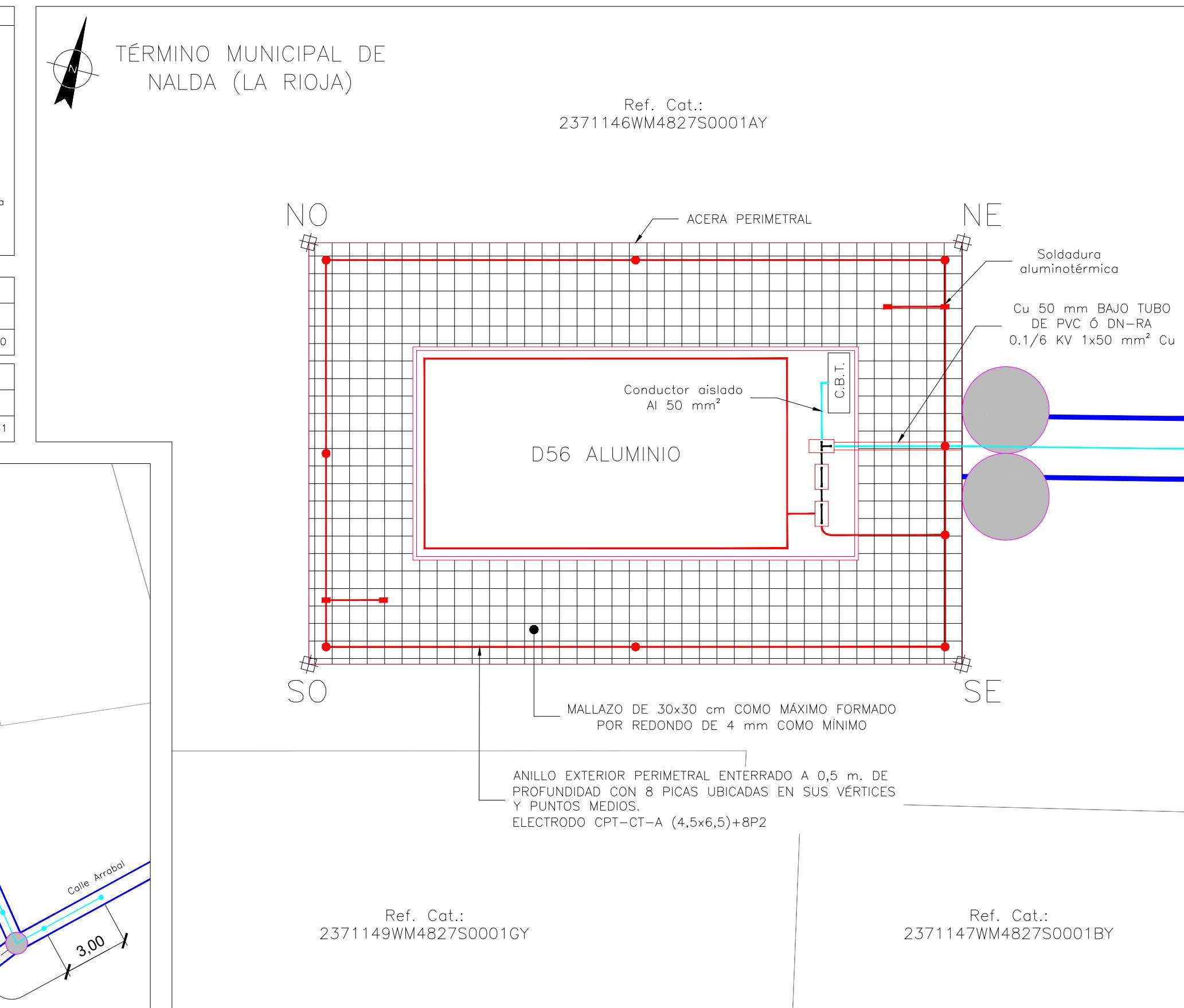
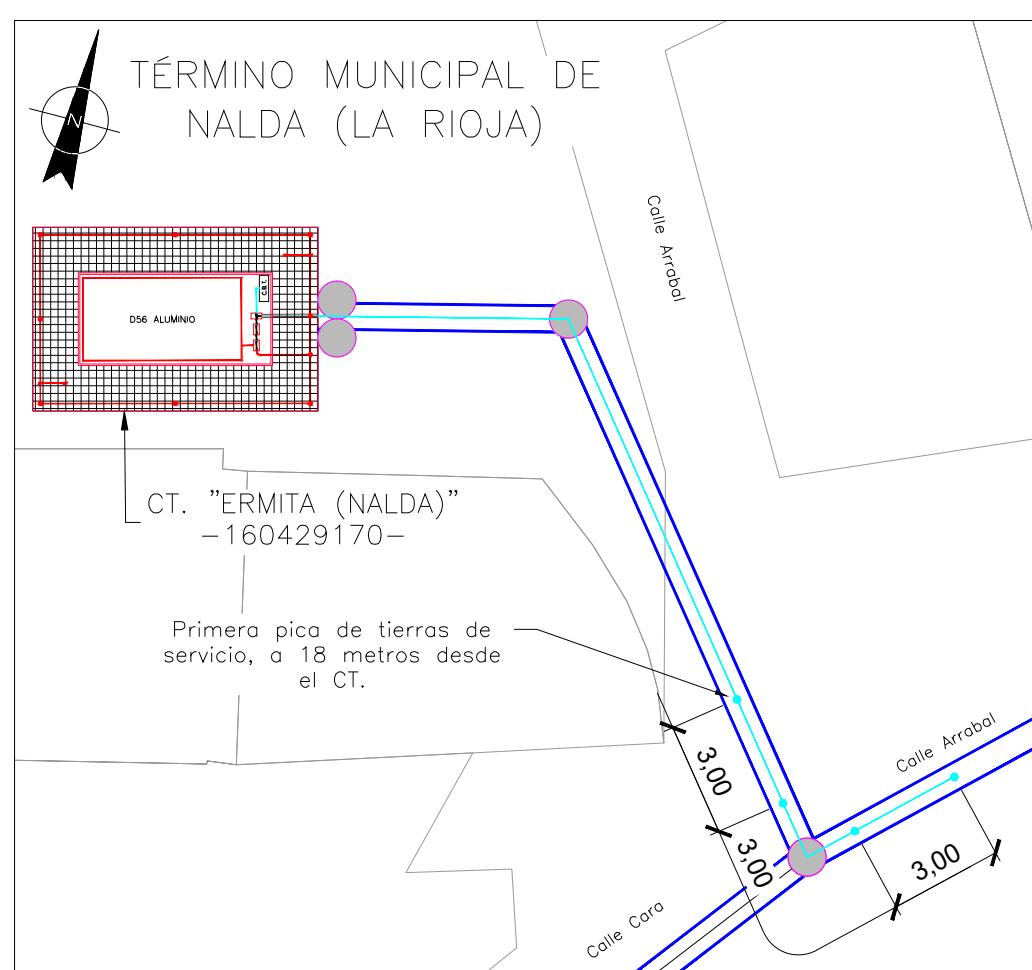
## ESQUEMA UNIFILAR



LEYENDA	
Nº	TIPO DE ELEMENTO
1	CELDA DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR
2	CELDA DE LÍNEA
3	TRANSFORMADOR 400 KVA
4	MÓDULO ACOMETIDA B.T.

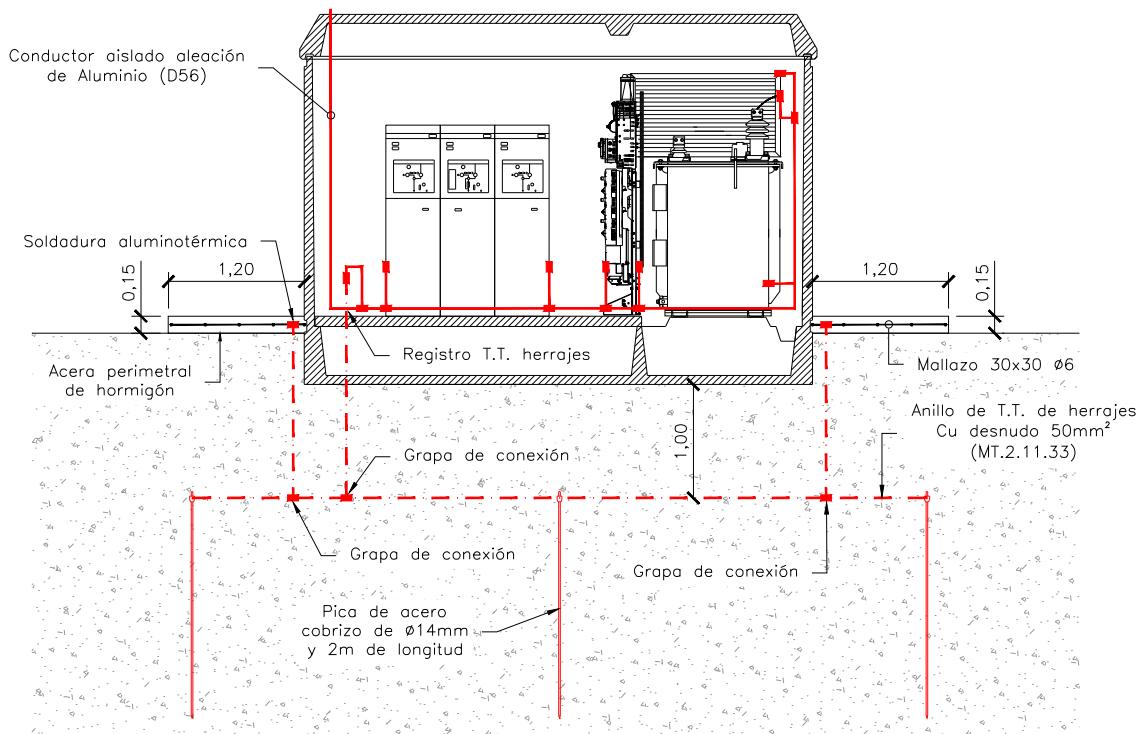
LEYENDA	
PaT NEUTRO	PaT de PROTECCION
● Pica de L=2 m ø 14 mm	● Pica de L=2 m ø 14 mm
Conductor Cu 50 mm	Conductor Cu 50 mm
Profundidad de enterramiento: H>1 m (cabezas de las picas) y cond. horizontal	Profundidad de enterramiento: H>1 m (cabezas de las picas) y cond. horizontal
Arqueta a construir.	
Zanja proyectada para canalización.	
NOTA: Se pondrán tantas picas como sea necesario para conseguir la resistencia suficiente. Las uniones entre picas y conductores, o entre conductores se realizará mediante soldadura aluminotérmica	

COORDENADAS U.T.M. (ETRS-89) HUSO 30		
ESQUINA	X	Y
NO	542.254,49	4.686.854,28
NE	542.261,78	4.686.856,20
SO	542.255,74	4.686.849,58
SE	542.263,02	4.686.851,51

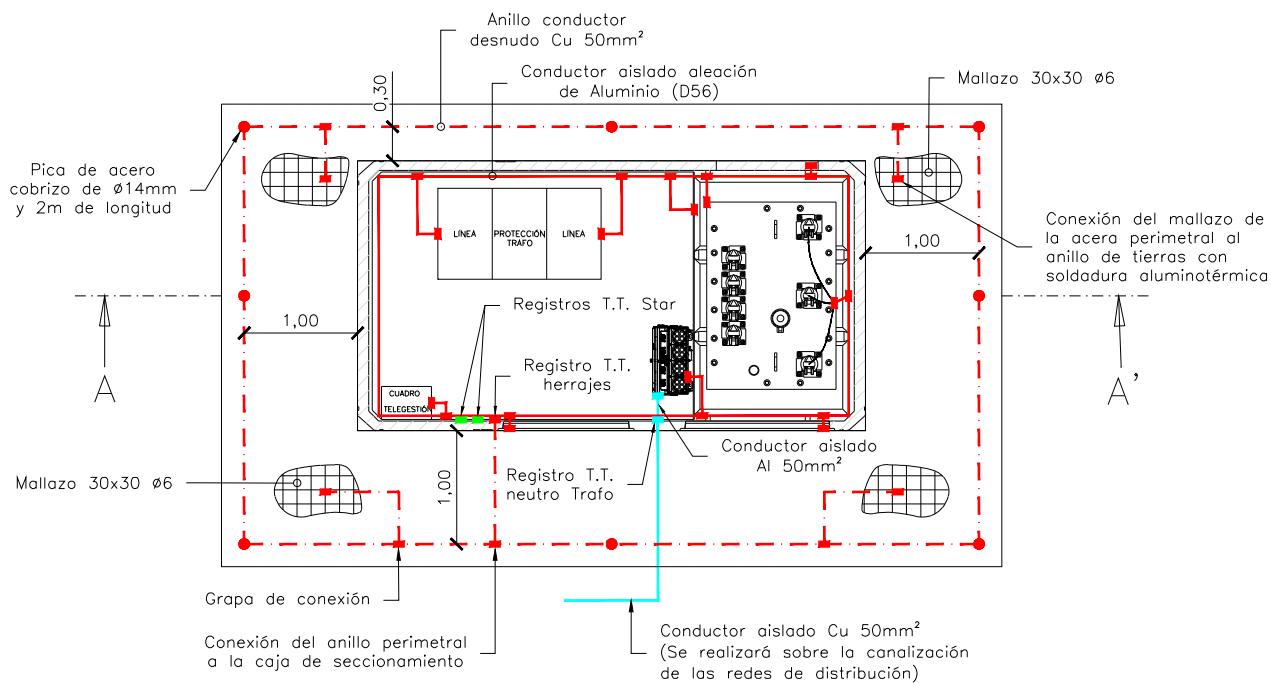


A	0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) CONFIGURACIÓN PaT CT. "ERMITA (NALDA)"	F	DIN-A3				
						DIBUJADO					
						COMPROBADO					
						APROBADO					
ESCALA 1/50				IDE		PLANO 07	HJJA 1/2 REV. --				
FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)				iDE							
0				150 MM							

## SECCIÓN A-A'



## PLANTA



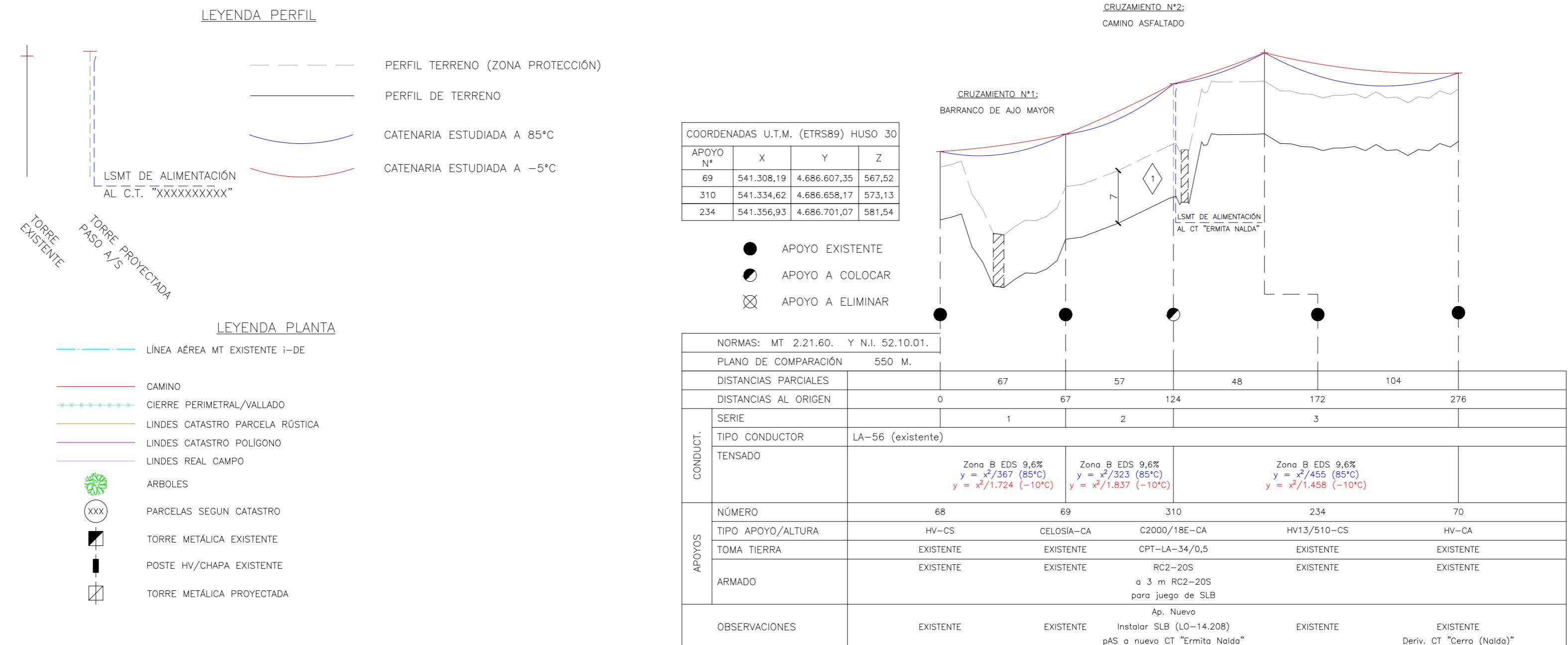
	A	0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIAR N° 3.775
			BOSLAN	DIBUJADO	
			BOSLAN	COMPROBADO	
			I-DE (Iberdrola)	APROBADO	
C				ESCALA	S/E

NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LSMT A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE  
NUEVO AP N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV  
"PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA",  
EN EL T.M. DE NALDA (LA RIOJA)  
CONFIGURACIÓN Pat CT. "ERMITA (NALDA)"

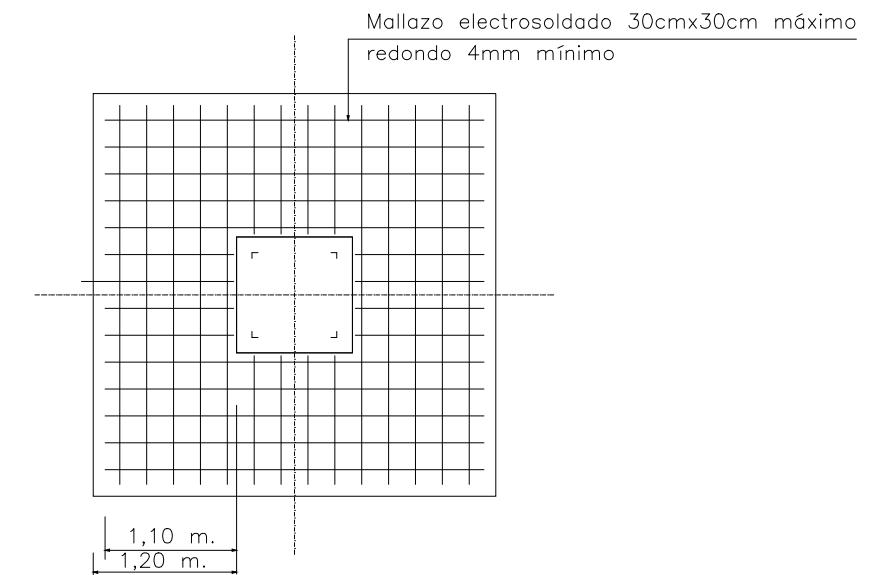
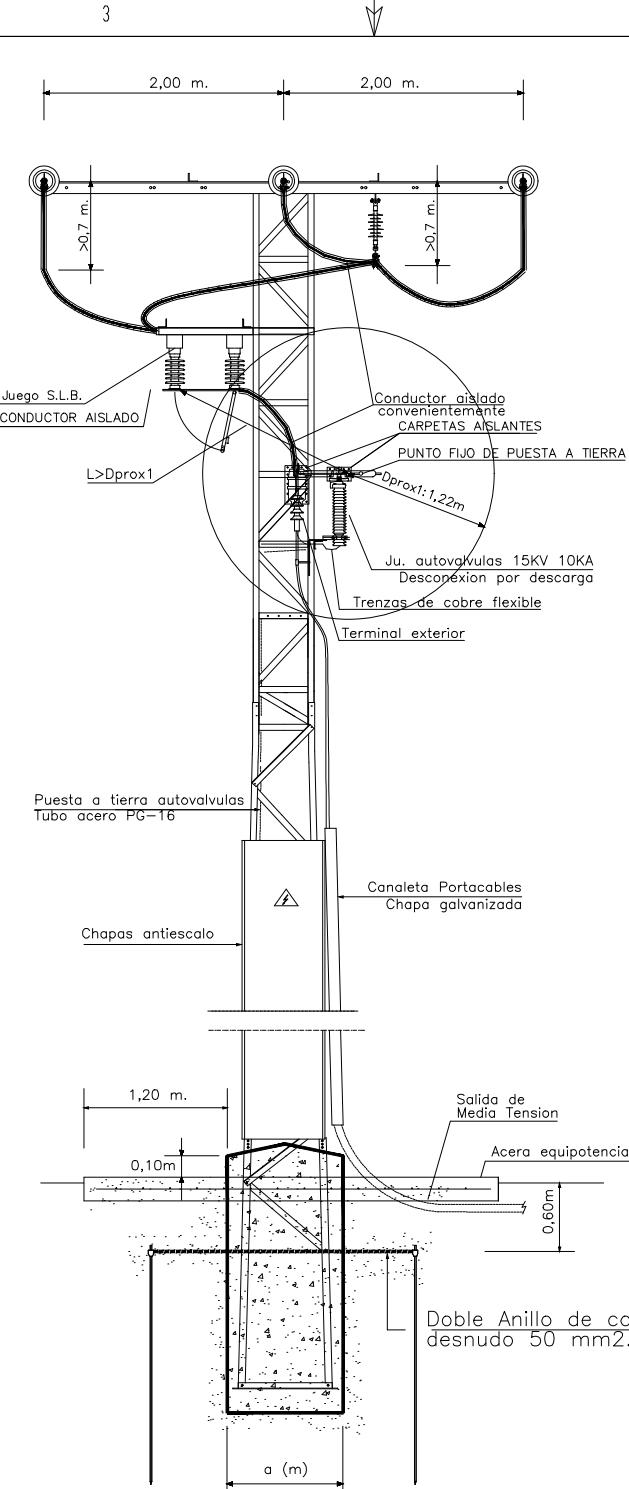
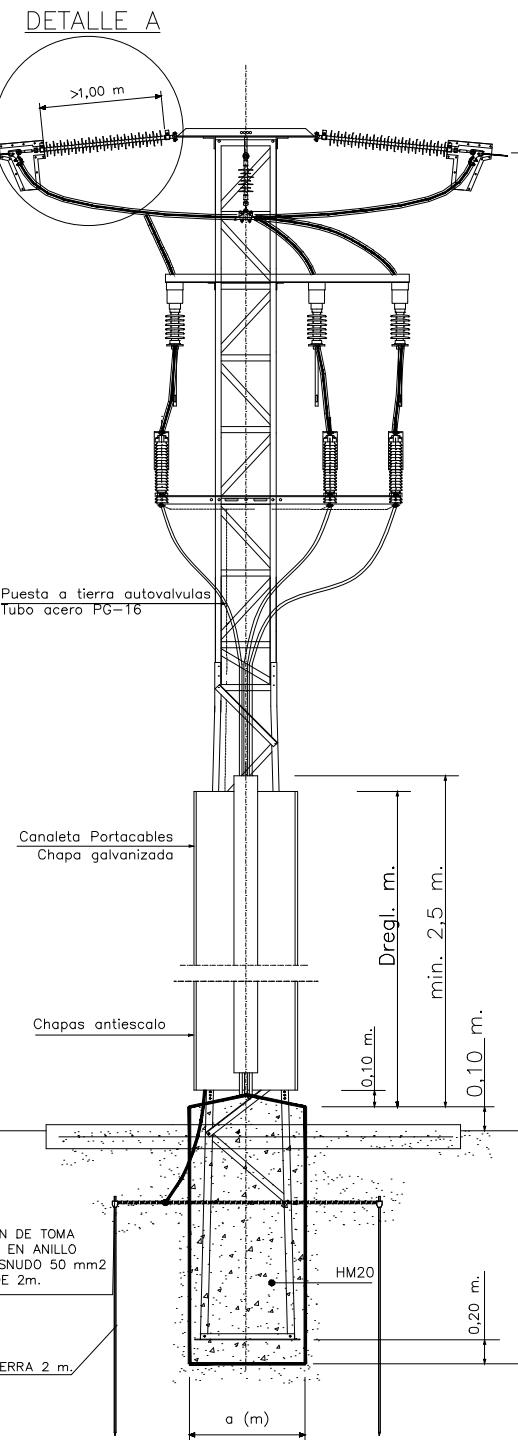


F	DIN-A4V
ANUL.	AR
PROYECTO	4681
PLANO	07
HÖJA	REV.
2/2	--

LÍNEA AÉREA S.C. A 13,2KV "PANZARES-VIGUERA" (4627-02)



1 2 3 4 5 6



DETALLE ACERA PERIMETRAL

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADO Y PUNTO DE TENSION		
1	CARTELAS DE CRUCETA	200mm
2	HORQUILLA DE BOLA	110mm
3	AISLADORES U70YB30 AL	1120mm
4	ALOJAMIENTO ROTULA	80mm
5	GRAPA DE AMARRE	110mm
6	CARPETA GRAPA DE AMARRE	
7	FORRADO DE CONDUCTOR	

TÉRMINO MUNICIPAL DE  
NALDA (LA RIOJA)

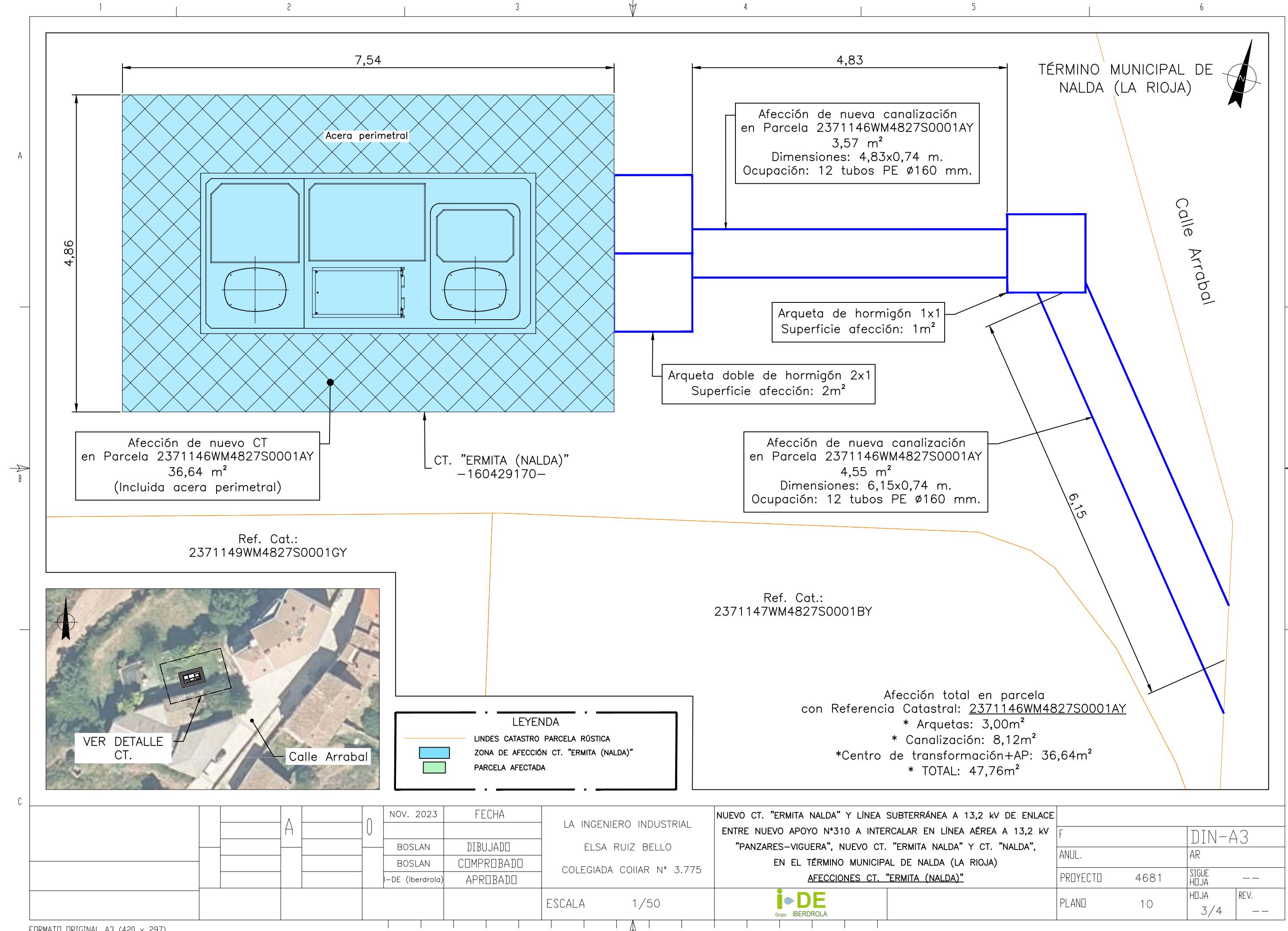


	A	0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA A 13,2 KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LÍNEA AÉREA A 13,2 KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y CT. "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) AFECCIONES CT. "ERMITA (NALDA)"	F	DIN-A3
			BOSLAN	DIBUJADO			ANUL.	AR
			BOSLAN	COMPROBADO			PROYECTO	4681 SIGUE HOJA --
			I-DE (Iberdrola)	APRÓBADO			PLANO	10 HOJA 1/4 REV. --
					ESCALA 1/2.000			

TÉRMINO MUNICIPAL DE  
NALDA (LA RIOJA)



	A	0	NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LINEA SUBTERRANEA A 13,2kV DE ENLACE ENTRE NUEVO APOYO N°310 A INTERCALAR EN LINEA AEREA A 13,2kV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT "ERMITA NALDA" Y CT "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) AFECCIONES APOYO N°310	F ANUL. PROYECTO 4681	DIN-A3	
			BOSLAN	DIBUJADO				AR	
			BOSLAN	COMPROBADO				SIGUE HOJA	
			I-DE (Iberdrola)	APRÓBADO				4681	--
					ESCALA	S/E		10	HOJA 2/4



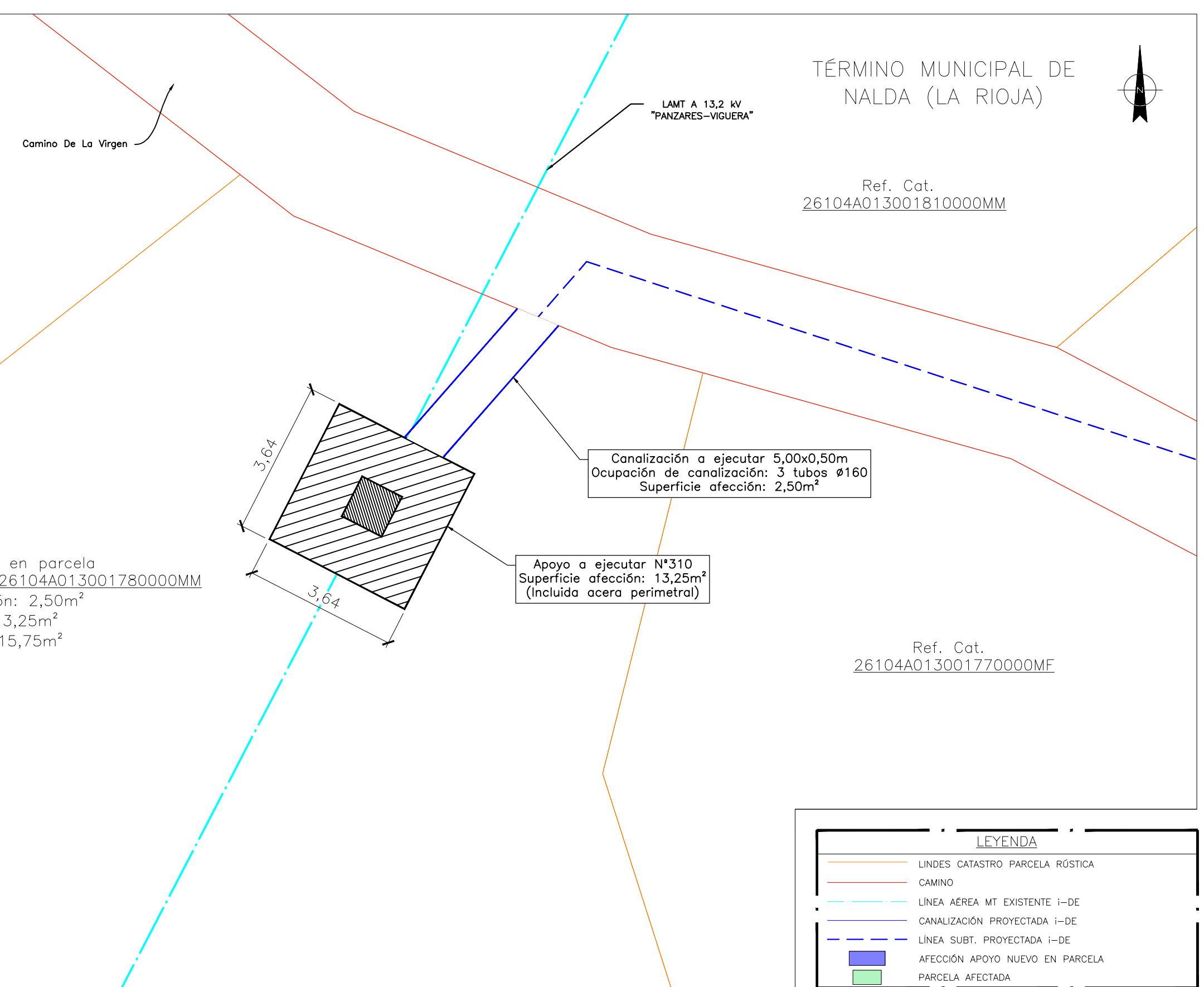
TÉRMINO MUNICIPAL DE  
NALDA (LA RIOJA)



Ref. Cat.  
26104A013001740000MP

Ref. Cat.  
26104A013001810000MM

Afección total en parcela  
con Referencia Catastral: 26104A013001780000MM  
\* Canalización:  $2,50\text{m}^2$   
\* Apoyo:  $13,25\text{m}^2$   
\* TOTAL:  $15,75\text{m}^2$



					NOV. 2023	FECHA	LA INGENIERO INDUSTRIAL ELSA RUIZ BELLO COLEGIADA COIIAR N° 3.775	NUEVO CT. "ERMITA NALDA" Y LINEA SUBTERRANEA A 13,2KV DE ENLACE ENTRE NUEVO APoyo N°310 A INTERCALAR EN LINEA AEREA A 13,2KV "PANZARES-VIGUERA", NUEVO CT "ERMITA NALDA" Y CT "NALDA", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE NALDA (LA RIOJA) AFECCIONES APoyo N°310		
					BOSLAN	DIBUJADO			F	DIN-A3
					BOSLAN	COMPROBADO			ANUL.	AR
					i-DE (Iberdrola)	APRÓBADO			PROYECTO	4681 SIGUE HOJA --
									PLANO	10 HOJA 4/4 REV. --
FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)					0		ESCALA	S/E	150 MM	