

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"RENOVACIÓN Y AMPLIACIÓN DE  
INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN  
ELÉCTRICA"

TRABAJO FIN DE GRADO

Febrero-2023

AUTOR: Álvaro Padilla Reverte

DIRECTOR: Miguel López García

# CAPÍTULOS DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO: “RENOVACIÓN Y AMPLIACIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA”

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 0. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
CAPÍTULO 0.1. RESUMEN Y ANTECEDENTES DEL TFG Y BENEFICIO INDUSTRIAL .....	7
CAPÍTULO 0.2. ORGANISMOS AFECTADOS .....	9
CAPÍTULO 0.3. BIBLIOGRAFÍA, NORMATIVAS TÉCNICAS .....	10
Capítulo 0.3.1. Legislación nacional .....	10
Capítulo 0.3.2. Legislación autonómica.....	10
Capítulo 0.3.3. Especificaciones particulares y proyectos tipo .....	12
<b>CAPÍTULO 1. MEMORIAS TÉCNICAS.....</b>	<b>13</b>
CAPÍTULO 1.1. DATOS GENERALES .....	13
Capítulo 1.1.1. Titular .....	13
Capítulo 1.1.2. Término municipal.....	13
Capítulo 1.1.3. Situación.....	13
Capítulo 1.1.4. Tensión nominal en kV.....	13
Capítulo 1.1.5. Plazo de Ejecución .....	13
Capítulo 1.1.6. Estimación Y/O Declaración de Impacto Ambiental .....	13
Capítulo 1.1.7. Declaración de Utilidad Pública .....	13
CAPÍTULO 1.2. SOTERRAMIENTO DE LÍNEA AÉREA HASTA NUEVO CT MEDIANTE CANALIZACIÓN ENTERRADA .....	14
Capítulo 1.2.1. Objeto.....	14
Capítulo 1.2.2. Trazado.....	14
Capítulo 1.2.3. Puntos de Conexión de la Infraestructura Eléctrica.....	15
Capítulo 1.2.4. Cruzamientos.....	15
Capítulo 1.2.5. Paralelismos .....	15
Capítulo 1.2.6. Paso por zonas que exija condicionado .....	15
Capítulo 1.2.7. Materiales .....	15
Capítulo 1.2.7.1. Conductor Subterráneo.....	15
Capítulo 1.2.7.2. Canalización Directamente Enterrada .....	16
Capítulo 1.2.7.3. Canalización Entubada .....	17
Capítulo 1.2.7.4. Arquetas.....	18
Capítulo 1.2.7.5. Herrajes, ensayos y protecciones del comienzo y final de línea .....	18
Capítulo 1.2.7.6. Conductor aéreo .....	19
Capítulo 1.2.8. Medidas de señalización de seguridad.....	19
Capítulo 1.2.9. Protecciones Eléctricas.....	20
Capítulo 1.2.9.1. Protecciones contra sobreintensidades.....	20
Capítulo 1.2.9.2. Protecciones contra cortocircuitos .....	20
Capítulo 1.2.9.3. Protecciones contra sobrecargas .....	21
Capítulo 1.2.9.4. Protecciones contra sobrecargas .....	21
Capítulo 1.2.10. Apoyo de entronque .....	21
Capítulo 1.2.10.1. Apoyo .....	21
Capítulo 1.2.10.2. Crucetas.....	22

Capítulo 1.2.10.3. Resumen de características del apoyo proyectado.....	23
Capítulo 1.2.10.4. Nivel de aislamiento .....	23
Capítulo 1.2.10.5. Formación de cadenas .....	23
Capítulo 1.2.10.6. Cimentación.....	24
Capítulo 1.2.10.7. Protección de la avifauna .....	25
Capítulo 1.2.10.8. Apoyo frecuentado .....	25
CAPÍTULO 1.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN ENTRE DOS CT'S .....	26
Capítulo 1.3.1. Objeto.....	26
Capítulo 1.3.2. Trazado.....	26
Capítulo 1.3.3. Puntos de Conexión de la Infraestructura Eléctrica.....	27
Capítulo 1.3.4. Cruzamientos.....	27
Capítulo 1.3.5. Paralelismos .....	27
Capítulo 1.3.6. Paso por zonas que exija condicionado .....	27
Capítulo 1.3.7. Materiales .....	28
Capítulo 1.3.7.1. Conductor Subterráneo.....	28
Capítulo 1.3.7.2. Canalización Entubada .....	29
Capítulo 1.3.7.4. Arquetas.....	29
Capítulo 1.3.7.5. Herrajes, ensayos y protecciones del comienzo y final de línea .....	30
Capítulo 1.3.8. Protecciones Eléctricas.....	30
Capítulo 1.3.8.1. Protecciones contra sobrecargas.....	30
Capítulo 1.3.8.2. Protecciones contra cortocircuitos .....	31
Capítulo 1.3.8.3. Protecciones contra sobrecargas .....	31
Capítulo 1.3.8.4. Protecciones contra sobrecargas .....	32
CAPÍTULO 1.4. DESMANTELAMIENTO DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....	33
Capítulo 1.4.1. Objeto.....	33
Capítulo 1.4.2. Emplazamiento.....	33
Capítulo 1.4.3. Características de las instalaciones .....	33
Capítulo 1.4.4. Descripción de las obras de desmantelamiento.....	34
Capítulo 1.4.5. Plan de desmantelamiento .....	34
Capítulo 1.4.5.1. Aparellaje eléctrico y equipos .....	34
Capítulo 1.4.5.2. Conductor aéreo .....	34
Capítulo 1.4.5.3. Apoyos y Crucetas.....	34
Capítulo 1.4.5.4. Elementos de maniobra.....	35
Capítulo 1.4.5.5. Conductor subterráneo sin desmantelamiento.....	35
CAPÍTULO 1.5. NUEVO CT COMPACTO EN ENVOLVENTE PREFABRICADA DE SUPERFICIE .....	36
Capítulo 1.5.1. Objeto.....	36
Capítulo 1.5.2. Emplazamiento.....	36
Capítulo 1.5.3. Actividad a la que se destina el nuevo centro de transformación.....	36
Capítulo 1.5.4. Potencia unitaria del transformador y potencia total en kVA.....	36
Capítulo 1.5.5. Tipo de centro de transformación y de transformador.....	36
Capítulo 1.5.6. Características del centro de transformación compacto .....	37
Capítulo 1.5.7. Características del edificio .....	37
Capítulo 1.5.7.1. Ubicación y accesos.....	37
Capítulo 1.5.7.2. Ventilación .....	37
Capítulo 1.5.7.3. Alumbrado.....	38
Capítulo 1.5.7.4. Foso de recogida de aceite .....	38
Capítulo 1.5.7.5. Condiciones acústicas .....	38
Capítulo 1.5.7.6. Aislamiento térmico .....	39
Capítulo 1.5.8. Instalación eléctrica .....	39
Capítulo 1.5.8.1. Características de la aparamenta de Media Tensión .....	39
Capítulo 1.5.8.2. Características de la aparamenta de Baja Tensión .....	40
Capítulo 1.5.8.3. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	40
Capítulo 1.5.9. Medida de la energía eléctrica .....	41
Capítulo 1.5.10. Puesta a tierra .....	41
Capítulo 1.5.10.1. Tierra de protección .....	41

Capítulo 1.5.10.2. Tierra de servicio .....	42
Capítulo 1.5.10.3. Tierras interiores .....	42
Capítulo 1.5.11. Medidas de seguridad y señalización .....	42
Capítulo 1.5.12. Limitación de campos magnéticos .....	42
Capítulo 1.5.13. Nivel de ruido de la instalación .....	43
<b>CAPÍTULO 1.6. REFORMA DE CT EXISTENTE DE TIPO SUPERFICIE DE OBRA CIVIL.....</b>	<b>44</b>
Capítulo 1.6.1. Objeto.....	44
Capítulo 1.6.2. Emplazamiento.....	44
Capítulo 1.6.3. Actividad a la que se destina el nuevo centro de transformación.....	44
Capítulo 1.6.4. Potencia unitaria del transformador y potencia total en kVA.....	44
Capítulo 1.6.5. Tipo de centro de transformación y de transformador.....	45
Capítulo 1.6.6. Características del centro de transformación tipo superficie.....	45
Capítulo 1.6.7. Características del edificio de obra civil.....	45
Capítulo 1.6.7.1. Características de los materiales .....	45
Capítulo 1.6.7.2. Ventilación .....	46
Capítulo 1.6.7.3. Alumbrado.....	46
Capítulo 1.6.7.4. Foso de recogida de aceite .....	46
Capítulo 1.6.7.5. Condiciones acústicas .....	47
Capítulo 1.6.7.6. Aislamiento térmico .....	47
Capítulo 1.6.8. Instalación eléctrica .....	48
Capítulo 1.6.8.1. Características de la apartada de Media Tensión .....	48
Capítulo 1.6.8.2. Características de la apartada de Baja Tensión .....	48
Capítulo 1.6.8.3. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	48
Capítulo 1.6.9. Medida de la energía eléctrica .....	50
Capítulo 1.6.10. Puesta a tierra .....	50
Capítulo 1.6.10.1. Tierra de protección .....	50
Capítulo 1.6.10.2. Tierra de servicio .....	50
Capítulo 1.6.10.3. Tierras interiores.....	50
Capítulo 1.6.11. Medidas de seguridad y señalización .....	50
Capítulo 1.6.12. Limitación de campos magnéticos .....	50
Capítulo 1.6.13. Nivel de ruido de la instalación .....	51
<b>CAPÍTULO 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO 2.1. CÁLCULOS DEL SOTERRAMIENTO DE LA LAMT.....</b>	<b>52</b>
Capítulo 2.1.1. Cálculo de intensidad máxima admisible .....	52
Capítulo 2.1.2. Potencia máxima de transporte admisible .....	52
Capítulo 2.1.3. Cálculo de intensidad de cortocircuito máxima admisible .....	53
Capítulo 2.1.4. Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas .....	53
Capítulo 2.1.5. Cálculo de caída de tensión .....	54
Capítulo 2.1.6. Cálculo de pérdida de potencia .....	55
Capítulo 2.1.7. Cálculo de sistema de puesta a tierra del apoyo frecuentado .....	55
Capítulo 2.1.7.1. Investigación de las características del suelo.....	56
Capítulo 2.1.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.....	56
Capítulo 2.1.7.3. Elección del electrodo .....	56
Capítulo 2.1.7.4. Resistencia del sistema de puesta a tierra .....	57
Capítulo 2.1.7.5. Intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo .....	57
Capítulo 2.1.7.6. Tensión de contacto máxima .....	57
Capítulo 2.1.7.7. Tensión de contacto aplicada .....	58
Capítulo 2.1.7.8. Determinación de la duración máxima de la corriente de falta .....	58
Capítulo 2.1.7.9. Verificación del sistema de puesta a tierra elegido.....	59
Capítulo 2.1.7.10. Medidas adicionales.....	59
Capítulo 2.1.7.11. Determinación de la tensión de paso máxima aplicada en la instalación, para el caso de adoptar la medida adicional.....	59
Capítulo 2.1.7.12. Verificación del sistema de puesta a tierra elegido con la medida adicional .....	60

Capítulo 2.1.8. Comprobación a esfuerzo vertical del apoyo proyectado .....	61
CAPÍTULO 2.2. CÁLCULOS DE LA LSMT ENTRE DOS CT'S .....	62
Capítulo 2.2.1. Cálculo de intensidad máxima admisible .....	62
Capítulo 2.2.2. Potencia máxima de transporte admisible .....	63
Capítulo 2.2.3. Cálculo de intensidad de cortocircuito máxima admisible .....	63
Capítulo 2.2.4. Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas .....	63
Capítulo 2.2.5. Cálculo de caída de tensión .....	64
CAPÍTULO 2.3. CÁLCULOS DEL NUEVO CTCS .....	65
Capítulo 2.3.1. Intensidad de Alta Tensión .....	65
Capítulo 2.3.2. Intensidad de Baja Tensión .....	65
Capítulo 2.3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	65
Capítulo 2.3.4. Cortocircuito en el lado de alta tensión.....	65
Capítulo 2.3.5. Cortocircuito en el lado de baja tensión. ....	66
Capítulo 2.3.6. Protecciones del transformador .....	66
Capítulo 2.3.7. Dimensionado de los puentes de Media Tensión .....	66
Capítulo 2.3.8. Cálculo de puesta a tierra .....	66
Capítulo 2.3.8.1. DISEÑO DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....	67
Capítulo 2.3.8.2. DISEÑO DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR.....	69
Capítulo 2.3.8.3. SEPARACIÓN ENTRE T.T. DE MASAS DEL CT Y T.T. DEL NEUTRO .....	70
Capítulo 2.3.9. Cálculo del cumplimiento de campos magnéticos en proximidades al CT ....	70
Capítulo 2.3.9.1. Objeto .....	70
Capítulo 2.3.9.2. Niveles de referencia.....	71
Capítulo 2.3.9.3. Estudio de campos magnéticos creados por la instalación .....	71
Capítulo 2.3.9.4. Medidas para minimizar los campos electromagnéticos creados por la instalación .....	73
Capítulo 2.3.10. Cálculo del cumplimiento de nivel de ruido emitido por el CT .....	74
Capítulo 2.3.10.1. Objeto.....	74
Capítulo 2.3.10.2. Niveles de referencia .....	74
Capítulo 2.3.10.3. Cálculo nivel de ruido de la instalación .....	75
CAPÍTULO 2.4. CÁLCULOS DEL CT EXISTENTE DE TIPO SUPERFICIE DE OBRA CIVIL.....	76
Capítulo 2.4.1. Intensidad de Alta Tensión .....	76
Capítulo 2.4.2. Intensidad de Baja Tensión .....	76
Capítulo 2.4.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	76
Capítulo 2.4.4. Cortocircuito en el lado de alta tensión.....	76
Capítulo 2.4.5. Cortocircuito en el lado de baja tensión. ....	77
Capítulo 2.4.6. Protecciones del transformador .....	77
Capítulo 2.4.7. Dimensionado de los puentes de Media Tensión .....	77
Capítulo 2.4.8. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación .....	78
Capítulo 2.4.9. Cálculo del cumplimiento de campos magnéticos en proximidades al CT ....	78
Capítulo 2.4.9.1. Objeto .....	78
Capítulo 2.4.9.2. Niveles de referencia.....	79
Capítulo 2.4.9.3. Estudio de campos magnéticos creados por la instalación .....	79
Capítulo 2.4.9.4. Medidas para minimizar los campos electromagnéticos creados por la instalación .....	81
Capítulo 2.4.10. Cálculo del cumplimiento de nivel de ruido emitido por el CT .....	82
Capítulo 2.4.10.1. Objeto.....	82
Capítulo 2.4.10.2. Niveles de referencia .....	82
Capítulo 2.4.10.3. Cálculo nivel de ruido de la instalación .....	83
<b>CAPÍTULO 3. PLANOS .....</b>	<b>84</b>
CAPÍTULO 3.1. PLANOS GENERALES DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO.....	84
CAPÍTULO 3.2. PLANOS ESPECÍFICOS DEL SOTERRAMIENTO DE LAMT .....	85
CAPÍTULO 3.3. PLANOS ESPECÍFICOS DE LA LSMT ENTRE DOS CT'S .....	86
CAPÍTULO 3.4. PLANOS ESPECÍFICOS DEL DESMANTELAMIENTO DE LAMT .....	87

CAPÍTULO 3.5. PLANOS ESPECÍFICOS DEL NUEVO CTCS .....	88
CAPÍTULO 3.6. PLANOS ESPECÍFICOS DEL CT EXISTENTE DE TIPO SUPERFICIE DE OBRA CIVIL.....	89
<b>CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO.....</b>	<b>140</b>
CAPÍTULO 4.1. PRESUPUESTO DEL SOTERRAMIENTO DE LA LAMT .....	140
CAPÍTULO 4.2. PRESUPUESTO DE LA LSMT ENTRE DOS CT'S .....	141
CAPÍTULO 4.3. PRESUPUESTO DEL DESMANTELAMIENTO DE LAMT .....	142
CAPÍTULO 4.4. PRESUPUESTO DEL NUEVO CTCS .....	143
CAPÍTULO 4.5. PRESUPUESTO DEL CT EXISTENTE DE TIPO SUPERFICIE DE OBRA CIVIL.....	144
CAPÍTULO 4.6. PRESUPUESTO DEL BENEFICIO INDUSTRIAL DESTINADO A LA INGENIERÍA. ....	145
<b>CAPÍTULO 5. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>146</b>
CAPÍTULO 5.1. OBJETO.....	146
CAPÍTULO 5.2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA .....	146
CAPÍTULO 5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS .....	146
Capítulo 5.3.1. Residuos generados en el soterramiento LAMT .....	146
Capítulo 5.3.2. Residuos generados en la LSMT entre CT'S .....	147
Capítulo 5.3.3. Residuos generados en el desmantelamiento de la LAMT .....	147
CAPÍTULO 5.4. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	147
CAPÍTULO 5.5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA .....	148
CAPÍTULO 5.6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....	148
CAPÍTULO 5.7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS .....	148
CAPÍTULO 5.7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN CORRECTA DE LOS RESIDUOS .....	148
<b>CAPÍTULO 6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>149</b>
CAPÍTULO 6.1. OBJETO.....	149
CAPÍTULO 6.2. CAMPO DE APLICACIÓN .....	149
CAPÍTULO 6.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	149
Capítulo 6.3.1. Datos de la obra .....	149
Capítulo 6.3.2. Replanteo de la obra .....	149
Capítulo 6.3.3. Recepción del material.....	149
Capítulo 6.3.4. Organización.....	149
Capítulo 6.3.5. Ejecución de obras .....	149
Capítulo 6.3.6. Subcontratación de obras .....	149
Capítulo 6.3.7. Plazo de ejecución.....	150
Capítulo 6.3.8. Recepción provisional .....	150
Capítulo 6.3.9. Periodo de garantía .....	150
Capítulo 6.3.10. Recepción definitiva .....	150
Capítulo 6.3.11. Pago de obras .....	150
Capítulo 6.3.12. Abono de los materiales acopiados .....	150
Capítulo 6.3.13. Disposición final .....	150
CAPÍTULO 6.4. CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	151
Capítulo 6.4.1. Transformadores de potencia .....	151
Capítulo 6.4.2. Equipos de medida .....	151
Capítulo 6.4.3. Puesta en servicio.....	151
Capítulo 6.4.4. Separación de servicio .....	151
Capítulo 6.4.5. Mantenimiento .....	152
CAPÍTULO 6.5. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	152
Capítulo 6.5.1. Características de los materiales.....	152
Capítulo 6.5.2. Ejecución de las instalaciones proyectadas.....	152
CAPÍTULO 6.6. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	152
CAPÍTULO 6.7. PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	152

Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García



CAPÍTULO 6.8. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	152
CAPÍTULO 6.9. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	153
CAPÍTULO 6.10. LIBRO DE ÓRDENES .....	153
<b>CAPÍTULO 7. ILUSTRACIONES.....</b>	<b>154</b>
<b>CAPÍTULO 8. TABLAS.....</b>	<b>155</b>
<b>CAPÍTULO 9. FICHAS TÉCNICAS .....</b>	<b>156</b>



## Capítulo 0. Introducción

### Capítulo 0.1. Resumen y antecedentes del TFG y beneficio industrial.

El presente trabajo de fin de grado está basado en una idea original del autor Álvaro Padilla Reverte, tutelado por el doctor Miguel López Pérez y desarrollado a partir de una problemática/anomalía encontrada en la red de distribución eléctrica.

Tiene como objetivo demostrar las competencias y habilidades adquiridas a lo largo de la formación académica en el Grado de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Miguel Hernández, así como en la experiencia adquirida en la elaboración de proyectos eléctricos en instalaciones de distribución eléctrica, en la Comunidad Valenciana para una empresa dedicada a la ingeniería.

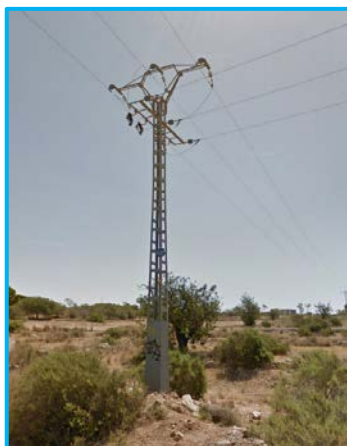
Por este último motivo, para la recopilación de datos reales en campo de la infraestructura existente de distribución de la zona, se ha usado un GIS (Sistema de información geográfica) propio de la empresa, aunque para hacer el trabajo de fin de grado más atractivo, parte del proyecto se ha simulado en una ubicación idónea que generase cierto tipo de inconvenientes.

Además, como ayuda para situar la instalación, analizar las anomalías en la red, encontrar los organismos afectados que se verán a lo largo del trabajo de fin de grado y la elaboración de la base de cartográfica de los planos, se han empleado los siguientes recursos:

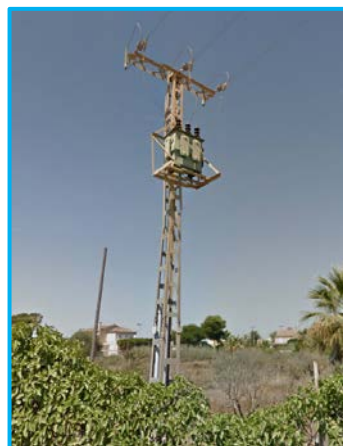
- Visor Cartográfico de la Comunidad Valenciana
- Google Maps
- Sede Electrónica del Catastro

Para comenzar, la idea principal del trabajo de fin de grado es dotar a la red de distribución eléctrica de una conexión más dinámica en cuanto a término de cortes por mantenimiento y fallos se refiere, de una configuración aún más mallada de la que nos encontramos.

Para ello, primeramente, se analizó el soterramiento de la línea aérea existente, determinando el cambio del apoyo, reforzando los esfuerzos mecánicos, desmantelando el tramo de línea aérea que va al centro de transformación tipo intemperie y el apoyo que lo sostiene, de esta forma se elimina el vuelo y servidumbre sobre la parcela privada donde se encuentran los elementos de red mencionados.



*Ilustración 2: Apoyo a sustituir elegido para el soterramiento*



*Ilustración 1: Apoyo a sustituir elegido para el desmantelamiento*



De esta forma, soterramos la línea y proyectamos un centro de transformación prefabricado con dos celdas de media tensión para realizar la entrada y salida de la línea subterránea, dotando a la red de un seccionamiento de la línea más seguro para mantenimientos y posibles cortes intempestivos.



*Ilustración 3: CTCS Ormazabal*

Otro detalle a mencionar del soterramiento será la adaptación a la avifauna del nuevo apoyo, colocando bastones largos y protecciones en cada uno de los elementos en tensión.

Se aprovechará la celda de media tensión libre del nuevo CT proyectado para realizar una nueva línea subterránea de media tensión, donde en su recorrido surgirán diferentes afecciones con organismos públicos tales como la Conselleria de Agricultura y la Conselleria de Transportes.

8

Para finalizar, el trazado de la línea subterránea terminará en un armario de obra civil proyectado, que estará adosado al centro de transformación tipo “palomar”, donde ya se encuentra alimentado con otra línea subterránea de media tensión.

La línea de media tensión que proyectamos desde el apoyo a sustituir, hasta el centro de transformación tipo “palomar”, quedará de esta forma, anillada en la red de distribución eléctrica, dotándola de mayor seguridad, maniobrabilidad y fiabilidad ante fallos.

El beneficio industrial que obtendrá la ingeniería tras la realización de los cinco proyectos de distribución eléctrica ascenderá hasta 5.571, 00 €.

## Capítulo 0.2. Organismos afectados

Se necesita identificar los diferentes organismos afectados en la situación del trabajo de fin de grado, en base a comprender el alcance y magnitud del impacto industrial, para tomar las medidas adecuadas para abordar cada problemática generada por la nueva instalación.

Los diferentes organismos afectados que se presentan son:

- Ayuntamiento de Santa Pola.
- Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica.
- Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad.
- Gas Natural, S.A.



## Capítulo 0.3. Bibliografía, normativas técnicas

### Capítulo 0.3.1. Legislación nacional

- **LEY 24/2013 de 26 de Diciembre**, de regulación de Sector Eléctrico (BOE 27/12/13).
- **REAL DECRETO 1047/2013, de 27 de diciembre**, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- **REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de energía eléctrica (BOE de 27/12/00).
- **REAL DECRETO 222/2008, de 15 de febrero**, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica. (BOE 18/03/08).
- **REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero**, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19/03/08). Corrección de errores. (BOE 17/05/08). Corrección de errores. (BOE 19/07/08).
- **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo**, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **REAL DECRETO 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. (BOE 13/09/08).
- **Ley 21/2013, de 9 de diciembre**, de evaluación ambiental.
- **Decreto n.º 89/2012, de 28 de junio**, por el que se establecen normas adicionales aplicables a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión con objeto de proteger la avifauna y atenuar los impactos ambientales.
- **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- **Ley 54/1997, de 27 de noviembre**, del Sector Eléctrico.

10

### Capítulo 0.3.2. Legislación autonómica

- **DECRETO 88/2005, de 29 de abril**, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de la autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat (DOCV 05/05/05).
- **DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell**, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica (DOCV 28/08/20).
- **DECRETO 141/2012, de 28 de septiembre, del Consell**, por el que se simplifica el procedimiento para la puesta en funcionamiento de industrias e instalaciones industriales.

- **ORDEN 9/2010, de 7 de abril**, de la Consellería de Infraestructuras de Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales. (DOCV 16/04/10).
- **LEY 2/89, de 3 de marzo**, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOGV 08/03/89).
- **DECRETO 162/90, de 15 de octubre**, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOGV 30/10/90).
- **DECRETO 32/2006, de 10 de marzo**, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental.
- **LEY 4/1998, de 11 de junio**, del Patrimonio Cultural Valenciano. (DOGV 18/06/98).
- **LEY 5/2014, de 25 de julio de la Generalitat**, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- **Ley 54/1997, de 27 de noviembre**, del Sector Eléctrico.
- **LEY 3/93, de 9 de diciembre de la Generalitat Valenciana**, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- **LEY 3/1995 de 23 de marzo**, de Vías Pecuarias.
- **DECRETO 7/2004, de 23 de enero del Consell de la Generalitat**, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones. (DOGV 27/01/04).
- **RESOLUCIÓN de 15 de octubre de 2010**, del Consell de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión. (DOCV 05/11/10).
- **Orden 3/2015, de 18 de septiembre**, de la Conselleria de Economía Sostenible, Sectores Productivos, Comercio y Trabajo, por la que se derogan diversas normas y resoluciones en materia de distribución de energía eléctrica.
- **Resolución de 8 de marzo de 2007**, del Director General de Relaciones con las Cortes y Secretariado del Gobierno de la Presidencia de la Generalitat, por la que se dispone la publicación del Convenio Marco de construcción y modificación de instalaciones eléctricas entre la Generalitat e i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU.

### Capítulo 0.3.3. Especificaciones particulares y proyectos tipo

Las siguientes especificaciones particulares y proyectos tipo serán indicadas en cada memoria técnica donde apliquen sus contenidos, obtenidos de la Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de fecha 18 de Diciembre de 2019:

**MT 2.03.20 Normas particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión.** – Edición 11 de fecha 05/2019.

**MT 2.21.60 Proyecto tipo línea aérea de media tensión. Simple circuito con conductor de aluminio-acero 47-AL1/8ST1A (LA 56)** – Edición 06 de fecha 05/2019.

**MT 2.31.01 de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV** – Edición 10 de fecha 05/2019.

**MT 2.33.51 de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV Directamente Enterrada** – Edición 01 de fecha 04/2020.

**MT 2.11.10 Proyecto tipo para centro de transformación compacto en edificio prefabricado de superficie** - Edición 03 de fecha 05/2019.

**MT 2.11.03 Proyecto Tipo Centro de Transformación en edificio de otros usos.** - Edición 08 de fecha 05/2019.

**MT 2.11.33 Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra. para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV** - Edición 03 de fecha 05/2019.

**MT 2.13.40 Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para centros de transformación** - Edición 03 de fecha 01/2021.

**MT 2.23.35 Diseño de puestas a tierra en apoyos de LAAT de tensión nominal igual o inferior a 20 kV** - Edición 03 de fecha 02/2014.

**MT 2.22.01 Instalación de elementos para la protección de la avifauna en líneas aéreas de alta tensión en zonas protegidas** - Edición 00 de fecha 12/2015.

**MT 2.24.80 Soluciones tipo para la protección de la avifauna** - Edición 01 de fecha 06/2018.

**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** - Edición 07 de fecha 05/2019.

**NI 52.31.02 Crucetas rectas y semicrucetas para líneas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV** - Edición 03 de fecha 03/2010.

**NI 52.10.01 Apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas hasta 30 kV** - Edición 08 de fecha 05/2019.

**NI 48.08.01 Aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de Alta Tensión** - Edición 09 de fecha 05/2019.

**NI 50.20.03 Herrajes, puertas, tapas, rejillas, escaleras y cerraduras para centros de transformación** - Edición 04 de fecha 07/2014.

**NI 72.30.00 Transformadores trifásicos sumergidos en líquido aislante para distribución en Baja Tensión** - Edición 11 de fecha 05/2019.

## Capítulo 1. Memorias técnicas

### Capítulo 1.1. Datos generales

#### Capítulo 1.1.1. Titular

DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UMH, S.A., con domicilio en Avenida de la Universidad, s/n. 03202 Elche, Alicante, domicilio social en Avenida de la Universidad, s/n. 03202 Elche, Alicante, y CIF Q5350015C.

#### Capítulo 1.1.2. Término municipal

Término municipal de Santa Pola.

#### Capítulo 1.1.3. Situación

La instalación de distribución eléctrica se ubica en el término municipal de Santa Pola, en la provincia de Alicante, según el plano adjunto nº1.

#### Capítulo 1.1.4. Tensión nominal en kV

La tensión nominal de las instalaciones previstas en el trabajo de fin de grado es de 20kV distribución propiedad de Distribución Eléctrica UMH, S.A.

#### Capítulo 1.1.5. Plazo de Ejecución

Las instalaciones se pretenden realizar en un periodo máximo de ejecución de 6 meses a partir de las concesiones y autorizaciones administrativas necesarias para su ejecución.

#### Capítulo 1.1.6. Estimación Y/O Declaración de Impacto Ambiental

La instalación diseñada de línea subterránea de media tensión a 20kV, **No precisa Estimación/Declaración de Impacto Ambiental**, según Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

La instalación diseñada de línea subterránea de media tensión a 20kV, **Sí está sujeta a Riesgo de Incendio Forestal**, según Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el Pliego General de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones.

En la totalidad del trazado de la instalación nos encontramos en zona de terreno forestal <500m.

#### Capítulo 1.1.7. Declaración de Utilidad Pública

La instalación diseñada **No precisa la Declaración de Utilidad Pública**.

## Capítulo 1.2. Soterramiento de línea aérea hasta nuevo CT mediante canalización enterrada

### **ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EL PRESENTE PROYECTO**

**MT 2.21.60** Proyecto tipo línea aérea de media tensión. Simple circuito con conductor de aluminio-acero 47-AL1/8ST1A (LA 56) – Edición 06 de fecha 05/2019, **MT 2.33.51** de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV Directamente Enterrada – Edición 01 de fecha 04/2020, **MT 2.31.01** de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV – Edición 10 de fecha 05/2019 y demás especificaciones Particulares de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU, según Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de fecha 18 de Diciembre de 2019.

#### Capítulo 1.2.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto, dentro del trabajo de fin de grado, es la de ampliar y mejorar la red de Media Tensión de distribución de energía eléctrica para mejorar la calidad de servicio, garantizando un suministro eléctrico regular.

La instalación que se proyecta es necesaria para conectar eléctricamente el apoyo a sustituir número 1 de la Línea Aérea de Media Tensión L-10 de ST Santa Pola con el Nuevo CT Compacto en Envoltente Prefabricada de Superficie, y se realizará mediante una línea subterránea de media tensión a 20 kV.

#### Capítulo 1.2.2. Trazado

La longitud total de la nueva línea subterránea de media tensión es de 56 metros, de los cuales, 4 metros se alojarán en el interior del CTCS y 10 metros de entronque aéreo subterráneo.

Longitud de la zanja directamente enterrada: 42 metros, de los cuales 2 metros son de canalización entubada que será compartida con el conductor proyectado en la línea subterránea de media tensión entre dos CT'S.

La longitud indicada afecta al término municipal siguiente:

<b>Término Municipal</b>	<b>Longitud de zanja enterrada</b>	<b>Longitud de zanja entubada</b>	<b>Longitud de línea subterránea</b>
<b>Santa Pola</b>	40 m	2 m	56 m

La longitud (m) dentro del CTCS:

<b>NUEVO CTCS</b>
<b>4 m</b>

La línea en proyecto se ha estudiado de forma que su longitud sea la mínima, considerando los terrenos y la propiedad de los mismos.

La línea subterránea se inicia en el apoyo a sustituir número 1 de la Línea Aérea de Media Tensión A 20kV existente L-10 de la ST Santa Pola, conectándose mediante entronque aéreo subterráneo, y discurre por el Polígono 5, Parcela 430, de la Partida Valverde Bajo, propiedad del Ayto. de Santa Pola, de forma paralela a la vía Pecuaria, hasta llegar al nuevo CTCS Proyectado, finalizando en la celda libre de media tensión. Según el trazado reflejado en el plano adjunto número 3.

El trazado discurre por vial público.

### Capítulo 1.2.3. Puntos de Conexión de la Infraestructura Eléctrica

Las conexiones con las instalaciones existentes se producen en los siguientes puntos:

- Punto A (según plano adjunto número 3) y emplazado en el término municipal de Santa Pola, en el que se realiza la conexión de la nueva Línea Subterránea de Media Tensión a 20 kV, con la LAMT L-10 de la ST Santa Pola, mediante entronque aéreo subterráneo en el apoyo a sustituir número 1, y titularidad de DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UMH, S.A.
- Punto B (según plano adjunto número 3) y emplazado en el término municipal de Santa Pola, en el que se realiza la conexión de la nueva Línea Subterránea de Media Tensión a 20 kV en la celda libre de Media Tensión del nuevo CTCS Proyectado, y titularidad de DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UMH, S.A.

### Capítulo 1.2.4. Cruzamientos

No existen cruzamientos en el trazado de la LSMT a 20 kV sobre la que se desea actuar.

### Capítulo 1.2.5. Paralelismos

Tipo de Afección	Coordenadas UTM (ETRS89, fus 30)	Organismo Afectado
Vía Pecuaria	Colada de Monforte a Santa Pola o del camino de los Cabreros X: 712.413 Y: 4.231.327	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica
Gas Natural	X: 712.413 Y: 4.231.327	Gas Natural, S.A.

15

Tabla 1: Paralelismos con organismos afectados en el soterramiento

### Capítulo 1.2.6. Paso por zonas que exija condicionado

Parte del trazado de la nueva línea en proyecto discurre por la Vía Pecuaria tipo Colada de Monforte a Santa Pola o del camino de los Cabreros con coordenadas UTM: X: 712.413 Y: 4.231.327, titularidad de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica.

### Capítulo 1.2.7. Materiales

#### Capítulo 1.2.7.1. Conductor Subterráneo

Para la línea subterránea proyectada, se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo HEPRZ1, según NI 56.43.01, de las características siguientes:

CABLE TIPO:	HEPRZ1.
CONDUCTOR:	Aluminio.
SECCIÓN:	240 mm <sup>2</sup> .
TENSIÓN NOMINAL:	12/20 kV.
TENSIÓN MÁS ELEVADA:	24 kV.
AISLAMIENTO:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
CUBIERTA:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes (DMZ1)



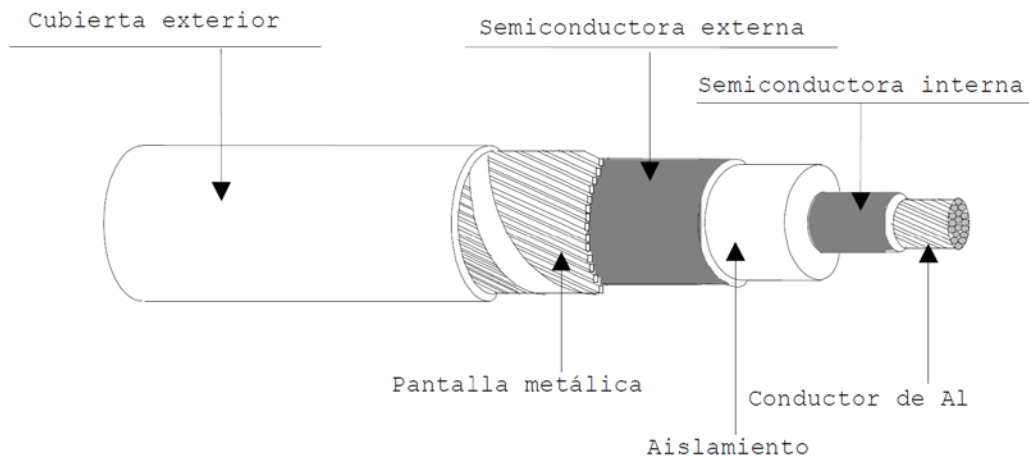


Ilustración 4: Constitución de cable, según NI 56.43.01

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión nominal kV	Resistencia Máx, a 105°C Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad μF/km
240	12/20	0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
240	18/30	0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401
630		0,062	0,096	0,443

Tabla 2: Características HEPRZ, según MT 2.33.51.

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

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

#### Capítulo 1.2.7.2. Canalización Directamente Enterrada

Con el fin de asegurar la profundidad de 0,80 m, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, los cables se alojarán en zanjas con profundidad mínima de 1,00 m y además para permitir las operaciones de apertura y tendido, y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya, tendrá una anchura mínima de 0,20 m (un circuito). Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales vigente para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja (entibado de paredes).

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

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

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección consistirá en una placa cubrecables, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01, cuando el número de líneas sea

mayor se colocará más placas cubrecables de tal manera que se cubra la proyección en planta de los cables.

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

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

#### *Capítulo 1.2.7.3. Canalización Entubada*

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$  aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm  $\varnothing$ , y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Los tubos para cables eléctricos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos, dejando siempre en el nivel superior el tubo para los cables de control.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

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

Por último, 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.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

#### Capítulo 1.2.7.4. Arquetas

Las arquetas registrables no estarán distanciadas entre si más de 100 m, garantizando acceso al multitubo, como mínimo a intervalos de la distancia indicada y en los cambios de dirección, donde se instalarán arquetas registrables. Las instalaciones de energía y telecomunicaciones podrán compartir arquetas, y el multitubo de comunicaciones nunca irá en paso dentro de la arqueta, se dejará debidamente embocado en la arqueta y el cable de fibra óptica se fijará a la pared con las correspondientes fijaciones. En el caso de ser una arqueta ciega, el multitubo de comunicaciones si se puede dejar en paso.

Con el objeto de impedir o minimizar riesgos de incendios, en aquellas arquetas compartidas con líneas de Baja Tensión (BT), y en los casos en que se constate la existencia de empalmes o derivaciones, el tendido en Media Tensión (MT), se deberá establecer una separación física sobre la línea de Baja Tensión preferentemente mediante, por ejemplo, una placa material cerámico, manta retardante al fuego u otro dispositivo físico. También, si lo anterior no fuese posible, se colocará el tendido MT en el nivel inferior, y el tendido BT por encima de ese nivel si fuera viable.

Las arquetas proyectadas cumplirán lo expuesto en la MT 2.03.21.

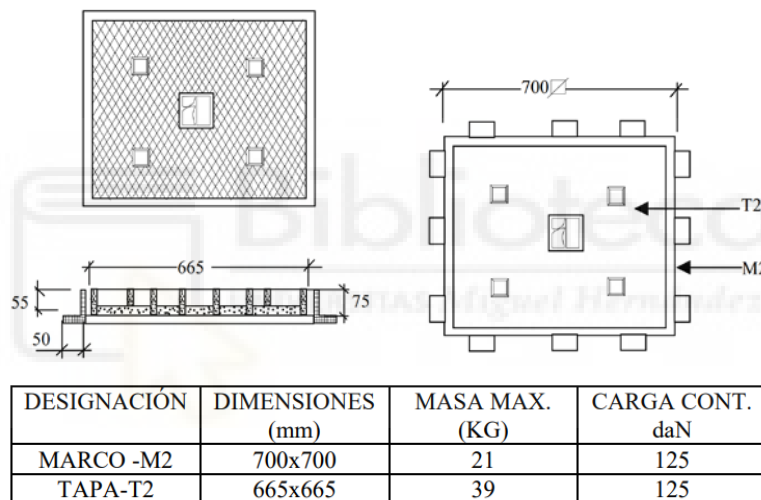


Ilustración 5: Características MARCO – TAPA DE FUNDICIÓN (M2-T2), según MT 2.03.21.

#### Capítulo 1.2.7.5. Herrajes, ensayos y protecciones del comienzo y final de línea

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

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

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

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos exigidos por el Reglamento de Líneas de alta Tensión, y desarrollados en el documento informativo correspondiente, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

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

#### Capítulo 1.2.7.6. Conductor aéreo

El conductor que contempla este Proyecto es de aluminio-acero galvanizado según norma UNE-EN 50182, el cual está recogido en la norma NI 54.63.01 y cuyas características principales son:

Designación	47-AL1/8ST1A (LA-56)
Sección de aluminio (mm <sup>2</sup> )	<b>46,8</b>
Sección de acero (mm <sup>2</sup> )	<b>7,79</b>
Sección total (mm <sup>2</sup> )	<b>54,6</b>
Composición	<b>6 + 1</b>
Diámetro aparente del cable (mm)	<b>9,45</b>
Módulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> )	<b>7.900</b>
Carga de rotura (daN)	<b>1.629</b>
Coefficiente de dilatación (°C <sup>-1</sup> )	<b>19,1x10<sup>-6</sup></b>
Masa aproximada (kg/km)	<b>188,8</b>
Resistencia eléctrica a 20° C (Ω/km)	<b>0,6129</b>
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	<b>0,361</b>

Tabla 3: Características del conductor aéreo LA-56.

#### Capítulo 1.2.8. Medidas de señalización de seguridad

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

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

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

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

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

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

## Capítulo 1.2.9. Protecciones Eléctricas

### Capítulo 1.2.9.1. Protecciones contra sobreintensidades

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

### Capítulo 1.2.9.2. Protecciones contra cortocircuitos

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 las siguientes tablas. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en las tablas siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Tabla 4: Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm<sup>2</sup>, de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV, según MT 2.33.51.

Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Tabla 5: Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA, según MT 2.33.51.

### Capítulo 1.2.9.3. Protecciones contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

### Capítulo 1.2.9.4. Protecciones contra sobrecargas

Los cables 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 utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

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.

## Capítulo 1.2.10. Apoyo de entronque

### Capítulo 1.2.10.1. Apoyo

El apoyo proyectado N° 1 será del tipo C-2000-14E, de celosía metálica, galvanizado en caliente, formados por angulares de lados iguales y sección cuadrada de acuerdo con la NI 52.10.01.

Únicamente se realiza el cambio de apoyo, manteniendo las mismas características de la red actual, colocándolo en la misma posición del apoyo a sustituir, usando el mismo conductor y realizando el retense al actual, mejorando la resistencia a solicitudes mecánicas.

El cálculo de los apoyos se realiza según lo indicado en el MT 2.23.45 en el que se determina el método de cálculo de las ecuaciones resistentes de los apoyos en función de la disposición de los armados.

Capítulo 1.2.10.2. *Crucetas*

En el apoyo proyectado nº 1 se empleará una cruceta recta RC2-17,5-S, según NI 52.31.02, manteniendo la misma distancia entre conductores que con la cruceta actual.

Las crucetas además de cumplir la misión de dar la separación adecuada a los conductores, deben soportar las cargas verticales que los mismos transmiten.

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

Cruceta recta RC-S:

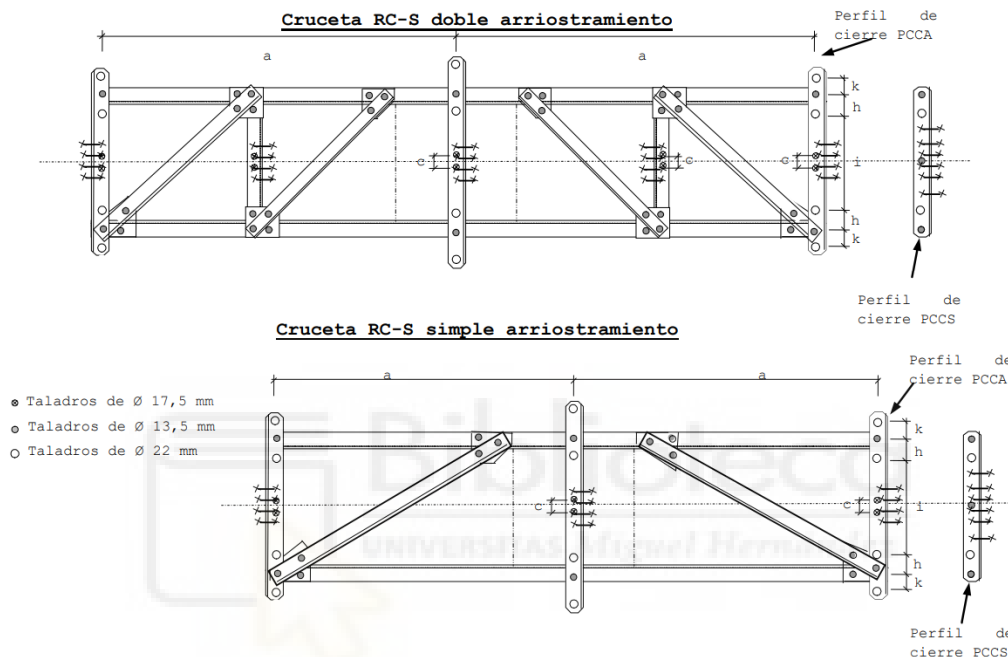


Ilustración 6: *Crucetas y semicrucetas rectas sin tirantes. Modelos de arriostramientos para las RC1-S, RC2-S, según NI 52.31.02.*

Designación	Esfuerzo vertical admisible daN	Separación entre fases contiguas, o al eje del apoyo. Cota "a" mm	Masa Kg	Nº de plano	Código
RC1-10-S	450	1.000	32,21	982.481	5231201
RC1-12,5-S	450	1.250	45,47	982.484	5231203
RC1-15-S	450	1.500	59,41	982.482	5231212
RC1-17,5-S	450	1.750	76,76	982.485	5231213
RC1-20-S	450	2.000	96,31	982.483	5231214
RC2-10-S	650	1.000	36,58	982.486	5231216
RC2-12,5-S	650	1.250	59,49	982.489	5231218
RC2-15-S	650	1.500	82,79	982.487	5231220
RC2-17,5-S	650	1.750	104,55	982.490	5231222
RC2-20-S	650	2.000	125,24	982.488	5231224

Tabla 6: *Crucetas y semicrucetas rectas normalizadas para apoyos de perfiles metálicos de celosía, según NI 52.31.02.*

### Capítulo 1.2.10.3. Resumen de características del apoyo proyectado

Los apoyos y crucetas seleccionados para la línea, así como la función que realizan en la misma se detallan en la tabla siguiente:

Número de Apoyo	Tipo	Cruceta	Función
Nº 1	C-2000	RC2-17,5-S	Anclaje

Tabla 7: Resumen de características del apoyo proyectado.

### Capítulo 1.2.10.4. Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento en función de los niveles de contaminación de las zonas en las que se proyecta la línea será: NIVEL IV - Muy Fuerte, y el tipo de aisladores a utilizar será: aisladores composite U70 YB20 P.

### Capítulo 1.2.10.5. Formación de cadenas

Cadenas de amarre con aislador de composite bastón largo:

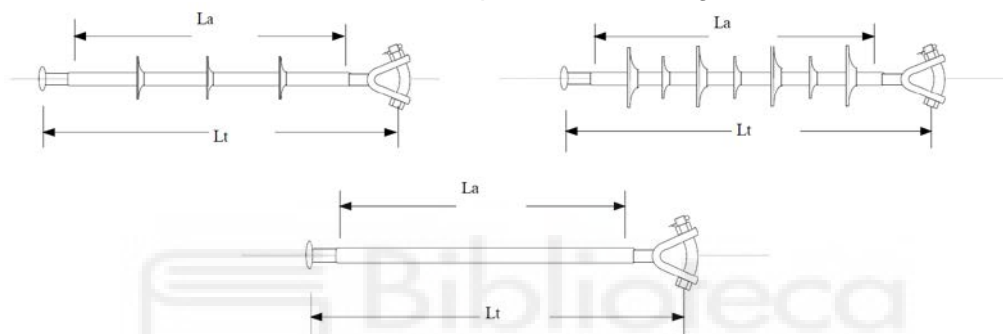


Ilustración 7: Aisladores para avifauna. Diferentes modelos, según NI 2.22.01.

Amarre (Bastón Largo)	
Unidad	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20P AL
1	Herraje genérico alojam. rotula pastilla
1	Grapa de amarre 1A
Lt en mm	1170

Designación	Lt mm	La Mm	Línea de fuga mm	Tensión U nominal (kV)	Código
U70YB20 AC	870±10	≥720	720	20	4803018
U70YB30 AC			720	30	4803023
U70YB45 AC			1040	45	4803027
U70YB66 AC			1450	66	4803032
U70YB20P AC			740	20	4803208
U70YB30P AC			1120	30	4803213
U70YB45P AC			1610	45	4803217
U70YB66P AC			2250	66	4803222
U70YB20 AL			1170±10	≥1020	1020
U70YB30 AL	1020	30			4803024
U70YB45 AL	1040	45			4803028
U70YB66 AL	1450	66			4803033
U70YB20P AL	1020	20			4803209
U70YB30P AL	1120	30			4803214
U70YB45P AL	1610	45			4803218
U70YB66P AL	2250	66			4803223

Tabla 8: Aisladores para avifauna. Diferentes modelos, según NI 2.22.01.



Capítulo 1.2.10.6. Cimentación

La cimentación de los apoyos será del tipo monobloque de hormigón en masa de 200 kg/m<sup>3</sup> de dosificación y de las dimensiones adecuadas al tipo de terreno (flojo, normal o duro-rocoso) calculadas de acuerdo con el MT 2.23.30, habiéndose considerado a efectos de proyecto en todos los casos un tipo de terreno de consistencia normal (K entre 8 y 10 kg/cm<sup>3</sup>).

Cimentaciones para apoyos metálicos de celosía:

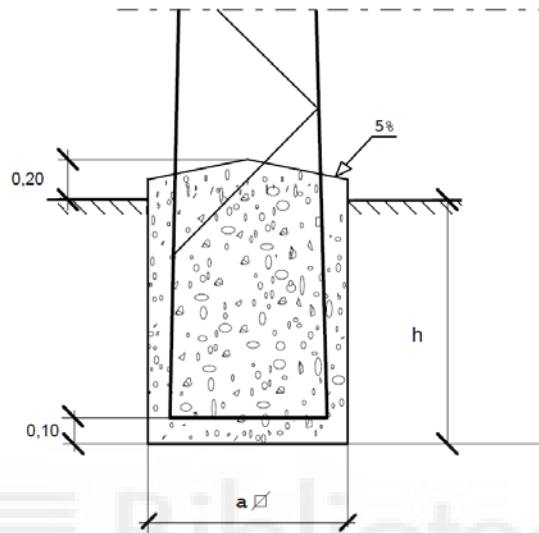


Ilustración 8: apoyos de perfiles metálicos, según NI 52.10.01

APOYO	CIMENTACION				APOYO	CIMENTACION			
Designación i-DE	a m	h m	Vol. excav. m <sup>3</sup>	Vol. horm. m <sup>3</sup>	Designación i-DE	a m	h m	Vol. excav. m <sup>3</sup>	Vol. horm. m <sup>3</sup>
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14	C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58	C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01	C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55	C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07	C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76	C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44	C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93	C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41	C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04	C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61	C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30	C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66	C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23	C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75	C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44	C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05	C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85	C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
					C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
					C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
					C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
					C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

Tabla 9: Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos, según NI 52.10.01.

### Capítulo 1.2.10.7. Protección de la avifauna

En el apoyo proyectado serán necesarios los siguientes elementos:

- **Cubiertas CUP** en los puentes flojos de interconexión.
- **Forros FOGR** en grapas de amarre.
- **Forros FOCP** en derivaciones por cuña a presión (DCP).
- **Forros CPTA** en pararrayos y pasatapas de transformadores.
- Para aislar la zona de posada y la zona en tensión de la cadena de amarre se utilizará aislador especial largo de avifauna.

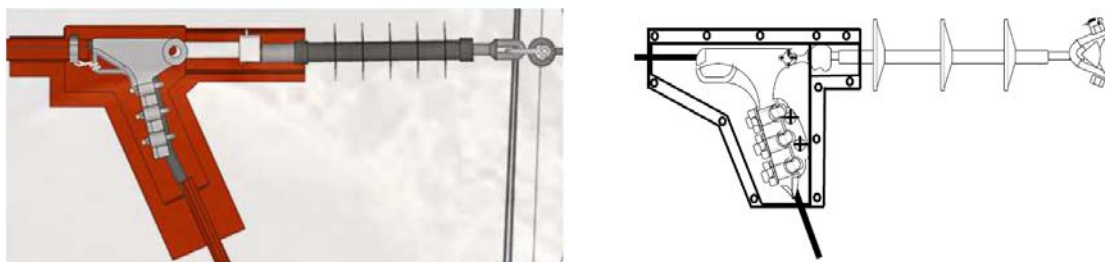


Ilustración 9: Montaje de forros sobre cadenas de amarre, según NI 52.10.01.

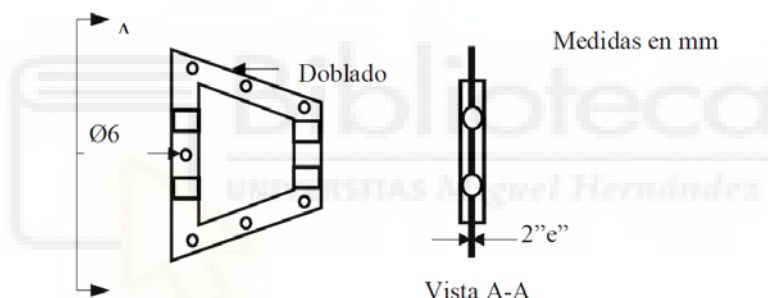


Ilustración 10: Forro para conectores por cuña a presión FOCP, según MT 2.22.01

### Capítulo 1.2.10.8. Apoyo frecuentado

Los valores teóricos y calculados del sistema de puesta a tierra de los apoyos proyectados, de acuerdo con el MT 2.23.35 y el tipo de toma de tierra según el Proyecto Tipo aplicado, se resumen en las tablas siguientes.

Para la realización de los cálculos se ha considerado una impedancia equivalente de la puesta a tierra en la ST de 25,4  $\Omega$  correspondiente a una reactancia zig-zag de 500A según tabla 8 del MT 2.23.35.

Apoyos frecuentados (con antiescalo de obra civil):

APOYO Nº	Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )	Electrodo utilizado Tabla 11/12/13/14 (CPT)	Resistencia de tierra ( $< 50 \Omega$ )	Tensión de paso máxima en la instalación (V)	Tensión de paso aplicada (V)	Tensión de paso máxima admisible (V)
				Los dos pies en el terreno	Los dos pies en el terreno	
Nº1	200	LA-32 / 0,5	22,60	1.718,51	1.137,02	2.615,13

Tabla 10: Resumen de características de puesta a tierra en el apoyo proyectado.

## Capítulo 1.3. Línea Subterránea de Media Tensión entre dos CT'S

### **ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EL PRESENTE PROYECTO**

**MT 2.31.01** de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV – Edición 10 de fecha 05/2019 y demás especificaciones Particulares de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU, según Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de fecha 18 de Diciembre de 2019.

#### Capítulo 1.3.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto, dentro del trabajo de fin de grado, es la de ampliar y mejorar la red de Media Tensión de distribución de energía eléctrica para mejorar la calidad de servicio, garantizando un suministro eléctrico regular.

La instalación que se proyecta es necesaria para conectar eléctricamente el Nuevo CT Compacto en Envolverte Prefabricada de Superficie con el CT Palomar a reformar, anillando de esta forma la línea de media tensión L-10 de la ST Santa Pola, y se realizará mediante una línea subterránea de media tensión a 20 kV.

#### Capítulo 1.3.2. Trazado

Longitud total de la línea subterránea proyectada: 682 metros.

Longitud total de la zanja: 672 metros, de los cuales 2 metros de la zanja de entrada al CTCS se contemplan en el soterramiento de la LAMT.

La longitud indicada afecta al término municipal siguiente:

Término Municipal	Longitud de canalización existente	Longitud de zanja entubada	Longitud de línea subterránea
Santa Pola	2 m	670 m	682 m

26

La longitud (m) dentro del CTCS:

NUEVO CTCS	CT PALOMAR
4 m	6 m

La línea en proyecto se ha estudiado de forma que su longitud sea la mínima, considerando los terrenos y la propiedad de los mismos.

La línea subterránea se inicia en el nuevo CTCS Proyectado, y discurre de forma paralela a la vía pecuaria, continúa por el carril bici paralelo a la CV-865, al llegar a la puerta de entrada del camping se realizará el cruce de la carretera propiedad de la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad, mediante perforación dirigida, hasta llegar al CT Palomar, donde finalizará en la celda libre de media tensión. Según el trazado reflejado en el plano adjunto número 3.

El trazado discurre por vial público.

### Capítulo 1.3.3. Puntos de Conexión de la Infraestructura Eléctrica

Las conexiones con las instalaciones existentes se producen en los siguientes puntos:

- Punto A (según plano adjunto número 3) y emplazado en el término municipal de Santa Pola, en el que se realiza la conexión de la nueva Línea Subterránea de Media Tensión a 20 kV en la celda libre de Media Tensión del nuevo CTCS Proyectoado, y titularidad de DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UMH, S.A.
- Punto B (según plano adjunto número 3) y emplazado en el término municipal de Santa Pola, en el que se realiza la conexión de la nueva Línea Subterránea de Media Tensión a 20 kV en la celda libre de Media Tensión del nuevo CT Palomar, y titularidad de DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UMH, S.A.

### Capítulo 1.3.4. Cruzamientos

Tipo de Afección	Km. del vial/ (1)	Organismo Afectado
<b>Cruzamiento</b>	CV-865(p.k. 11+680)	Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad

Tabla 11: Cruzamientos con organismos afectados en la línea subterránea de media tensión proyectada.

### Capítulo 1.3.5. Paralelismos

Tipo de Afección	Coordenadas UTM (ETRS89, fus 30)	Organismo Afectado
<b>Vía Pecuaria</b>	Colada de Monforte a Santa Pola o del camino de los Cabreros X: 712.413 Y: 4.231.327	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica
<b>ZEPA</b>	X: 712.769 Y: 4.230.831	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica
<b>Parque Natural de las Salinas de Santa Pola</b>	X: 712.769 Y: 4.230.831	Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica
<b>Gas Natural</b>	X: 712.413 Y: 4.231.327	Gas Natural, S.A.

Tabla 12: Paralelismos con organismos afectados en la línea subterránea de media tensión proyectada.

### Capítulo 1.3.6. Paso por zonas que exija condicionado

Parte del trazado de la nueva línea en proyecto discurre por la Vía Pecuaria tipo Colada de Monforte a Santa Pola o del camino de los Cabreros con coordenadas UTM: X: 712.413 Y: 4.231.327, titularidad de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica.

Parte del trazado de la nueva línea en proyecto discurre cruzando la calzada de la carretera CV-865 situado en el punto kilométrico 11+680, titularidad de la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad.

### Capítulo 1.3.7. Materiales

#### Capítulo 1.3.7.1. Conductor Subterráneo

Para la línea subterránea proyectada, se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo HEPRZ1, según NI 56.43.01, de las características siguientes:

CABLE TIPO:	HEPRZ1.
CONDUCTOR:	Aluminio.
SECCIÓN:	240 mm <sup>2</sup> .
TENSIÓN NOMINAL:	12/20 kV.
TENSIÓN MÁS ELEVADA:	24 kV.
AISLAMIENTO:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
CUBIERTA:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes (DMZ1)

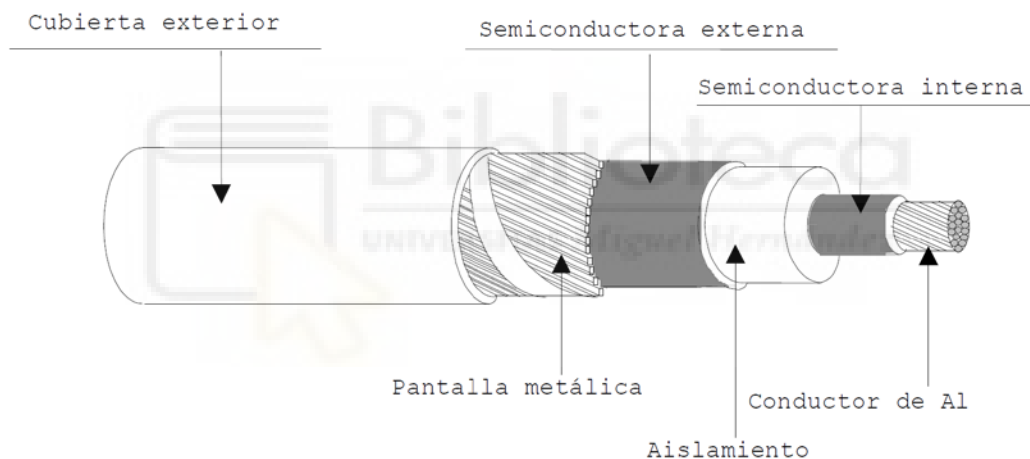


Ilustración 11: Constitución de cable, según NI 56.43.01.

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión nominal kV	Resistencia Máx, a 105°C Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad μF/km
240	12/20	0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
240	18/30	0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401
630		0,062	0,096	0,443

Tabla 13: Características HEPRZ, según MT 2.33.51.

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

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

#### Capítulo 1.3.7.2. Canalización Entubada

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\emptyset$  aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm  $\emptyset$ , y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Los tubos para cables eléctricos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos, dejando siempre en el nivel superior el tubo para los cables de control.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

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

Por último, 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.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

#### Capítulo 1.3.7.4. Arquetas

Las arquetas registrables no estarán distanciadas entre si más de 100 m, garantizando acceso al multitubo, como mínimo a intervalos de la distancia indicada y en los cambios de dirección, donde se instalarán arquetas registrables. Las instalaciones de energía y telecomunicaciones podrán compartir arquetas, y el multitubo de comunicaciones nunca irá en paso dentro de la arqueta, se dejará debidamente embocado en la arqueta y el cable de fibra óptica se fijará a la pared con las correspondientes fijaciones. En el caso de ser una arqueta ciega, el multitubo de comunicaciones si se puede dejar en paso.

Con el objeto de impedir o minimizar riesgos de incendios, en aquellas arquetas compartidas con líneas de Baja Tensión (BT), y en los casos en que se constate la existencia de empalmes o derivaciones, el tendido en Media Tensión (MT), se deberá establecer una separación física sobre la línea de Baja Tensión preferentemente mediante, por ejemplo, una placa material cerámico, manta retardante al fuego u otro dispositivo físico. También, si lo anterior no fuese posible, se colocará el tendido MT en el nivel inferior, y el tendido BT por encima de ese nivel si fuera viable.

Las arquetas proyectadas cumplirán lo expuesto en la MT 2.03.21.

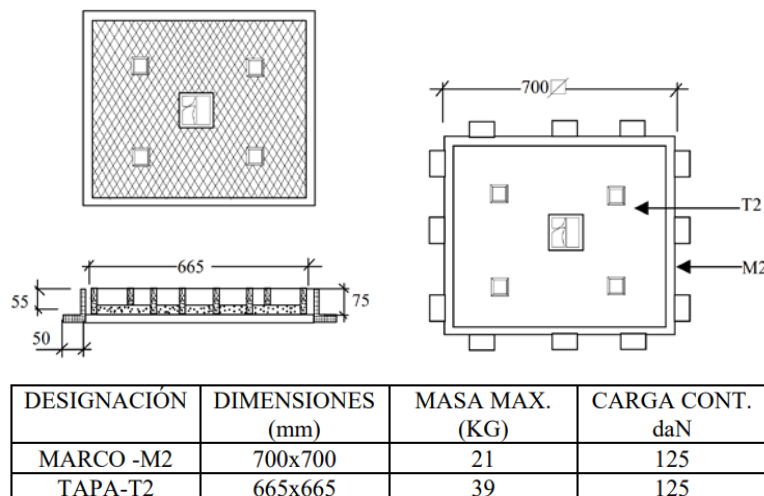


Ilustración 12: Características MARCO – TAPA DE FUNDICIÓN (M2-T2), según MT 2.03.21.

#### Capítulo 1.3.7.5. Herrajes, ensayos y protecciones del comienzo y final de línea

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

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

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

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos exigidos por el Reglamento de Líneas de alta Tensión, y desarrollados en el documento informativo correspondiente, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

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

#### Capítulo 1.3.8. Protecciones Eléctricas

##### Capítulo 1.3.8.1. Protecciones contra sobrecargas

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobrecargas susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias

del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

#### Capítulo 1.3.8.2. Protecciones contra cortocircuitos

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 las siguientes tablas. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en las tablas siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Tabla 14: Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm<sup>2</sup>, de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV, según MT 2.33.51.

Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Tabla 15: Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA, según MT 2.33.51.

#### Capítulo 1.3.8.3. Protecciones contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.



#### Capítulo 1.3.8.4. Protecciones contra sobrecargas

Los cables 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 utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

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.



## Capítulo 1.4. Desmantelamiento de Línea Aérea de Media Tensión

### **ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EL PRESENTE PROYECTO**

**MT 2.21.60, Proyecto tipo de línea aérea de media tensión. Simple circuito con conductor de aluminio acero 47-A11/8ST1A (LA 56) (Edición 06 – 05/19) -MT 2.03.20, Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión (Edición 11 – 05/19)** y demás especificaciones Particulares de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU, según Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de fecha 18 de Diciembre de 2019.

#### Capítulo 1.4.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto es establecer y definir cómo se va a ejecutar el desmantelamiento de la línea de media tensión a 20 kV de la ST Santa Pola entre el apoyo Nº 1 y el CTPI INTEMPERIE1, y el desmantelamiento del CTPI INTEMPERIE1, en el término municipal de Santa Pola, así como servir de base para obtener la baja definitiva de dichas instalaciones por los organismos competentes.

#### Capítulo 1.4.2. Emplazamiento

La instalación a desmantelar queda emplazada en el camino Pueblo Levantino, realiza el vuelo con la Línea Aérea de Media Tensión a 20 kV cruzando la vía pecuaria y en el polígono 5, parcela 92, en Zona A de la provincia de Alicante y en el término municipal de Santa Pola.

#### Capítulo 1.4.3. Características de las instalaciones

La Línea Aérea de Media Tensión a 20 kV denominada L-10 de la ST Santa Pola entre los apoyos Nº 1 y CTPI INTEMPERIE1, está formado por todos los componentes que se describen a continuación:

- Conductor aéreo en simple circuito de aluminio-acero galvanizado del tipo LA -56, cuyas especificaciones técnicas están recogidas en la NI 54.63.01 “Conductores desnudos de aluminio-acero para líneas eléctricas de alta tensión”.
- Apoyo metálico del tipo presilla P-400.
- Apoyo metálico del tipo presilla P-750.
- Crucetas metálicas del tipo recta y BP125-1750
- Elementos de maniobra, para el seccionamiento de las derivaciones respecto de la línea general del tipo fusibles de expulsión, cuyas especificaciones técnicas están recogidas en la NI 75.06.11 “Cortacircuitos fusibles de expulsión-seccionadores, con base polimérica, hasta 36 kV” respectivamente.
- Un transformador de 100 kVA de aceite mineral de especificaciones técnicas recogidas en la norma NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión".
- Un cuadro de BT de 2 salidas de tipo esquelético.
- Armario para la telegestión de la red de BT que incluyen los dispositivos necesarios para la comunicación desde el exterior con los equipos (PLC, Antena Operador Móvil) sensores para envío de datos y alarmas.

#### Capítulo 1.4.4. Descripción de las obras de desmantelamiento

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje de conductores existentes: se procederá al desmontaje y achatarramiento del conductor la línea aérea entre el apoyo a desmontar N°1 y el CTPI INTEMPERIE 1, del tipo LA-56, con una longitud de 48 metros.
- Desmontaje de la cruceta del tipo recta del apoyo a desmontar que sostiene el transformador.
- Desmontaje de la cruceta del tipo BP125-1750 del apoyo a desmontar N° 1.
- Desmontaje de los fusibles de expulsión del apoyo a desmontar N° 1.
- Desmontaje de apoyo metálico existente N° 1 del tipo P-750.
- Desmontaje de conductores existentes: se procederá al desmontaje y achatarramiento de la interconexión existente de baja tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión.
- Desmontaje de armario de telegestión.
- Desmontaje del cuadro de baja tensión de 2 salidas del tipo esquelético.
- Desmontaje del transformador trifásico de 100 kVA.
- Desmontaje de apoyo metálico que sostiene el transformador del tipo P-400.

34

#### Capítulo 1.4.5. Plan de desmantelamiento

Al cese total de la actividad se podría proceder al desmantelamiento y/o demolición del centro de transformación, conforme al presente Plan de Desmantelamiento.

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

##### Capítulo 1.4.5.1. Aparellaje eléctrico y equipos

Para el aparellaje eléctrico de M.T., transformador, cuadro de BT y armario de telegestión se procederá a la desconexión de estos, retirada y traslado cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios.

En caso en que esto anterior no sea posible su aprovechamiento se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de aceites y otros elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente. Los aceites usados procedentes de los transformadores de potencia serán recogidos y puestos a disposición de gestor de residuos peligrosos autorizado.

##### Capítulo 1.4.5.2. Conductor aéreo

Para el conductor eléctrico de M.T se procederá a la desconexión de estos, se rebobinará en bobinas desusadas o en rollos para su achatarramiento, y su posterior transporte hasta almacén logístico o centro logístico de residuos.

##### Capítulo 1.4.5.3. Apoyos y Crucetas

Dado que los materiales empleados son principalmente metálicos, estos se enviarán a un gestor autorizado para su reciclaje.

#### *Capítulo 1.4.5.4. Elementos de maniobra*

Para los elementos de maniobra de M.T se procederá al desmontaje, retirada y traslado cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios.

En caso en que esto anterior no sea posible su aprovechamiento, se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de elementos, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

#### *Capítulo 1.4.5.5. Conductor subterráneo sin desmantelamiento*

Para el conductor eléctrico de M.T se procederá a la desconexión de estos, dejándolos enterrados, en su ubicación actual.



## Capítulo 1.5. Nuevo CT Compacto en Envolverte Prefabricada de Superficie

### **ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EL PRESENTE PROYECTO**

**MT 2.11.10** Proyecto tipo para centro de transformación compacto en edificio prefabricado de superficie, **MT 2.11.33** Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV (Edición 03 – 05/19), **MT 2.03.20** Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión (Edición 11 – 05/19) y demás especificaciones Particulares de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU, según Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de fecha 18 de Diciembre de 2019.

#### Capítulo 1.5.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto, dentro del trabajo de fin de grado, es la de establecer todos los datos constructivos que presenta el nuevo centro de transformación del tipo compacto en envolverte prefabricada de superficie, situado en el Polígono 5, Parcela 430, de la Partida Valverde Bajo, en el término municipal de Santa Pola (Alicante).

El CTCS constará de un transformador de 400 kVA, tres celdas de Media Tensión con aislamiento y corte tipo SF6, siendo dos celdas de Línea y una celda de Protección, configuración 2L+P, un cuadro de baja tensión de cuatro salidas con embarrado aislado y las interconexiones de B.T. y M.T.

La infraestructura no genera incidencias negativas en el sistema de distribución de energía eléctrica.

#### Capítulo 1.5.2. Emplazamiento

La ubicación del nuevo centro de transformación se emplaza en el Polígono 5, Parcela 430, de la Partida Valverde Bajo, en el término municipal de Santa Pola, según planos de situación y emplazamiento adjuntos.

El centro de transformación objeto de este proyecto es del tipo compacto en envolverte prefabricada de superficie, situándose en las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM (ETRS89, fus 30)
X: 712.416
Y: 4.231.313

Capítulo 1.5.3. Actividad a la que se destina el nuevo centro de transformación  
Transformación de energía eléctrica de M.T. a B.T. para su distribución en baja tensión.

#### Capítulo 1.5.4. Potencia unitaria del transformador y potencia total en kVA

El centro de transformación estará dotado de un transformador de 400 kVA.

#### Capítulo 1.5.5. Tipo de centro de transformación y de transformador

El centro de transformación proyectado en el presente proyecto es del tipo compacto en envolverte prefabricada de superficie y el transformador será trifásico de refrigeración de aceite con una potencia de 400 kVA.

### Capítulo 1.5.6. Características del centro de transformación compacto

El centro de transformación de energía tipo compañía objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía i-DE redes eléctricas inteligentes, S.A.U a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

El centro de transformación, estará compuesto por:

- Un edificio prefabricado de hormigón compacto.
- Un transformador de 400 kVA, con capacidad de ampliación a una potencia máxima admisible de 630 kVA.
- Tres celdas no extensibles de envolvente metálica corte mediante SF6, dos de ellas con la función de Línea y una con la función de protección de transformador.
- Un cuadro de baja tensión de cuatro salidas.

### Capítulo 1.5.7. Características del edificio

El nuevo centro de transformación será un edificio prefabricado de hormigón, instalado en superficie, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos: desde la apartamenta de media tensión, hasta los cuadros de baja tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexión entre los diversos elementos. Las dimensiones de la envolvente se indican en los planos correspondientes.

Para colocar la envolvente se realizará previamente una excavación del terreno de las dimensiones indicadas en planos.

Una vez colocada la envolvente se construirá una acera perimetral del CT de 15 cm de espesor, desde las paredes del CT hasta 1,2 m del mismo. Sobre el anillo de PAT del CT y con el encofrado instalado, primero se realizará una capa de hormigón de 5 cm de espesor. Sobre esta capa se colocará un mallazo electro soldado (con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m. Por último, sobre sobre el mallazo se realizará otra capa de hormigón de 10 cm de espesor.

El transformador se ubicará sobre un foso apagafuegos; en la parte superior de dicho foso se colocará una rejilla de hierro y en el fondo gravín, con la finalidad de que actúe como filtro absorbente del aceite.

#### Capítulo 1.5.7.1. Ubicación y accesos

El centro de transformación dispone en la fachada de una puerta metálica de acceso a peatones, y una puerta metálica para acceder al transformador. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas, y son accesibles desde la vía pública, en Polígono 5, Parcela 430, de la Partida Valverde Bajo, en el término municipal de Santa Pola (Alicante).

El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

#### Capítulo 1.5.7.2. Ventilación

La ventilación interior del CT se realiza por circulación natural del aire mediante la existencia de rejillas laterales de poliéster reforzado y superior perimetral, estando homologado dicho edificio según protocolos obtenidos en laboratorios correspondientes.

### Capítulo 1.5.7.3. Alumbrado

El nuevo Centro de transformación de energía dispondrá de alumbrado con interruptor situado al lado de la puerta de entrada.

### Capítulo 1.5.7.4. Foso de recogida de aceite

El edificio del nuevo CT, dispone de un foso de recogida de aceite con la capacidad para el transformador, cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

El volumen de dieléctrico aceite mineral para el transformador en menor de 600 l.

### Capítulo 1.5.7.5. Condiciones acústicas

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñaran de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica y Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación a actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios y sus posteriores modificaciones.

De acuerdo con el Decreto 266/2004, el nivel de recepción externo nocturno en zona residencial será de 45 dB y los niveles de recepción internos en piezas habitables en zona residencial será de 30 dB.

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, capítulo de Exigencias Básicas de Protección frente al ruido en exteriores de zonas habitables se establecen los límites entre 20 dB y 45 dB.

Según el Anexo A del DB-HR del Código Técnico de la Edificación, el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones:

$$M < 150 \text{ kg/m}^2 \quad RA = 16,6 \cdot \log M + 5 \text{ (dBA)}$$

$$M > 150 \text{ kg/m}^2 \quad RA = 36,5 \cdot \log M - 38,5 \text{ (dBA)}$$

En este caso, disponemos de un cerramiento constituido por una envolvente formada por cerramientos de hormigón armado en paredes y techo, sin trasdosado ni acabado interior, de las siguientes características: densidad (hormigón y acero) de 2,54 Tn/m<sup>3</sup>, resistencia característica mínima de 25 N/mm<sup>2</sup>., con una masa estimada de M = 300 kg/m<sup>2</sup> y aislamiento estimado respecto al ruido de:

$$R_A = 36,5 \cdot \log(300) - 38,5 = 51,91 \text{ dBA}$$

Siendo el nivel máximo de potencia acústica generado por el Transformador de 400 kVA del CT es de  $R_{TR} = 53$  dBA, según consideraciones de NI.72.42.11.

Por lo que la transmisión de ruido a través de las paredes y techo sería:

$R_{result} = 1,91$  dBA, por tanto, inferior a los máximos autorizados.

Por todo ello en ningún caso se superan los valores límites de inmisión aplicable a los emisores acústicos, establecidos en las ordenanzas municipales.

No obstante, todos los elementos generadores de vibraciones (equipos, máquinas, conductos), están proyectados con las precauciones necesarias para reducir al máximo posible los niveles de vibración transmitidos por su funcionamiento, ya que los mismos no transmiten vibraciones a los elementos de obra civil.

#### *Capítulo 1.5.7.6. Aislamiento térmico*

Los elementos constructivos que delimitan el cerramiento del local destinado a alojar el Centro de entrega de energía, tales como hormigón, mortero, etc., tienen unos coeficientes de transmisión de calor tales que la transferencia de calor por radiación y convección del interior del C.T. al exterior es siempre inferior a  $1,5^{\circ}$  C. Al aislamiento que proporcionan los materiales antes citados, hay que añadir la ventilación natural del centro que limita el salto térmico en el interior del mismo.

#### *Capítulo 1.5.8. Instalación eléctrica*

##### *Capítulo 1.5.8.1. Características de la apartada de Media Tensión*

###### Celdas

Las celdas de MT deberán ser las especificadas en la Norma NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas con dieléctrico de SF<sub>6</sub>, para CT", del tipo no extensible, automatizadas y exclusivamente con las funciones 2L+1P. Estarán emplazadas en el lado izquierdo de la parte delantera, vista frontalmente de la plataforma.

2 Celdas de corte mediante SF<sub>6</sub> con función de línea de alimentación. Se entiende que una celda tiene una función de línea cuando se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación a los centros de transformación. Estará provista de un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.

1 Celda de corte mediante SF<sub>6</sub> con función de protección de transformador. Se entiende como función de protección la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusible limitador. Estará provista de un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.



- Transformador

Se instalará un transformador de 400 kVA con relación de transformación de **400 kVA/24/20kV/B2-O-PE**.

El transformador proyectado posee como dieléctrico aceite mineral y cumple con lo especificado en la Norma I-DE NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión.

*Capítulo 1.5.8.2. Características de la aparamenta de Baja Tensión*

- Cuadro de Baja Tensión

Estará situado en el lado derecho de la parte delantera de la plataforma, vista frontalmente la plataforma.

Las especificaciones técnicas, de este tipo de cuadro, están recogidas en la Norma I-DE NI 50.40.06 "Conjunto Compacto para Centros de Transformación".

El cuadro de BT. Cumplirá lo especificado en la Norma NI 50.44.01 "Cuadros de distribución de baja tensión para centro de transformación interperie compacto", incorporando tantas bases tripolares verticales, como se indica en la siguiente tabla:

Potencia (KVA)	Corriente Asignada (A)	Tensión Asignada (V)	Número bases (cortacircuitos fusibles Tamaño 2)
<b>400</b>	400	440	4

Tabla 16: Especificaciones del cuadro de baja tensión en CTCS.

*Capítulo 1.5.8.3. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión*

- Fusibles limitadores de MT

Los fusibles proyectados para la celda de media tensión con función de protección de transformador serán de 40 A, calibre acorde a la potencia del transformador a instalar.

Los fusibles limitadores instalados en las celdas de alta tensión deben de ser los denominados "Fusibles fríos" y sus características técnicas están recogidas en la Norma NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36kV".

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)				Tensión asignada del fusible
	250	400	630	1000	
11 13,2 15 20	25 A	40 A	63 A	100 A	24 kV
30	16 A	25 A	32 A	40 A	36 kV

Tabla 17: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40.

#### - Interconexión Celda-Transformador

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia está realizada con cable unipolar seco de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CT de hasta 24 kV. Estos cables disponen en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CT de hasta 24 kV o terminales de interior, para bornas de transformador no enchufables.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la Norma 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 la Norma 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".

#### - Interconexión Transformador-Cuadro de Baja Tensión

Las especificaciones técnicas, están recogidas en la Norma I-DE NI 50.40.06 "Conjunto Compacto para Centros de Transformación".

La interconexión entre el transformador y el cuadro de B.T. se realizará con cable unipolar XZ(S), con conductor de Aluminio de 1x240 mm<sup>2</sup> especificados en la Norma NI 56.37.01 "Cables unipolares XZ1-Al con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV". Los terminales a emplear serán los indicados en la Norma NI 56.88.01 "Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV."

Estos cables disponen en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma NI 58.20.71 "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión. Características generales".

Las bornas de BT deberán aislarse para evitar cualquier contacto accidental con las mismas.

El número de cables para realizar la conexión, dependerá de la potencia del transformador, empleándose los indicados en la siguiente tabla:

Trafo	Fases	Neutro
	Aluminio	Aluminio
<b>250</b>	2 x 240 mm <sup>2</sup>	1 x 240 mm <sup>2</sup>
<b>400</b>	2 x 240 mm <sup>2</sup>	1 x 240 mm <sup>2</sup>
<b>630</b>	3 x 240 mm <sup>2</sup>	2 x 240 mm <sup>2</sup>

Tabla 18: Número de cables en la interconexión Transformador- Cuadro de Baja tensión.

### Capítulo 1.5.9. Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un centro de distribución público no se efectúa medida de energía en MT.

### Capítulo 1.5.10. Puesta a tierra

#### Capítulo 1.5.10.1. Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de entrega de energía se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa del

transformador, etc. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

#### Capítulo 1.5.10.2. Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado tipo DN-RA 0,6/1 kV especificado en la NI 56.31.71 de sección 50 mm<sup>2</sup>, según lo indicado en el MT 2.11.34.

Para la realización de la tierra de servicio será necesaria la apertura de zanja, para la colocación de las picas y del conductor.

#### Capítulo 1.5.10.3. Tierras interiores

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

La tierra interior de protección se realiza con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección están separadas por una distancia mínima de 1m.

#### Capítulo 1.5.11. Medidas de seguridad y señalización

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

- Banqueta aislante según NI 29.44.08 "Banqueta aislante para maniobra".
- Guantes de goma según NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad".
- Señalización de seguridad centros de transformación (señal de riesgo eléctrico, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, etc.).

#### Capítulo 1.5.12. Limitación de campos magnéticos

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el interior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.
- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparán las diferentes fases en ternas.

Cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables, o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectúan por el suelo y adoptan la disposición en triángulo y formando ternas.
- La red de baja tensión se diseña igualmente con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.

En el Anexo I: Justificación del cumplimiento de campos magnéticos en la proximidad de la instalación; se presenta el estudio de los campos magnéticos en las proximidades de la instalación proyectada.

De acuerdo a los cálculos de dicho estudio, el valor obtenido para el transformador es de **19,19  $\mu$ T** es menor que el límite de **100  $\mu$ T**, según la legislación vigente de aplicación.

### Capítulo 1.5.13. Nivel de ruido de la instalación

Con la finalidad de dar cumplimiento al apartado 4.8 de la ITC-RAT 14, en el Anexo IV: Justificación del cumplimiento del nivel de ruido emitido por la instalación; se justifican dichos parámetros de acuerdo a los límites establecidos por la legislación vigente aplicable.

De acuerdo a los cálculos presentados el nivel de ruido transmitido por la instalación objeto de este proyecto es menor que los **30 dBA** exigidos por la noche como límite de nivel sonoro.

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB (A)
50	≤ 24	90	1100	39
100		145	1750	41
250		300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50	36	103	1210	39
100		167	1925	41
250		345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Tabla 19: Nivel de pérdidas y potencia acústica, según NI 72.30.00.

## Capítulo 1.6. Reforma de CT Existente de tipo Superficie de Obra Civil

### **ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EL PRESENTE PROYECTO**

**MT 2.11.10** Proyecto tipo para centro de transformación compacto en edificio prefabricado de superficie, **MT 2.11.33** Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra. para centros de transformación de tensión nominal  $\leq 30$  kV (Edición 03 – 05/19), **MT 2.03.20** Especificaciones particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión (Edición 11 – 05/19) y demás especificaciones Particulares de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU, según Resolución de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de fecha 18 de Diciembre de 2019.

#### Capítulo 1.6.1. Objeto

La finalidad del presente proyecto, dentro del trabajo de fin de grado, es la de establecer todos los datos constructivos que presenta el nuevo centro de transformación del tipo superficie de obra civil, en edificio independiente, situado en el Polígono 6, Parcela 68, de la Partida Valverde Bajo, en el término municipal de Santa Pola (Alicante).

El centro consta actualmente de un transformador de 160 kVA, dos celdas con aislamiento y corte tipo SF6, una de línea y una de protección, y un cuadro de baja tensión de cinco salidas.

La reforma del CT Palomar, consiste en la ampliación de potencia del transformador a 630 kVA, la sustitución de Celdas de M.T., reemplazando las celdas de transformación tipo convencional, por otras del tipo prefabricadas y telemandadas con aislamiento y corte en SF6, instalándose dos Celdas de Línea y una Celda de protección (2L+P) y la sustitución de las interconexiones de M.T. entre las celdas y el transformador. Para albergar todos los elementos, se construirá un nuevo armario de obra civil de 2,5 metros de altura, en la parte derecha del Centro de Transformación para realizar la reconexión de la línea subterránea proveniente del CT Arrecife, tal y como se puede observar en planos adjuntos.

La infraestructura no genera incidencias negativas en el sistema de distribución de energía eléctrica.

#### Capítulo 1.6.2. Emplazamiento

La ubicación del nuevo centro de transformación se emplaza en el Polígono 6, Parcela 68, de la Partida Valverde Bajo, en el término municipal de Santa Pola, según planos de situación y emplazamiento adjuntos.

El centro de transformación objeto de este proyecto es del tipo superficie de obra civil, en edificio independiente, situándose en las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM (ETRS89, fus 30)
X: 712.768
Y: 4.230.829

Capítulo 1.6.3. Actividad a la que se destina el nuevo centro de transformación  
Transformación de energía eléctrica de M.T. a B.T. para su distribución en baja tensión.

#### Capítulo 1.6.4. Potencia unitaria del transformador y potencia total en kVA

El centro de transformación estará dotado de un transformador de 630 kVA.

#### Capítulo 1.6.5. Tipo de centro de transformación y de transformador

El centro de transformación proyectado es del tipo superficie de obra civil, en edificio independiente y el transformador será trifásico de refrigeración de aceite con una potencia de 630 kVA.

#### Capítulo 1.6.6. Características del centro de transformación tipo superficie

El centro de transformación de energía tipo compañía objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía i-DE redes eléctricas inteligentes, S.A.U a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

El centro de transformación, estará compuesto por:

- Un edificio independiente de obra civil.
- Un armario de obra civil.
- Un transformador de 630 kVA.
- Tres celdas no extensibles de envolvente metálica corte mediante SF6, dos de ellas con la función de Línea y una con la función de protección de transformador.
- Un cuadro de baja tensión de cinco salidas.

#### Capítulo 1.6.7. Características del edificio de obra civil

El centro de transformación Palomar, es un edificio independiente de obra civil cuya forma y dimensiones se indican en los planos correspondientes. Dentro del mismo se encuentran todos los componentes eléctricos, desde la apartamentada de MT salvo las nuevas celdas de MT que se albergarán en el nuevo armario de obra civil, el transformador y el cuadro de BT.

45

Para poder albergar las nuevas Celdas de M.T. proyectadas, se construirá un armario de obra civil anexo al C.T., por lo que dicha reforma, cumplirá las especificaciones del MT 2.13.20 "Ejecución de obras civiles de Centros de Transformación".

##### Capítulo 1.6.7.1. Características de los materiales

Descripción de la envolvente de obra civil:

– Solera y pavimento:

Está formado por una solera de hormigón armado de, al menos, 10 cm de espesor, descansando sobre una capa de arena apisonada.

– Cerramientos exteriores:

Se emplean materiales que ofrecen garantías de estanqueidad y resistencia al fuego, dimensionados adecuadamente para resistir el peso propio y las acciones exteriores, tales como el viento, empotramiento de herrajes, etc., y se adaptarán, en lo posible, al entorno arquitectónico de la zona, empleando los mismos materiales, acabados y elementos decorativos de las otras edificaciones.

– Defensas del transformador:

Son de características según NI 50.20.03 "Herrajes, puertas, tapas, rejillas, escaleras y cerraduras para centros de transformación."

– Puertas:

Las puertas de acceso al centro desde el exterior son incombustibles y suficientemente rígidas. Estas puertas se abren hacia fuera 180°, pudiendo, por lo tanto, abatirse sobre el muro de la fachada, disponiendo de un elemento de fijación en esta posición.

Las puertas de acceso proyectadas, serán de características según NI 50.20.03 “Herrajes, puertas, tapas, rejillas, escaleras y cerraduras para centros de transformación.”

– Rejillas de ventilación:

Se dispone de las correspondientes rejillas de ventilación de características según NI 50.20.03 “Herrajes, puertas, tapas, rejillas, escaleras y cerraduras para centros de transformación.”

– Cubiertas:

El diseño de estas cubiertas debe garantizar la estanqueidad del centro y la resistencia adecuada a acciones exteriores (peso de nieve).

– Pintura y varios:

Para el acabado del centro se empleará una pintura resistente a la intemperie de un color adecuado al entorno. Los elementos metálicos del centro, como puertas y rejillas de ventilación, serán además tratados adecuadamente contra la corrosión.

– Cuba vertido líquido dieléctrico:

El centro de transformación dispone de foso de recogida de dieléctrico para el transformador y sus dimensiones serán las adecuadas para un volumen de dieléctrico, como mínimo, de 600 litros.

El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

#### *Capítulo 1.6.7.2. Ventilación*

El sistema de ventilación natural del transformador estará formado por dos rejillas de 0,54x0,60m en la nueva puerta proyectada de acceso al C.T. y dos rejillas de 0,50x0,60m en la fachada para la entrada de aire frío. Y dos rejillas de 0,54x0,60m en la nueva puerta proyectada de acceso al C.T. y una rejilla de 0,50x0,60m en la fachada para la salida de aire caliente, garantizando la refrigeración. Las rejillas utilizadas para la ventilación están provistas de una tela mosquitera con una luz máxima de 6 mm.

#### *Capítulo 1.6.7.3. Alumbrado*

El nuevo Centro de transformación de energía dispondrá de alumbrado con interruptor situado al lado de la puerta de entrada.

#### *Capítulo 1.6.7.4. Foso de recogida de aceite*

El edificio del nuevo CT, dispone de un foso de recogida de aceite con la capacidad para el transformador, cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

El volumen de dieléctrico aceite mineral para el transformador en menor de 600 l.

#### Capítulo 1.6.7.5. Condiciones acústicas

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica y Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación a actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios y sus posteriores modificaciones.

De acuerdo con el Decreto 266/2004, el nivel de recepción externo nocturno en zona residencial será de 45 dB y los niveles de recepción internos en piezas habitables en zona residencial será de 30 dB.

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, capítulo de Exigencias Básicas de Protección frente al ruido en exteriores de zonas habitables se establecen los límites entre 20 dB y 45 dB.

Según el Anexo A del DB-HR del Código Técnico de la Edificación, el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones:

$$M < 150 \text{ kg/m}^2 \quad RA = 16,6 \cdot \log M + 5 \text{ (dBA)}$$

$$M > 150 \text{ kg/m}^2 \quad RA = 36,5 \cdot \log M - 38,5 \text{ (dBA)}$$

En este caso, disponemos de un cerramiento constituido por una envolvente formada por cerramientos de hormigón armado en paredes y techo, sin trasdosado ni acabado interior, de las siguientes características: densidad (hormigón y acero) de 2,54 Tn/m<sup>3</sup>, resistencia característica mínima de 25 N/mm<sup>2</sup>, con una masa estimada de M = 300 kg/m<sup>2</sup> y aislamiento estimado respecto al ruido de:

$$R_A = 36,5 \cdot \log(300) - 38,5 = 51,91 \text{ dBA}$$

Siendo el nivel máximo de potencia acústica generado por el Transformador de 400 kVA del CT es de  $R_{TR} = 55 \text{ dBA}$ , según consideraciones de NI.72.42.11.

Por lo que la transmisión de ruido a través de las paredes y techo sería:

$R_{\text{result}} = 3,91 \text{ dBA}$ , por tanto, inferior a los máximos autorizados.

Por todo ello en ningún caso se superan los valores límites de inmisión aplicable a los emisores acústicos, establecidos en las ordenanzas municipales.

No obstante, todos los elementos generadores de vibraciones (equipos, máquinas, conductos), están proyectados con las precauciones necesarias para reducir al máximo posible los niveles de vibración transmitidos por su funcionamiento, ya que los mismos no transmiten vibraciones a los elementos de obra civil.

#### Capítulo 1.6.7.6. Aislamiento térmico

Los elementos constructivos que delimitan el cerramiento del local destinado a alojar el Centro de entrega de energía, tales como hormigón, mortero, etc., tienen unos coeficientes de transmisión de calor tales que la transferencia de calor por radiación y convección del interior del C.T. al exterior es siempre inferior a 1,5° C. Al aislamiento que proporcionan los materiales antes citados, hay que añadir la ventilación natural del centro que limita el salto térmico en el interior del mismo.



## Capítulo 1.6.8. Instalación eléctrica

### Capítulo 1.6.8.1. Características de la aparamenta de Media Tensión

#### - Celdas

Las celdas de MT deberán ser las especificadas en la Norma NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas con dieléctrico de SF6, para CT", del tipo no extensible, automatizadas y exclusivamente con las funciones 2L+1P. Estarán emplazadas en el lado izquierdo de la parte delantera, vista frontalmente de la plataforma.

2 Celdas de corte mediante SF6 con función de línea de alimentación. Se entiende que una celda tiene una función de línea cuando se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación a los centros de transformación. Estará provista de un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.

1 Celda de corte mediante SF6 con función de protección de transformador. Se entiende como función de protección la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusible limitador. Estará provista de un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.

#### - Transformador

Se instalará un transformador de 630 kVA con relación de transformación de **630 kVA/24/20kV/B2-O-P**.

El transformador proyectado posee como dieléctrico aceite mineral y cumple con lo especificado en la Norma I-DE NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión.

### Capítulo 1.6.8.2. Características de la aparamenta de Baja Tensión

Estará situado en el lado izquierdo de la puerta de entrada.

El centro de transformación de energía está dotado con un cuadro de BT de 5 salidas, de especificaciones técnicas recogidas en la norma NI 50.44.03 "Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior" alimentado por el Transformador.

### Capítulo 1.6.8.3. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

#### - Fusibles limitadores de MT

Los fusibles proyectados para la celda de media tensión con función de protección de transformador serán de 63 A, calibre acorde a la potencia del transformador a instalar.

Los fusibles limitadores instalados en las celdas de alta tensión deben de ser los denominados "Fusibles fríos" y sus características técnicas están recogidas en la Norma NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36kV".

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)				Tensión asignada del fusible
	250	400	630	1000	
11 13,2 15 20	25 A	40 A	63 A	100 A	24 kV
30	16 A	25 A	32 A	40 A	36 kV

Tabla 20: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40.

- Interconexión Celda-Transformador

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia está realizada con cable unipolar seco de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CT de hasta 24 kV. Estos cables disponen en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CT de hasta 24 kV o terminales de interior, para bornas de transformador no enchufables.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la Norma 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 la Norma 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".

- Interconexión Transformador-Cuadro de Baja Tensión

Las especificaciones técnicas, están recogidas en la Norma I-DE NI 50.40.06 "Conjunto Compacto para Centros de Transformación".

La interconexión entre el transformador y el cuadro de B.T. se realizará con cable unipolar XZ(S), con conductor de Aluminio de 1x240 mm<sup>2</sup> especificados en la Norma NI 56.37.01 "Cables unipolares XZ1-Al con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV". Los terminales a emplear serán los indicados en la Norma NI 56.88.01 "Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV."

Estos cables disponen en sus extremos de terminales bimetalicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma NI 58.20.71 "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión. Características generales".

El número de cables para realizar la conexión, dependerá de la potencia del transformador, empleándose los indicados en la siguiente tabla:

Transformador	Fases	Neutro
	Aluminio	Aluminio
630	3 x 240 mm <sup>2</sup>	2 x 240 mm <sup>2</sup>

Tabla 21: Número de cables en la interconexión Transformador- Cuadro de Baja tensión.

### Capítulo 1.6.9. Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un centro de distribución público no se efectúa medida de energía en MT.

### Capítulo 1.6.10. Puesta a tierra

#### Capítulo 1.6.10.1. Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de entrega de energía se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa del transformador, etc. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

#### Capítulo 1.6.10.2. Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado tipo DN-RA 0,6/1 kV especificado en la NI 56.31.71 de sección 50 mm<sup>2</sup>, según lo indicado en el MT 2.11.34.

Para la realización de la tierra de servicio será necesaria la apertura de zanja, para la colocación de las picas y del conductor.

#### Capítulo 1.6.10.3. Tierras interiores

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

La tierra interior de protección se realiza con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección están separadas por una distancia mínima de 1m.

### Capítulo 1.6.11. Medidas de seguridad y señalización

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

- Banqueta aislante según NI 29.44.08 "Banqueta aislante para maniobra".
- Guantes de goma según NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad".
- Señalización de seguridad centros de transformación (señal de riesgo eléctrico, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, etc.).

### Capítulo 1.6.12. Limitación de campos magnéticos

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el interior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo
- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparán las diferentes fases en ternas.

Cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables, o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectúan por el suelo y adoptan la disposición en triángulo y formando ternas.
- La red de baja tensión se diseña igualmente con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.

En el Anexo I: Justificación del cumplimiento de campos magnéticos en la proximidad de la instalación; se presenta el estudio de los campos magnéticos en las proximidades de la instalación proyectada.

De acuerdo a los cálculos de dicho estudio, el valor obtenido para el transformador es de **30,22  $\mu$ T** es menor que el límite de **100  $\mu$ T**, según la legislación vigente de aplicación.

### Capítulo 1.6.13. Nivel de ruido de la instalación

Con la finalidad de dar cumplimiento al apartado 4.8 de la ITC-RAT 14, en el Anexo IV: Justificación del cumplimiento del nivel de ruido emitido por la instalación; se justifican dichos parámetros de acuerdo a los límites establecidos por la legislación vigente aplicable.

De acuerdo a los cálculos presentados el nivel de ruido transmitido por la instalación objeto de este proyecto es menor que los **30 dBA** exigidos por la noche como límite de nivel sonoro.

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB (A)
50	≤ 24	90	1100	39
100		145	1750	41
250		300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50	36	103	1210	39
100		167	1925	41
250		345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Tabla 22: Datos de pérdidas caloríficas y nivel de potencia acústica.

## Capítulo 2. Cálculos Justificativos

### Capítulo 2.1. Cálculos del Soterramiento de la LAMT

#### Capítulo 2.1.1. Cálculo de intensidad máxima admisible

Según el punto 6.1 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, la intensidad máxima admisible del conductor proyectado, Corresponderá a la indicada en la siguiente tabla, con las siguientes características de instalación:

- Temperatura ambiente del terreno de 25 °C.
- Resistividad térmica media de 1,5 K.m/W.
- Cable enterrado bajo tubo.

Sección (mm <sup>2</sup> )	HEPR
	Al
240	365

Las condiciones de la instalación no difieren de las condiciones indicadas anteriormente, por tanto, los factores de corrección por resistividad del terreno y temperatura son 1 y sólo se deberán aplicar factores de corrección por:

Factor de corrección por profundidad de la instalación:

Profundidad de instalación (m)	0,50	0,60	0,80	<b>1,00</b>	1,25	1,50	1,75
Coefficiente de corrección	1,08	1,06	1,03	<b>1,00</b>	0,98	0,96	0,95

52

Factor de corrección por distancia entre ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra:

Se aplicará el factor de corrección de **1,00**, ya que solo existe una línea.

Para el caso del presente proyecto, en el tramo más desfavorable, el factor de corrección por profundidad de la instalación será **1,00**, y el correspondiente por la distancia entre ternos será **1,00**, por lo que la intensidad máxima admisible del conductor proyectado será:

$$I = 365 * 1,00 * 1,00 = 365 A$$

#### Capítulo 2.1.2. Potencia máxima de transporte admisible

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente. Por tanto, la máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Donde:

- P = Potencia [kW]
- U = Tensión compuesta [kV]
- I = Intensidad [A]
- $\varphi$  = Angulo de desfase

$$P = \sqrt{3} * 20 * 365 * 0,9 = 11.379,57 kW$$

### Capítulo 2.1.3. Cálculo de intensidad de cortocircuito máxima admisible

Para calcular la corriente de cortocircuito se realizará con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- $I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito [kA]
- $S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito [MVA]
- $U_n$  = Tensión nominal de la línea [kV]

Para el cálculo de intensidades que origina un cortocircuito, se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito de la red que está especificada por la compañía distribuidora y es de 500 MVA.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ kA}$$

Las intensidades de corriente de cortocircuito en kA para diferentes tiempos de duración del cortocircuito se recogen en la tabla que se muestra a continuación:

Tipo de Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	<b>240</b>	67,44	47,76	38,88	30,24	27,60	21,36	17,52	15,12	13,44	12,24

### Capítulo 2.1.4. Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas

53

En la siguiente tabla, se indican las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito. Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductor exterior (alambres no embebidos)
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 85°C
- Temperatura final pantalla: 180°C

Tipo de Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
HEPR	<b>16</b>	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32	

El cálculo se ha realizado siguiendo la norma UNE 211003, aplicando el método indicado en la norma UNE 21192.

### Capítulo 2.1.5. Cálculo de caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

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

Donde:

- $\Delta U$  = Caída de tensión [%]
- $I$  = Intensidad [A]
- $L$  = Longitud de la línea [km]
- $R$  = Resistencia del conductor a la temperatura de servicio [ $\Omega$ /km]
- $X$  = Reactancia a frecuencia 50 Hz [ $\Omega$ /km]
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- $P$  = Potencia transportada [kW]
- $U$  = Tensión compuesta de la línea [kV]

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U = P \cdot \frac{L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan \varphi)$$

54

Para la línea proyectada con cable de 240 mm<sup>2</sup> tendremos:

- $U$  = 20 kV
- $R$  = 0,169  $\Omega$ /km
- $X$  = 0,105  $\Omega$ /km
- $\cos \varphi$  = 0,9
- $\Delta U = P \cdot L \cdot 5,496 \times 10^{-5}$  (%)
- $P$  = 11.379,57 kW
- $L_{\text{Tramo}}$  = 0,056 km

Al sustituir las magnitudes obtenemos el valor de la caída de tensión:

$$\Delta U = 11.379 \cdot 0,056 \cdot 5,496 \times 10^{-5} = 0,036 \text{ (\%)}$$

### Capítulo 2.1.6. Cálculo de pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Donde:

- $\Delta P$  = Pérdida de potencia [W]
- $R$  = Resistencia por fase [ $\Omega$ /km]
- $L$  = Longitud de la línea [km]
- $I$  = Intensidad de la línea [A]

Y siendo la intensidad:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- $P$  = Potencia transportada [kW]
- $U$  = Tensión compuesta de la línea [kV]
- $I$  = Intensidad de la línea [A]
- $\varphi$  = Angulo de desfase

La pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} = \frac{P \cdot L \cdot 0,169}{10 \cdot 20^2 \cdot 0,9^2}$$

Donde:

- $P$  = 11.379,57 kW
- $L_{\text{Tramo}}$  = 0,056 km

Al sustituir las magnitudes obtenemos el valor de la pérdida de potencia:

$$\Delta P\% = 11.379 \cdot 0,056 \cdot 5,216 \times 10^{-5} = 0,034 (\%)$$

### Capítulo 2.1.7. Cálculo de sistema de puesta a tierra del apoyo frecuentado

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra se realiza de forma individual para cada apoyo según el electrodo elegido de los normalizados por I-DE. Estos electrodos, con su designación y sus coeficientes de resistencia, de tensión de paso y de contacto quedan definidos en el documento MT 2.23.35.

La característica de actuación de las protecciones instaladas en las líneas aéreas de I-DE de tensión nominal igual o inferior a 20 kV garantiza la actuación de las protecciones en un tiempo,  $t$ , inferior al determinado por las relaciones siguientes:

$$I * t = 400$$

Siendo  $I$ , la intensidad de la corriente de defecto a tierra, en amperios y  $t$ , el tiempo de actuación de las protecciones en segundos.



### Capítulo 2.1.7.1. Investigación de las características del suelo

El valor de la resistividad del terreno utilizado para el sistema de puesta a tierra propuesto es de **200  $\Omega \cdot m$** .

### Capítulo 2.1.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto

La corriente máxima de puesta a tierra para neutro unido a tierra viene dada por la siguiente expresión:

$$I_{1F}(máx) = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

siendo:

- $U_n$ : tensión compuesta de servicio de la red (V)
- $R_n$ : resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red ( $\Omega$ )
- $R_t$ : resistencia de la puesta a tierra de protección del apoyo ( $\Omega$ )
- $X_n$ : reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red ( $\Omega$ )

Considerando la intensidad máxima de defecto a tierra con la resistencia de la puesta a tierra de protección del apoyo ( $R_t$ ) nula, puesto que inicialmente no se conoce, y con el valor de  $R_n$  igual a 0, según criterio de la compañía suministradora:

$$I_{1F}(máx) = \frac{1,1 \times U_n}{\sqrt{3} \times X_n}$$

siendo 1,1 un coeficiente de tensión que tiene en cuenta varios factores de la red, según norma UNE-EN 60909-1, y  $X_n$  **igual a 25,4  $\Omega$**  (proporcionado por la compañía suministradora):

$$I_{1F}(máx) = \frac{1,1 \times 20.000}{\sqrt{3} \times 25,4} \rightarrow I_{1F}(máx) = 500 \text{ A}$$

Por otro lado, según datos proporcionados por la compañía suministradora, el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0,1 s.

### Capítulo 2.1.7.3. Elección del electrodo

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectaran en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

Seleccionado el electrodo CPT-LA32/0,5 con una profundidad de 0,5 m cuyos coeficientes o parámetros característicos son los siguientes:

Nº Apoyo	Designación del electrodo	$K_r$ ( $\Omega/\Omega m$ )	$K_c$ (V/(( $\Omega m$ )A)
Nº 1	CPT-LA-32/0.5	0,113	0,035

Tabla 23: Resumen especificaciones electrodo puesta a tierra apoyo proyectado.

#### Capítulo 2.1.7.4. Resistencia del sistema de puesta a tierra

La resistencia de tierra del electrodo viene dada por la siguiente expresión:

$$R_t = K_r \times \rho = 0,113 \times 200 = 22,6 \Omega$$

Designación del electrodo	$K_r$ $\left(\frac{\Omega}{\Omega.m}\right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,128
CPT-LA-28 / 0,5	0,123
CPT-LA-30 / 0,5	0,118
CPT-LA-32 / 0,5	0,113
CPT-LA-34 / 0,5	0,109
CPT-LA-36 / 0,5	0,105
CPT-LA-38 / 0,5	0,102
CPT-LA-40 / 0,5	0,098
CPT-LA-42 / 0,5	0,095
CPT-LA-44 / 0,5	0,092
CPT-LA-46 / 0,5	0,089
CPT-LA-48 / 0,5	0,087
CPT-LA-50 / 0,5	0,084

Tabla 24: Coeficiente de resistencia de puesta a tierra  $K_r$ , para cada tipo de electrodo utilizado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, según MT 2.23.35.

#### Capítulo 2.1.7.5. Intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo

La intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo viene dada por la siguiente expresión:

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \times U_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_t^2 + X_n^2}} = \frac{1,1 \times 20.000}{\sqrt{3} \times \sqrt{22,6^2 + 25,4^2}} = 373,59 \text{ A}$$

#### Capítulo 2.1.7.6. Tensión de contacto máxima

El cálculo de la tensión de contacto admisible en la instalación viene dado por la expresión:

$$U'_c = K_c \times \rho \times I'_{1F} = 0,035 \times 200 \times 373,59 = 2.615,13 \text{ V}$$

Designación del electrodo	$K_c$ $\left(\frac{V}{(\Omega.m).A}\right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,037
CPT-LA-28 / 0,5	0,036
CPT-LA-30 / 0,5	0,036
CPT-LA-32 / 0,5	0,035
CPT-LA-34 / 0,5	0,034
CPT-LA-36 / 0,5	0,034
CPT-LA-38 / 0,5	0,033
CPT-LA-40 / 0,5	0,032
CPT-LA-42 / 0,5	0,031
CPT-LA-44 / 0,5	0,031
CPT-LA-46 / 0,5	0,030
CPT-LA-48 / 0,5	0,029
CPT-LA-50 / 0,5	0,029

Tabla 25: Coeficiente de tensión de contacto  $K_c$ , para cada tipo de electrodo utilizado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, según MT 2.23.35.

### Capítulo 2.1.7.7. Tensión de contacto aplicada

El cálculo de la tensión de contacto aplicada se calcula por la siguiente expresión:

$$U'_{ca} = \frac{U'_c}{1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \times Z_b}}$$

siendo:

- $R_{a1}$ : resistencia equivalente del calzado de un pie con suela aislante. Se puede emplear el valor de 2.000  $\Omega$ .
- $R_{a2}$ : resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie.

$$R_{a2} = 3 \times \rho = 3 \times 200 = 600 \Omega$$

- $Z_b$ : impedancia del cuerpo humano (se considerará un valor de 1.000  $\Omega$ ).

En vista de lo cual se obtiene el siguiente resultado:

$$U'_{ca} = \frac{2.615,13}{1 + \frac{2.000 + 600}{2.000}} = 1.137,02 V$$

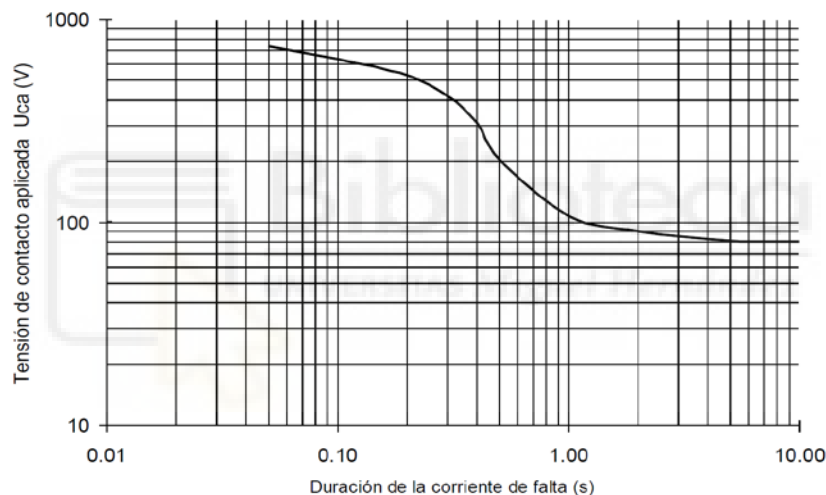


Ilustración 13: Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta, según MT 2.23.35.

### Capítulo 2.1.7.8. Determinación de la duración máxima de la corriente de falta

Para los valores de tensión de contacto anteriores, se obtiene una duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 s, según la figura 1 del apartado 7.3.4.1 de la ITC-LAT-07. Sin embargo, no se consideran tiempos inferiores a 0,1 s por lo que se adopta dicho valor como el tiempo de actuación de las protecciones.

#### Capítulo 2.1.7.9. Verificación del sistema de puesta a tierra elegido

Para verificar el sistema de puesta a tierra elegido, se comprueba el tiempo de actuación de las protecciones, en función de las características de la red:

$$t = \frac{400}{I'_{1F}} = \frac{400}{373,59} = 1,07 > 0,1 \text{ s}$$

Ya que el tiempo de actuación es mayor de 0,1 s, **no se cumple con el requisito reglamentario por lo que se tomarán medidas adicionales** de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes. Estas medidas adicionales de seguridad harán que la tensión de contacto sea cero, pero ha de comprobarse el cumplimiento de la tensión de paso según la ITC-RAT-13. Todo ello de acuerdo al apartado 7.3.4.1 de la ITC-LAT-07.

#### Capítulo 2.1.7.10. Medidas adicionales

En el caso de adoptar estas medidas adicionales, no sería necesario calcular la tensión de contacto máxima y aplicada por ser esta prácticamente cero. En todo caso, será necesario cumplir con los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas. Para ello deberá tomarse, como referencia, lo establecido en la ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se adopta la medida adicional de instalar antiescalo de obra civil.

A continuación, se comprueba el cumplimiento de la tensión de paso, según la ITC-RAT-13.

#### Capítulo 2.1.7.11. Determinación de la tensión de paso máxima aplicada en la instalación, para el caso de adoptar la medida adicional

- Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno.

$$K_{p1} = 0,023 \frac{V}{A \times (\Omega \times m)}$$

$$U'_{p1} = K_{p1} \times \rho \times I'_{1F} = 0,023 \times 200 \times 373,59 = 1.718,51 \text{ V}$$

El cálculo de la tensión de paso máxima aplicada se calcula con las siguientes expresiones:

- Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno.

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2 \times R_{a1} + 2 \times R_{a2}}{Z_b}} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2 \times R_{a1} + 6 \times \rho}{1.000}}$$

En vista de lo cual se obtienen los siguientes resultados:

$$U'_{pa1} = \frac{1.718,51}{1 + \frac{2 \times 2.000 + 6 \times 200}{1.000}} = 277,18 \text{ V}$$

Siendo  $R_{a1}$  la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2000  $\Omega$ ) y  $\rho_s$  la resistividad del terreno.

$U'_{p1}$  se calcula como el producto de la resistividad del terreno, la intensidad del defecto y el coeficiente de tensión de paso con los dos pies en el terreno ( $K_{p1}$ ).

Designación del electrodo	$K_p$ $\left( \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A} \right)$
CPT-LA-26 / 0,5	0,028
CPT-LA-28 / 0,5	0,026
CPT-LA-30 / 0,5	0,024
CPT-LA-32 / 0,5	0,023
CPT-LA-34 / 0,5	0,022
CPT-LA-36 / 0,5	0,021
CPT-LA-38 / 0,5	0,020
CPT-LA-40 / 0,5	0,020
CPT-LA-42 / 0,5	0,019
CPT-LA-44 / 0,5	0,018
CPT-LA-46 / 0,5	0,018
CPT-LA-48 / 0,5	0,017
CPT-LA-50 / 0,5	0,016

Tabla 26: Coeficiente de tensión de paso  $K_p$ , para cada tipo de electrodo utilizado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, con los dos pies en el terreno, según MT 2.23.35.

#### Capítulo 2.1.7.12. Verificación del sistema de puesta a tierra elegido con la medida adicional

Según la ITC-RAT-13, el valor de la tensión de paso máxima aplicada no debe ser superior al valor de la tensión de paso admisible, es decir:

$$U'_{pa} < U_{padm}$$

El valor de  $U_{padm}$  viene dado en función de la tensión de contacto admisible, según la ITC-RAT-13:

$$U_{padm} = 10 \times U_{cadm}$$

El valor de  $U_{cadm}$  para el tiempo de desconexión de 1,07 s, calculado anteriormente, proporciona el siguiente resultado:

$$U_{cadm} = 106 \text{ V}$$

siendo, por tanto, el valor de  $U_{padm}$  de:

$$U_{padm} = 10 \times 106 = 1.060 \text{ V}$$

**Según lo anterior, se comprueba:**

Apoyo frecuentado con calzado, con los dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = 277,18 < U_{padm} = 1.060 \text{ V}$$

**El electrodo considerado cumple con la reglamentación aplicable.**

Si la resistencia del sistema de puesta a tierra del apoyo es inferior al máximo valor de la resistencia a tierra indicado anteriormente, y además los valores de tensión de paso son menores que el valor admisible de la tensión de paso aplicada a la persona, el sistema de puesta a tierra del apoyo es adecuado.

### Capítulo 2.1.8. Comprobación a esfuerzo vertical del apoyo proyectado

#### **APOYO Nº1 DE LA LAMT DE 20kV L-10 DE LA ST SANTA POLA CON FUNCIÓN DE PAS, en el término municipal de SANTA POLA**

Se justifica el cálculo mecánico del apoyo existente número 1 indicando las solicitaciones verticales de la situación proyectada a desarrollar como apoyo con paso A/S

**Apoyo en estudio: C-2000**

**Conductor: LA-56**

Denominación	Designación	Cantidad	Carga (kg)	Carga total (kg)
Armado	RC2-17,5-S	1	116	116
Cadena de aisladores	-	6	1	6
Conductor de vanos LA-56	LA-56	3	21	63
Conductor puentes	LA-56	9	1,52	13,68
Seccionadores SELA	-	3	10	30
Soporte SELA	-	1	40,46	40,46
Pararrayos (autoválvulas)	-	3	3,6	10,8
Soporte terminales y pararrayos	-	1	15	15
Aislador puente	-	6	1,5	9
Terminales cable seco	-	3	1	3
Cable seco	HEPRZ1-240	3	12,8	38,4
Soporte posapies	-	1	6	6
Tubo protector	-	1	60	60

<b>Solicitud vertical total (kg)</b>	<b>411,34</b>
<b>Esfuerzo vertical de diseño (kg)</b>	<b>600</b>
<b>Coefficiente de seguridad de diseño</b>	<b>1,5</b>
<b>Coefficiente de seguridad según condiciones de trabajo</b>	<b>2,19</b>
<b>Mínimo coeficiente de trabajo reglamentario</b>	<b>1,5</b>

Se comprueba que el apoyo 1 es válido obteniendo un coeficiente de seguridad para la nueva función a desarrollar como apoyo con paso A/S con coeficiente de seguridad de 2,19 (>1,5).

## Capítulo 2.2. Cálculos de la LSMT entre dos CT'S

### Capítulo 2.2.1. Cálculo de intensidad máxima admisible

Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados con conductores de aluminio de hasta 18/30 kV bajo tubo, vienen indicados en la siguiente tabla.

Sección (mm <sup>2</sup> )	HEPR
	Al
240	345

Si se trata de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además, se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Factores de corrección por distancia entre ternas de cables unipolares agrupados bajo tierra. En la siguiente tabla se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de ternos de cables unipolares y la distancia entre ternos:

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49	
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-	
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-	

62

Tabla 27: Factores de corrección por distancia entre ternas, según MT 2.31.01.

Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m. En la siguiente tabla, se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 m (cables con aislamiento seco hasta 18/30 kV):

Profundidad (m)	Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,08
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
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

Tabla 28: Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m, según MT 2.31.01.

### Capítulo 2.2.2. Potencia máxima de transporte admisible

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente. Por tanto, la máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Donde:

- P = Potencia [kW]
- U = Tensión compuesta [kV]
- I = Intensidad [A]
- $\varphi$  = Angulo de desfase
- F.C = Factor de corrección

$$P = \sqrt{3} * 20 * 345 * 0,9 * 0,79 = 8.497,27 \text{ kW}$$

### Capítulo 2.2.3. Cálculo de intensidad de cortocircuito máxima admisible

Para calcular la corriente de cortocircuito se realizará con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- $I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito [kA]
- $S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito [MVA]
- $U_n$  = Tensión nominal de la línea [kV]

Para el cálculo de intensidades que origina un cortocircuito, se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito de la red que está especificada por la compañía distribuidora y es de 500 MVA.

63

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ kA}$$

Las intensidades de corriente de cortocircuito en kA para diferentes tiempos de duración del cortocircuito se recogen en la tabla que se muestra a continuación:

Tipo de Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	240	67,44	47,76	38,88	30,24	27,60	21,36	17,52	15,12	13,44	12,24

### Capítulo 2.2.4. Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas

En la siguiente tabla, se indican las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito. Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 85°C.
- Temperatura final pantalla: 180°C.

Tipo de Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32	



### Capítulo 2.2.5. Cálculo de caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

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

Donde:

- $\Delta U$  = Caída de tensión [%]
- $I$  = Intensidad [A]
- $L$  = Longitud de la línea [km]
- $R$  = Resistencia del conductor a la temperatura de servicio [ $\Omega$ /km]
- $X$  = Reactancia a frecuencia 50 Hz [ $\Omega$ /km]
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- $P$  = Potencia transportada [kW]
- $U$  = Tensión compuesta de la línea [kV]

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U = P \cdot \frac{L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan \varphi)$$

## Capítulo 2.3. Cálculos del nuevo CTCS

### Capítulo 2.3.1. Intensidad de Alta Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} U_p}$$

donde:

- $P$ : potencia del transformador (kVA)
- $U_p$ : tensión primaria (kV)
- $I_p$ : intensidad primaria (A)

Para el transformador de 400 kVA, la intensidad primaria es de **11,55 A**.

### Capítulo 2.3.2. Intensidad de Baja Tensión

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} U_s}$$

donde:

- $P$ : potencia del transformador (kVA)
- $U_s$ : tensión secundaria (kV)
- $I_s$ : intensidad secundaria (A)

Para el transformador de 400 kVA, siendo la tensión secundaria de 400 V en vacío, la intensidad en el secundario es de **577,35 A**.

### Capítulo 2.3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} U}$$

donde:

- $S_{cc}$ : potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- $U$ : tensión de servicio (kV)
- $I_{cc}$ : corriente de cortocircuito (kA)

### Capítulo 2.3.4. Cortocircuito en el lado de alta tensión

La corriente de cortocircuito en el primario del transformador viene dada por la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} U_{ccp}}$$

donde:

- $S_{cc}$ : potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- $U_{ccp}$ : tensión primaria (kV)
- $I_{ccp}$ : corriente de cortocircuito en el primario (kA)

Para una potencia de cortocircuito de 350 MVA y tensión de servicio de 20 kV, la corriente de cortocircuito en el primario es de 10,10 kA.

### Capítulo 2.3.5. Cortocircuito en el lado de baja tensión.

La corriente de cortocircuito en el secundario del transformador viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 P}{\sqrt{3} E_{cc} U_s}$$

donde:

- $P$ : potencia de transformador (kVA)
- $E_{cc}$ : tensión de cortocircuito del transformador (%)
- $U_s$ : tensión en el secundario (V)
- $I_{ccs}$ : corriente de cortocircuito en el secundario (kA)

Para el transformador de 400 kVA, siendo la tensión porcentual de cortocircuito del 4% y la tensión secundaria de 400 V en vacío, la corriente de cortocircuito en el secundario es de 14,43 kA.

### Capítulo 2.3.6. Protecciones del transformador

La protección en MT del transformador se realizará utilizando la celda de protección SF6 con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Los fusibles limitadores que se deben de utilizar en este tipo de instalaciones están recogidos en la NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV".

La intensidad nominal de los fusibles, para el transformador de 400 kVA, será de 40 A.

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)				Tensión asignada del fusible
	250	400	630	1000	
11 13,2 15 20	25 A	40 A	63 A	100 A	24 kV
30	16 A	25 A	32 A	40 A	36 kV

Tabla 29: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40.

### Capítulo 2.3.7. Dimensionado de los puentes de Media Tensión

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por el transformador es igual a 11,55 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable, que es de 150 A para un cable del tipo HEPRZ-1 12/20 kV de sección de 50 mm<sup>2</sup> de aluminio.

### Capítulo 2.3.8. Cálculo de puesta a tierra

El nuevo centro de transformación de energía dispondrá de puesta a tierra de servicio y de protección de las cuales, se adjunta una hoja de cálculo con el diseño proyectado (según el método de cálculo y proyecto de instalación de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, de UNESA, y de acuerdo con la ITC-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión), y se incluye plano con la longitud total del flagelo y nº de picas a utilizar en cada una de las tierras (protección y servicio) y la distancia de separación para evitar la aparición de transferencias entre ambas, para el caso de que el diseño se haya realizado con tierras separadas.

### Capítulo 2.3.8.1. DISEÑO DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

#### Datos de la red de distribución y ubicación

Sistema de puesta a tierra de protección de un Centro de Transformación prefabricado de superficie, de dimensiones de 2,1 m y 2,1 m:

- Tensión nominal de la línea  $U = 20\text{kV}$ .
- Intensidad máxima de falta a tierra  $I_{1F} = 500\text{ A}$ .
- Resistividad del terrero  $\rho = 200\ \Omega\text{m}$ .
- Características de actuación de las protecciones  $I'_{1F.t} = 400$ .
- Tipo de pantallas de los cables: Conectada.

Número de Centros de Transformación conectados a través de pantallas:  $N = 1$ .

#### Consideración con calzado

- Electrodo utilizado:

CPT-CT-A- (4x4)+8P2	$K_r$	$K_r'$
	0,07643 $\Omega/\Omega\text{m}$	0,088 $\Omega/\Omega\text{m}$

- Resistencia de tierra del CT:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,07643 \cdot 200 = 15,29\ \Omega$$

- $r_E$

$$R_{\text{pant}} = \rho \cdot K_r' / N = 200 \cdot 0,088 / 1 = 17,6\ \Omega$$

$$R_{\text{TOT}} = (R_T \cdot R_{\text{pant}}) / (R_T + R_{\text{pant}}) = (15,29 \cdot 17,6) / (15,29 + 17,6) = 8,04\ \Omega$$

$$r_E = R_{\text{TOT}} / R_T = 8,04 / 15,29 = 0,52$$

- Reactancia equivalente.

$$X_{LTH} = 25,4\ \Omega$$

- Cálculo de la intensidad de la corriente de defecto de tierra:

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \times \sqrt{R_T^2 + (X_{LTH}/r_E)^2}}$$

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot 20000}{0,52 \cdot \sqrt{3} \times \sqrt{15,29^2 + (25,4/0,52)^2}} = 477,23\text{ A}$$

- Determinación de la tensión de paso y contacto que aparece en la instalación:

**Con los dos pies en el terreno:**

$$K_{p-pt-t} = 0,01613 \text{ V/A} \cdot (\Omega\text{m})$$

$$U'_{p1} = K_{p-pt-t} \cdot \rho \cdot l_E = K_{p-pt-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,01613 \cdot 200 \cdot 0,52 \cdot 477,23$$

$$U'_{p1} = 800,57 \text{ V}$$

**Con un pie en la acera y el otro en el terreno:**

$$K_{p-pa-t} = 0,03768 \text{ V/A} \cdot (\Omega\text{m})$$

$$U'_{p2} = K_{p-pa-t} \cdot \rho \cdot l_E = K_{p-pa-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,03768 \cdot 200 \cdot 0,52 \cdot 477,23$$

$$U'_{p2} = 1.870,13 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona:

**Con los dos pies en el terreno:**

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}}$$

$$U'_{pa1} = \frac{800,57}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1000}} = 129,12 \text{ V}$$

**Con un pie en la acera y el otro en el terreno:**

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}}$$

$$U'_{pa2} = \frac{1870,13}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 128,09 \text{ V}$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta:

$$t = 400/I'_{1Fp} = 400/477,23 = 0,84 \text{ s}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$$

$$U_{ca} = 135 \text{ V para una duración de la corriente de falta de } 0,84 \text{ s}$$

$$U_{ca} = 1350 \text{ V}$$

Como,  $U'_{pa1} = 129,12 \text{ V} < 1350 \text{ V}$  y  $U'_{pa2} = 128,09 \text{ V} < 1350 \text{ V}$  el electrodo considerado CPT-CT-A-(4x4)+8P2, **cumple con el requisito reglamentario**. Además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor,  $R_T = 15,29 \Omega$ , valor inferior al exigido de  $100 \Omega$ .

## Consideración sin calzado

- Electrodo utilizado:

CPT-CT-A-(4x4)+8P2	$K_r$	$K_r'$
	0,07643 $\Omega/\Omega m$	0,088 $\Omega/\Omega m$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona:

**Con los dos pies en el terreno:**

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{Z_b}}$$

$$U'_{pa1} = \frac{800,57}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1000}} = 129,12 \text{ V}$$

**Con un pie en la acera y el otro en el terreno:**

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_S + 3\rho_S *}{Z_b}}$$

$$U'_{pa2} = \frac{1870,13}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 128,09 \text{ V}$$

Como,  $U'_{pa1} = 363,89 \text{ V} < 1350 \text{ V}$  y  $U'_{pa2} = 176,73 \text{ V} < 1350 \text{ V}$  el electrodo considerado CPT-CT-A-(4x4)+8P2, **cumple con el requisito reglamentario**. Además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor,  $R_T = 15,29\Omega$ , valor inferior al exigido de  $100 \Omega$ .

### Capítulo 2.3.8.2. DISEÑO DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR

La resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a  $37 \Omega$  en instalaciones con esquema de distribución TT, con el fin de garantizar una tensión en el neutro menor o igual a  $24 \text{ V}$ , si se utiliza protección diferencial inferior o igual a  $650 \text{ mA}$ , en caso de defecto de aislamiento en B.T.

## Electrodo seleccionado

### **Código Electrodo 5/62**

- o Hileras unidas por conductor horizontal, separación entre picas de  $3 \text{ m}$ .
- o Profundidad electrodo:  $0,5 \text{ m}$ .
- o Número de picas:  $6$ .
- o Diámetro del electrodo  $14,6 \text{ mm}$ .
- o Longitud de las picas:  $2 \text{ m}$ .
- o Parámetro resistencia:  $K_r = 0,0730 \Omega/\Omega m$ .
- o Parámetro paso:  $K_p = 0,0120 \Omega/\Omega m$ .

- Resistencia de puesta a tierra real
- $R_T = K_r \cdot \rho = 0,0730 \cdot 200 = 14,6 \Omega$
- Intensidad de defecto real:

- $$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_T^2 + (X_{LTH})^2}}$$

- $$I_d = \frac{20000}{\sqrt{3} \times \sqrt{13,96^2 + (25,4)^2}} = 398,40 A$$

- Como,  $R_T = 14,6 \Omega < 37 \Omega$  el electrodo considerado 5/62, **cumple con el requisito reglamentario.**

### Capítulo 2.3.8.3. SEPARACIÓN ENTRE T.T. DE MASAS DEL CT Y T.T. DEL NEUTRO

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, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V, por lo que 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:

$$D = (\rho \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi)$$

Distancia requerida entre electrodos de T.T de masas y T.T. de neutro:  $D = 16 \text{ m}$

### Capítulo 2.3.9. Cálculo del cumplimiento de campos magnéticos en proximidades al CT

#### Capítulo 2.3.9.1. Objeto

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del R.D. 337/2.014, se debe comprobar que, en el exterior de las instalaciones de AT, el valor del campo electromagnético creado por la circulación de corriente a 50 Hz no debe superar el valor establecido en el R.D. 1.066/2.001, 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 sanitarias frente a emisiones radioeléctricas.

El R.D. 1.066/2.001 tiene, entre otros objetivos, adoptar medidas de protección sanitaria de la población. Para ello, se establecen unos límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas, acordes con las recomendaciones europeas. Para garantizar esta protección se establecen unas restricciones básicas y unos niveles de referencia que deberán cumplir las instalaciones afectadas por dicho Real Decreto. Igualmente, este Real Decreto asume los criterios de protección sanitaria frente a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas establecidos en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, de 12 de julio de 1.999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos.

### Capítulo 2.3.9.2. Niveles de referencia

Según el punto 3.1 “Niveles de campo” del Anexo II “Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas”, del R.D. 1.066/2.001, de 28 de septiembre, los niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromecánicos, en función de la frecuencia, vienen dados en la siguiente tabla:

CUADRO 2

*Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)*

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Para la frecuencia de 50 Hz., que es la frecuencia de suministro eléctrico, y por tanto la frecuencia de los campos magnéticos asociados a dicho suministro, los valores correspondientes son:

- Gama de frecuencia: 0,025-0,8 kHz
- Campo B:  $5/f$  (siendo f la frecuencia en kHz)
- **NIVEL DE REFERENCIA DE B:**

$$5/f = 5/0,05 = 100 \mu T$$

### Capítulo 2.3.9.3. Estudio de campos magnéticos creados por la instalación

Cada conductor que lleva una corriente eléctrica es rodeado por un campo magnético. El campo se puede ilustrar por las líneas de la intensidad, que forman círculos concéntricos alrededor del conductor. La dirección de las líneas de la intensidad es dada por la regla de la mano derecha, en la cual el pulgar señala la dirección técnica de la corriente. (nota: la aplicación informática usa la dirección física de la corriente)

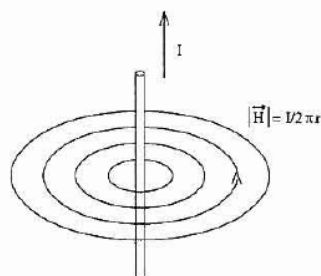


Fig: Campo magnético de un conductor



La inducción magnética de una configuración de conductores se calcula con la ecuación de Biot-Savart como superposición de los campos parciales de los segmentos individuales del conductor. Cada segmento infinitesimal contribuye al campo completo:

$$d\vec{B}(t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} I(t)$$

El  $d\vec{B}$  e  $I$  son generalmente dependiente del tiempo y están transformados en cantidades complejas para simplificar el cálculo.

Si asumimos que el segmento  $i$  de la longitud  $L$  está en el origen del sistema de coordenadas paralelo al  $x$ -eje, su contribución al campo en el punto  $P(x,y,z)$  es entonces:

$$|\vec{B}_i(t)| = \frac{\mu_0}{4\pi r} I_i(t) \left[ \frac{L_i - x_p}{\sqrt{(L_i - x_p)^2 + r^2}} + \frac{x_p}{\sqrt{x_p^2 + r^2}} \right]$$

Con los componentes de vector:

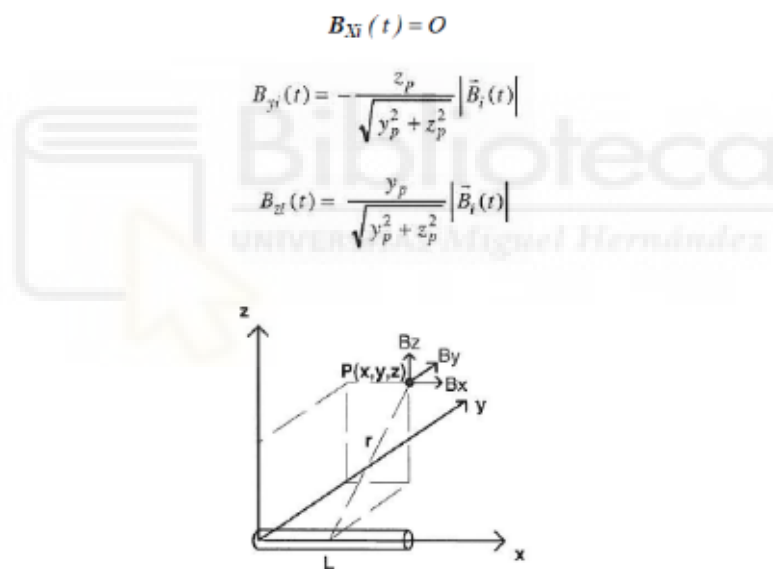


Fig. Conductor parcial en el origen de coordenadas

Para el cálculo de la intensidad de campo las coordenadas del punto en consideración se transforman en el sistema local de coordenadas del segmento respectivo. Esto sucede por una dislocación y una rotación siguiente. El cálculo proporciona la contribución del segmento al vector completo del campo, que tiene que ser transformado de nuevo al sistema de coordenadas de mundo.

La adición vectorial de las contribuciones del campo provee el vector campo:

$$\vec{B}(t) = \begin{pmatrix} B_x(t) \\ B_y(t) \\ B_z(t) \end{pmatrix}$$

En el caso de una corriente sinusoidal con una frecuencia constante:

$$I(t) = \hat{I} \sin(\omega t)$$

El valor eficaz se define como:

$$I = \hat{I} / \sqrt{2}$$

El vector del campo rota en una elipse fija, cuyo medio eje principal representa el valor máximo.

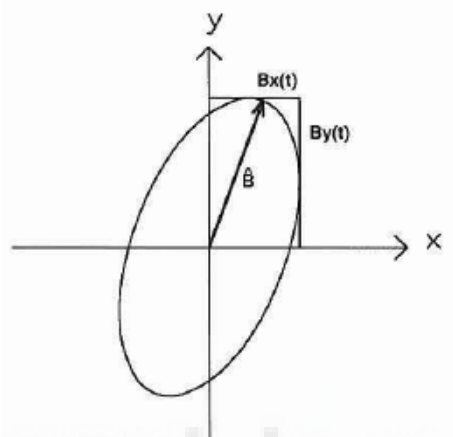


Fig. Elipse de rotación del vector B

Introduciendo la geometría y los datos en la aplicación informática obtenemos valores próximos a **19,19  $\mu\text{T}$**  para el transformador, en el punto más desfavorable, inferior a los límites establecidos por el R.D. 1.066/2.001:

$$\text{Transformador } 100\mu\text{T} \geq 19,19 \mu\text{T}$$

#### Capítulo 2.3.9.4. Medidas para minimizar los campos electromagnéticos creados por la instalación

Se incluyen las siguientes medidas, en el proyecto presentado, con objeto de minimizar los campos electromagnéticos en el exterior de la instalación:

- La envolvente del centro de transformación no se encuentra en edificio habitable o es anexa a éste.
- Las entradas y salidas al centro de transformación de la/s línea/s de alta y baja tensión se realizan por el suelo, en ternas, y adoptando la disposición en triángulo. El trazado se encuentra realizado por atarjeas practicadas en el suelo del centro de transformación.
- Las interconexiones, entre celdas de alta tensión y transformador y entre transformador y cuadro de baja tensión, son lo más cortas posibles, evitando paredes y techo del recinto, estando realizado su tendido por atarjeas practicadas en el suelo para tal fin.
- Por último, el lado de conexión de baja tensión del transformador está orientado hacia el interior del centro de transformación.

Estas medidas pueden verse reflejadas en los planos del Proyecto presentado.

## Capítulo 2.3.10. Cálculo del cumplimiento de nivel de ruido emitido por el CT

### Capítulo 2.3.10.1. Objeto

De acuerdo al apartado 4.8 de la ITC-RAT 14 del R.D. 337/2.014, se debe comprobar que, en el exterior de las instalaciones de AT, los índices de ruido se ajustan a los niveles de calidad acústica establecidos en el R.D. 1.367/2.007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2.003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En la Comunidad Valenciana es de aplicación la Ley 7/2.002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valencia, de protección contra la contaminación acústica y Decreto 266/2.004, de 3 de diciembre, del Consell, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación a actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios y sus posteriores modificaciones.

### Capítulo 2.3.10.2. Niveles de referencia

#### Valores límites del nivel del ruido

La Ley 7/2.002, de 3 de diciembre, y el Decreto 266/2.004, de 3 de diciembre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, presenta los valores límites del nivel sonoro de acuerdo a las siguientes tablas:

#### Niveles de recepción externos:

Tabla 1. Niveles de recepción externos

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y Docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

74

#### Niveles de recepción internos:

Tabla 2. Niveles de recepción internos

Uso	Locales	Nivel sonoro dB(A)	
		Día	Noche
Sanitario	Zonas comunes	50	40
	Estancias	45	30
	Dormitorios	30	25
Residencial	Piezas habitables (excepto cocinas)	40	30
	Pasillos, aseos, cocina	45	35
	Zonas comunes edificio	50	40

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HR, establece como valores límites en exteriores de zonas habitables entre 20 dB y 45 dB.

### Capítulo 2.3.10.3. Cálculo nivel de ruido de la instalación

Se justificará el nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación mediante el cálculo del índice global de reducción acústica, ponderado A, de los elementos constructivos del mismo, siendo las expresiones de cálculo las siguientes, en función de la masa por unidad de superficie  $m$  ( $kg/m^2$ ), todo ello según el Anexo A del Documento Básico HR del Código Técnico de la Edificación

$$m \leq 150 \text{ kg}/m^2 \rightarrow R_A = 16,6 \times \log m + 5$$

$$m \geq 150 \text{ kg}/m^2 \rightarrow R_A = 36,5 \times \log m - 38,5$$

Para el cálculo del nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación se consideran las siguientes características constructivas de la misma:

- Emisor de ruido: el único emisor de ruido es el transformador de potencia de 400 kVA, siendo el nivel máximo de potencia acústica generada por el transformador de 400 kVA igual a 53,00 dB (A).
- Envoltorio del centro de transformación: constituida para toda la envoltorio por cerramientos de hormigón armado, sin trasdosado ni acabado interior, con las características de densidad (hormigón y acero) de  $2,54 \text{ Tn}/m^3$ , resistencia característica mínima de  $25 \text{ N}/mm^2$ . y masa por unidad de superficie estimada de  $m = 300 \text{ kg}/m^2$ .

De acuerdo a las expresiones y valores anteriores, se obtienen los siguientes resultados para el índice global de reducción acústica, ponderado A.

$$m = 300 \text{ kg}/m^2 \rightarrow R_A = 36,5 \times \log 300 - 38,5 = 51,91 \text{ dBA}$$

Considerando el valor de potencia acústica del transformador como presión acústica, caso más desfavorable ya que su cálculo proporcionaría un valor menor que este, la transmisión de ruido a través de los cerramientos del centro sería:

- **Ruido transmitido:  $53.00 - 51.91 = 1,09 \text{ dBA} < 30 \text{ dBA}$  CUMPLE**

No obstante, todos los elementos generadores de vibraciones (equipos, máquinas, conductos), se proyectan con las precauciones necesarias para reducir al máximo posible los niveles de vibración transmitidos por su funcionamiento, ya que los mismos no transmiten vibraciones a los elementos de obra civil.

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB (A)
50	≤ 24	90	1100	39
100		145	1750	41
250		300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50	36	103	1210	39
100		167	1925	41
250		345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Tabla 30: Datos de pérdidas caloríficas y nivel de potencia acústica.

## Capítulo 2.4. Cálculos del CT Existente de tipo Superficie de Obra Civil

### Capítulo 2.4.1. Intensidad de Alta Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} U_p}$$

donde:

- $P$ : potencia del transformador (kVA)
- $U_p$ : tensión primaria (kV)
- $I_p$ : intensidad primaria (A)

Para el transformador de 630 kVA, la intensidad primaria es de **18,19 A**.

### Capítulo 2.4.2. Intensidad de Baja Tensión

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} U_s}$$

donde:

- $P$ : potencia del transformador (kVA)
- $U_s$ : tensión secundaria (kV)
- $I_s$ : intensidad secundaria (A)

Para el transformador de 630 kVA, siendo la tensión secundaria de 400 V en vacío, la intensidad en el secundario es de **909,33 A**.

### Capítulo 2.4.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} U}$$

donde:

- $S_{cc}$ : potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- $U$ : tensión de servicio (kV)
- $I_{cc}$ : corriente de cortocircuito (kA)

### Capítulo 2.4.4. Cortocircuito en el lado de alta tensión

La corriente de cortocircuito en el primario del transformador viene dada por la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} U_{ccp}}$$

donde:

- $S_{cc}$ : potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- $U_{ccp}$ : tensión primaria (kV)
- $I_{ccp}$ : corriente de cortocircuito en el primario (kA)

Para una potencia de cortocircuito de 350 MVA y tensión de servicio de 20 kV, la corriente de cortocircuito en el primario es de 10,10 kA.

#### Capítulo 2.4.5. Cortocircuito en el lado de baja tensión.

La corriente de cortocircuito en el secundario del transformador viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 P}{\sqrt{3} E_{cc} U_s}$$

donde:

- $P$ : potencia de transformador (kVA)
- $E_{cc}$ : tensión de cortocircuito del transformador (%)
- $U_s$ : tensión en el secundario (V)
- $I_{ccs}$ : corriente de cortocircuito en el secundario (kA)

Para el transformador de 630 kVA, siendo la tensión porcentual de cortocircuito del 4% y la tensión secundaria de 400 V en vacío, la corriente de cortocircuito en el secundario es de 22,73 kA.

#### Capítulo 2.4.6. Protecciones del transformador

La protección en MT del transformador se realizará utilizando la celda de protección SF6 con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Los fusibles limitadores que se deben de utilizar en este tipo de instalaciones están recogidos en la NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV".

La intensidad nominal de los fusibles, para el transformador de 630 kVA, será de 63 A.

77

Tensión red kV	Potencia del centro de transformación (kVA)				Tensión asignada del fusible
	250	400	630	1000	
11 13,2 15 20	25 A	40 A	63 A	100 A	24 kV
30	16 A	25 A	32 A	40 A	36 kV

Tabla 31: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40.

#### Capítulo 2.4.7. Dimensionado de los puentes de Media Tensión

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por el transformador es igual a 18,19 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable, que es de 150 A para un cable del tipo HEPRZ-1 12/20 kV de sección de 50 mm<sup>2</sup> de aluminio.

### Capítulo 2.4.8. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

Para la determinación de la superficie necesaria de entrada de aire fresco y salida de aire caliente se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P}{0,24 C_r \sqrt{\Delta t^3 H}}$$

Donde.

S = superficie en m, tanto de la rejilla de entrada de aire, como el de la salida.

P = suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores.

Cr = coeficiente de forma de la rejilla de ventilación. Para la rejilla normalizada 0,4.

Δt = salto térmico permitido en °C. (15°C).

H = altura en m, entre ejes de las rejillas.

$$S = \frac{P}{0,24 C_r \sqrt{\Delta t^3 H}}$$

Aplicando la fórmula para el transformador de 630 kVA, considerando un valor de pérdidas P de 6,500 kW en cada uno de ellos y una altura H de 1,88 m, se obtiene una superficie mínima de rejillas de entrada y salida de aire de:

$$S = \frac{6,500}{0,24 \times 0,4 \times \sqrt{15^3 \times 1,88}} = 0,85 \text{ m}^2$$

El centro dispondrá de dos rejillas de un total de 1,28 m<sup>2</sup> de superficie para la entrada de aire frío, y una rejilla de un total de 0,98 m<sup>2</sup> de superficie para la salida de aire caliente, siendo la superficie de ventilación superior a 0,85 m<sup>2</sup>.

### Capítulo 2.4.9. Cálculo del cumplimiento de campos magnéticos en proximidades al CT

#### Capítulo 2.4.9.1. Objeto

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del R.D. 337/2.014, se debe comprobar que, en el exterior de las instalaciones de AT, el valor del campo electromagnético creado por la circulación de corriente a 50 Hz no debe superar el valor establecido en el R.D. 1.066/2.001, 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 sanitarias frente a emisiones radioeléctricas.

El R.D. 1.066/2.001 tiene, entre otros objetivos, adoptar medidas de protección sanitaria de la población. Para ello, se establecen unos límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas, acordes con las recomendaciones europeas. Para garantizar esta protección se establecen unas restricciones básicas y unos niveles de referencia que deberán cumplir las instalaciones afectadas por dicho Real Decreto. Igualmente, este Real Decreto asume los criterios de protección sanitaria frente a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas establecidos en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, de 12 de julio de 1.999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos.

### Capítulo 2.4.9.2. Niveles de referencia

Según el punto 3.1 “Niveles de campo” del Anexo II “Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas”, del R.D. 1.066/2.001, de 28 de septiembre, los niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromecánicos, en función de la frecuencia, vienen dados en la siguiente tabla:

CUADRO 2

*Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)*

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Para la frecuencia de 50 Hz., que es la frecuencia de suministro eléctrico, y por tanto la frecuencia de los campos magnéticos asociados a dicho suministro, los valores correspondientes son:

- Gama de frecuencia: 0,025-0,8 kHz
- Campo B:  $5/f$  (siendo f la frecuencia en kHz)
- **NIVEL DE REFERENCIA DE B:**

$$5/f = 5/0,05 = 100 \mu T$$

### Capítulo 2.4.9.3. Estudio de campos magnéticos creados por la instalación

Cada conductor que lleva una corriente eléctrica es rodeado por un campo magnético. El campo se puede ilustrar por las líneas de la intensidad, que forman círculos concéntricos alrededor del conductor. La dirección de las líneas de la intensidad es dada por la regla de la mano derecha, en la cual el pulgar señala la dirección técnica de la corriente. (nota: la aplicación informática usa la dirección física de la corriente)

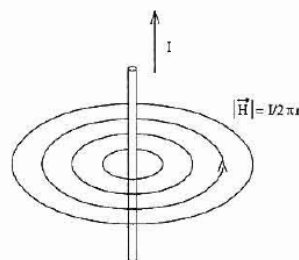


Fig: Campo magnético de un conductor



La inducción magnética de una configuración de conductores se calcula con la ecuación de Biot-Savart como superposición de los campos parciales de los segmentos individuales del conductor. Cada segmento infinitesimal contribuye al campo completo:

$$d\vec{B}(t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} I(t)$$

El dB e I son generalmente dependiente del tiempo y están transformados en cantidades complejas para simplificar el cálculo.

Si asumimos que el segmento i de la longitud l está en el origen del sistema de coordenadas paralelo al x-eje, su contribución al campo en el punto P(x, y, z) es entonces:

$$|\vec{B}_i(t)| = \frac{\mu_0}{4\pi r} I_i(t) \left[ \frac{L_i - x_p}{\sqrt{(L_i - x_p)^2 + r^2}} + \frac{x_p}{\sqrt{x_p^2 + r^2}} \right]$$

Con los componentes de vector:

$$B_{xi}(t) = 0$$

$$B_{yi}(t) = -\frac{z_p}{\sqrt{y_p^2 + z_p^2}} |\vec{B}_i(t)|$$

$$B_{zi}(t) = \frac{y_p}{\sqrt{y_p^2 + z_p^2}} |\vec{B}_i(t)|$$

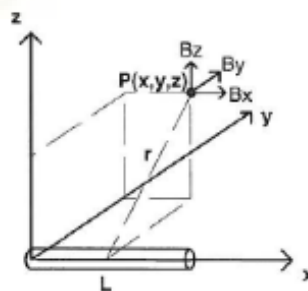


Fig. Conductor parcial en el origen de coordenadas

Para el cálculo de la intensidad de campo las coordenadas del punto en consideración se transforman en el sistema local de coordenadas del segmento respectivo. Esto sucede por una dislocación y una rotación siguiente. El cálculo proporciona la contribución del segmento al vector completo del campo, que tiene que ser transformado de nuevo al sistema de coordenadas de mundo.

La adición vectorial de las contribuciones del campo provee el vector campo:

$$\vec{B}(t) = \begin{pmatrix} B_x(t) \\ B_y(t) \\ B_z(t) \end{pmatrix}$$

En el caso de una corriente sinusoidal con una frecuencia constante:

$$I(t) = \hat{I} \sin(\omega t)$$

El valor eficaz se define como:

$$I = \hat{I} / \sqrt{2}$$

El vector del campo rota en una elipse fija, cuyo medio eje principal representa el valor máximo.

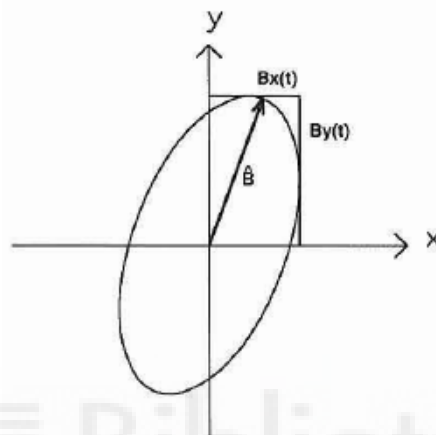


Fig. Elipse de rotación del vector B

Después de introducir la geometría y los datos en la aplicación informática obtenemos valores próximos a **30,22  $\mu\text{T}$**  para el transformador, en el punto más desfavorable, inferior a los límites establecidos por el R.D. 1.066/2.001:

$$\text{Transformador } 100\mu\text{T} \geq 30,22 \mu\text{T}$$

#### Capítulo 2.4.9.4. Medidas para minimizar los campos electromagnéticos creados por la instalación

Se incluyen las siguientes medidas, en el proyecto presentado, con objeto de minimizar los campos electromagnéticos en el exterior de la instalación:

- La envolvente del centro de transformación no se encuentra en edificio habitable o es anexa a éste.
- Las entradas y salidas al centro de transformación de la/s línea/s de alta y baja tensión se realizan por el suelo, en ternas, y adoptando la disposición en triángulo. El trazado se encuentra realizado por atarjeas practicadas en el suelo del centro de transformación.
- Las interconexiones, entre celdas de alta tensión y transformador y entre transformador y cuadro de baja tensión, son lo más cortas posibles, evitando paredes y techo del recinto, estando realizado su tendido por atarjeas practicadas en el suelo para tal fin.
- Por último, el lado de conexión de baja tensión del transformador está orientado hacia el interior del centro de transformación.

Estas medidas pueden verse reflejadas en los planos del Proyecto presentado.

## Capítulo 2.4.10. Cálculo del cumplimiento de nivel de ruido emitido por el CT

### Capítulo 2.4.10.1. Objeto

De acuerdo al apartado 4.8 de la ITC-RAT 14 del R.D. 337/2.014, se debe comprobar que, en el exterior de las instalaciones de AT, los índices de ruido se ajustan a los niveles de calidad acústica establecidos en el R.D. 1.367/2.007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2.003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En la Comunidad Valenciana es de aplicación la Ley 7/2.002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valencia, de protección contra la contaminación acústica y Decreto 266/2.004, de 3 de diciembre, del Consell, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación a actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios y sus posteriores modificaciones.

### Capítulo 2.4.10.2. Niveles de referencia

#### Valores límites del nivel del ruido

La Ley 7/2.002, de 3 de diciembre, y el Decreto 266/2.004, de 3 de diciembre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, presenta los valores límites del nivel sonoro de acuerdo a las siguientes tablas:

#### Niveles de recepción externos:

Tabla 1. Niveles de recepción externos

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y Docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

82

#### Niveles de recepción internos:

Tabla 2. Niveles de recepción internos

Uso	Locales	Nivel sonoro dB(A)	
		Día	Noche
Sanitario	Zonas comunes	50	40
	Estancias	45	30
	Dormitorios	30	25
Residencial	Piezas habitables (excepto cocinas)	40	30
	Pasillos, aseos, cocina	45	35
	Zonas comunes edificio	50	40

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HR, establece como valores límites en exteriores de zonas habitables entre 20 dB y 45 dB.

### Capítulo 2.4.10.3. Cálculo nivel de ruido de la instalación

Se justificará el nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación mediante el cálculo del índice global de reducción acústica, ponderado A, de los elementos constructivos del mismo, siendo las expresiones de cálculo las siguientes, en función de la masa por unidad de superficie  $m$  ( $kg/m^2$ ), todo ello según el Anexo A del Documento Básico HR del Código Técnico de la Edificación

$$m \leq 150 \text{ kg}/m^2 \rightarrow R_A = 16,6 \times \log m + 5$$

$$m \geq 150 \text{ kg}/m^2 \rightarrow R_A = 36,5 \times \log m - 38,5$$

Para el cálculo del nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación se consideran las siguientes características constructivas de la misma:

- Emisor de ruido: el único emisor de ruido es el transformador de potencia de 630 kVA, siendo el nivel máximo de potencia acústica generada por el transformador de 630 kVA igual a 55,00 dB (A).
- Envoltorio del centro de transformación: constituida para toda la envoltorio por cerramientos de hormigón armado, sin trasdosado ni acabado interior, con las características de densidad (hormigón y acero) de  $2,54 \text{ Tn}/m^3$ , resistencia característica mínima de  $25 \text{ N}/mm^2$ . y masa por unidad de superficie estimada de  $m = 300 \text{ kg}/m^2$ .

De acuerdo a las expresiones y valores anteriores, se obtienen los siguientes resultados para el índice global de reducción acústica, ponderado A.

$$m = 300 \text{ kg}/m^2 \rightarrow R_A = 36,5 \times \log 300 - 38,5 = 51,91 \text{ dBA}$$

Considerando el valor de potencia acústica del transformador como presión acústica, caso más desfavorable ya que su cálculo proporcionaría un valor menor que este, la transmisión de ruido a través de los cerramientos del centro sería:

- **Ruido transmitido:  $55.00 - 51.91 = 3,09 \text{ dBA} < 30 \text{ dBA}$  CUMPLE**

No obstante, todos los elementos generadores de vibraciones (equipos, máquinas, conductos), se proyectan con las precauciones necesarias para reducir al máximo posible los niveles de vibración transmitidos por su funcionamiento, ya que los mismos no transmiten vibraciones a los elementos de obra civil.

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB (A)
50	≤ 24	90	1100	39
100		145	1750	41
250		300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50	36	103	1210	39
100		167	1925	41
250		345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Tabla 32: Datos de pérdidas caloríficas y nivel de potencia acústica.

## Capítulo 3. Planos

Capítulo 3.1. Planos generales del trabajo de fin de grado

Capítulo 3.1.1. Plano de Situación

Capítulo 3.1.2. Plano de Emplazamiento

Capítulo 3.1.3. Plano de Afección Vía Pecuaria

Capítulo 3.1.4. Plano de Afección Zona Forestal

Capítulo 3.1.5. Plano de Afección Conselleria de Transportes

Capítulo 3.1.6. Plano de Afección Zona ZEPA

Capítulo 3.1.7. Plano de Afección Parque Natural de las Salinas de Santa Pola



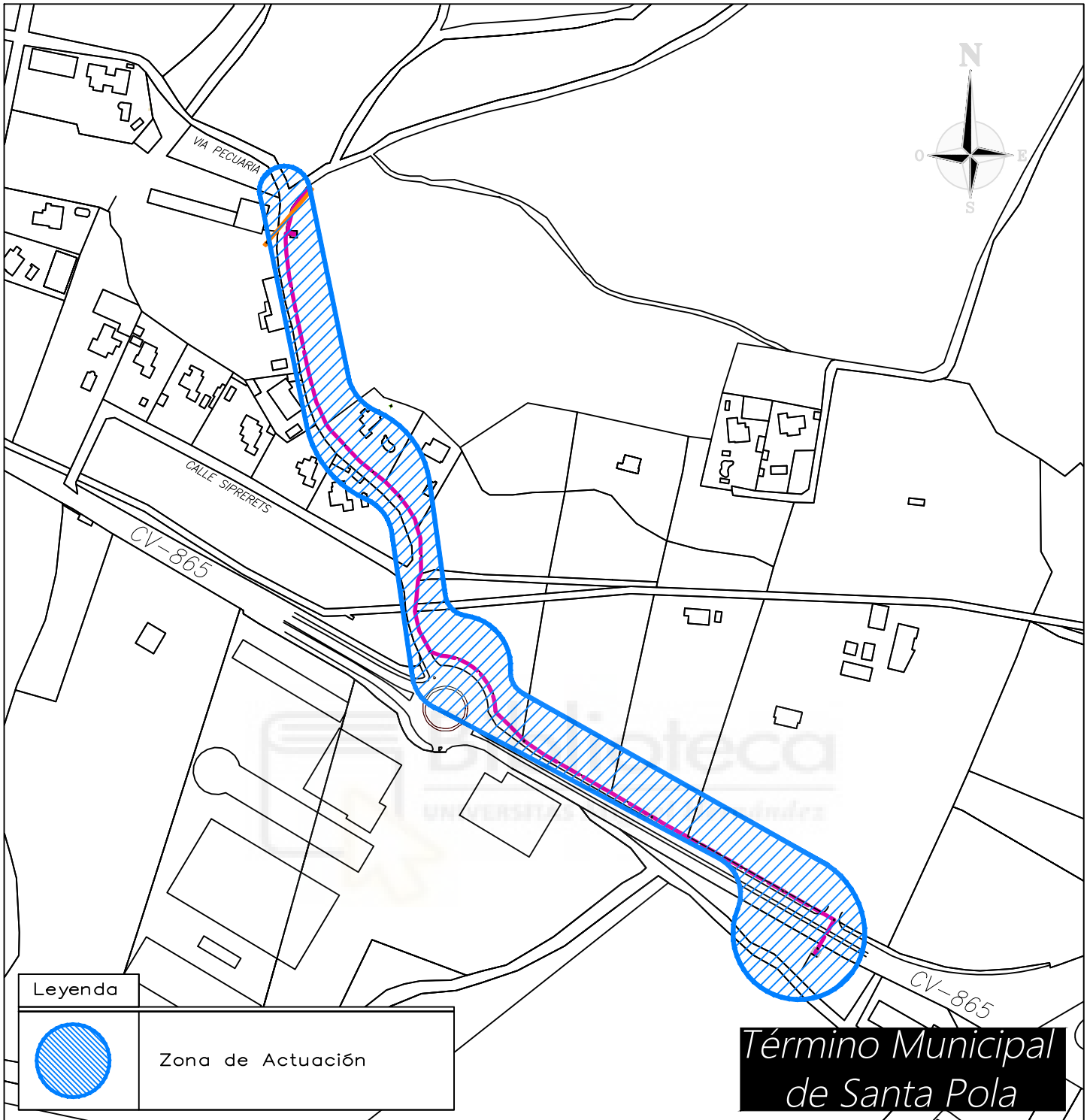


Leyenda	
	Zona de Actuación

**Término Municipal de Santa Pola**









Autor: Álvaro Padilla Reverte		Plano: SITUACIÓN	
Director: Miguel López García		Nº Plano: 01	Escala: 1/2500
TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica			
			Hoja 1 de 1



**Leyenda**

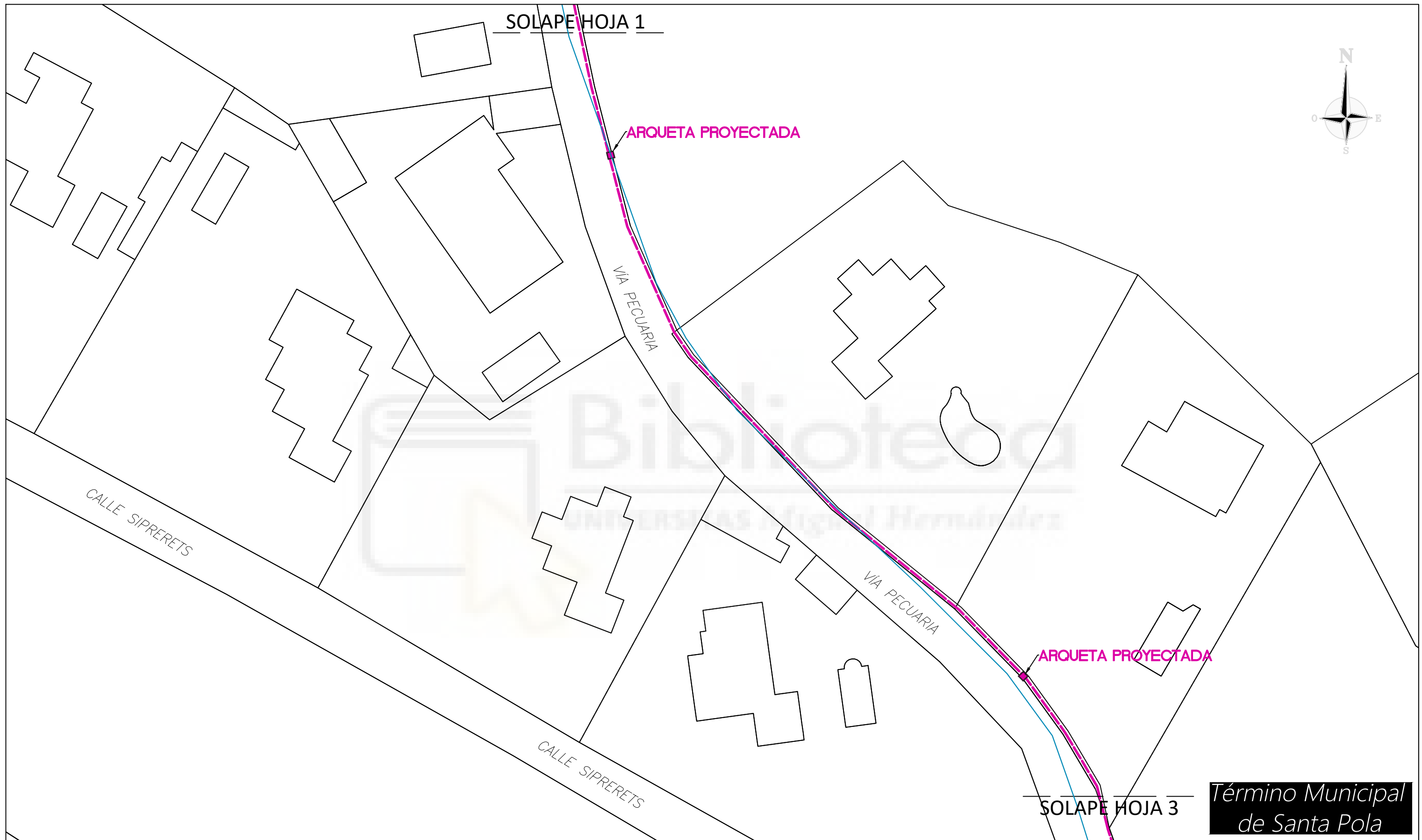
 Zona de Actuación

Leyenda			
LAMT Existente		LSMT Proyectada	
CT Existente		CT Proyectado	
PAS Proyectado		Arqueta Proyectada	

 <b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: EMPLAZAMIENTO	
	Director: Miguel López García	Nº Plano: 02	Escala: 1/1500
	TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica		
			Hoja 1 de 1





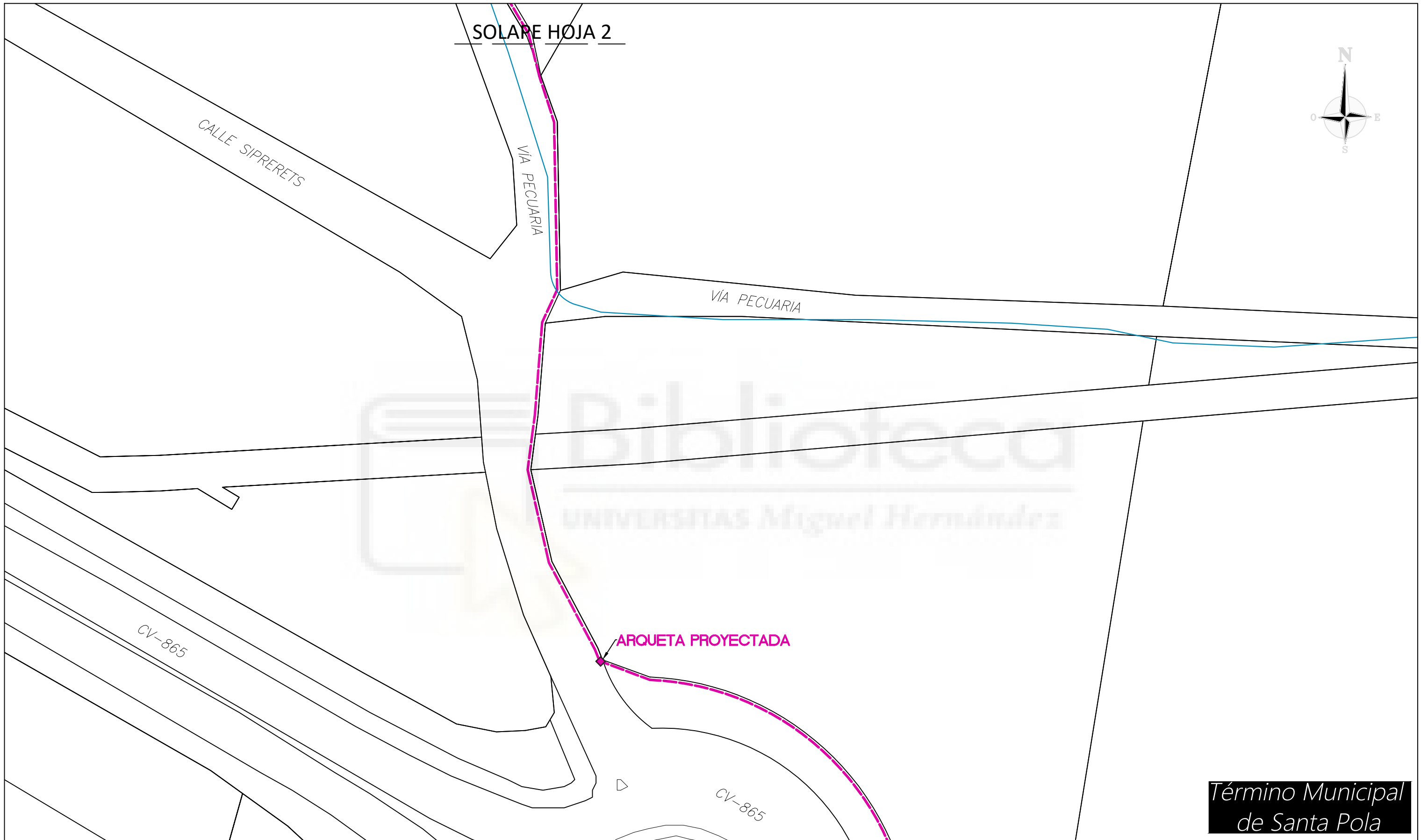












**Término Municipal de Santa Pola**

Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



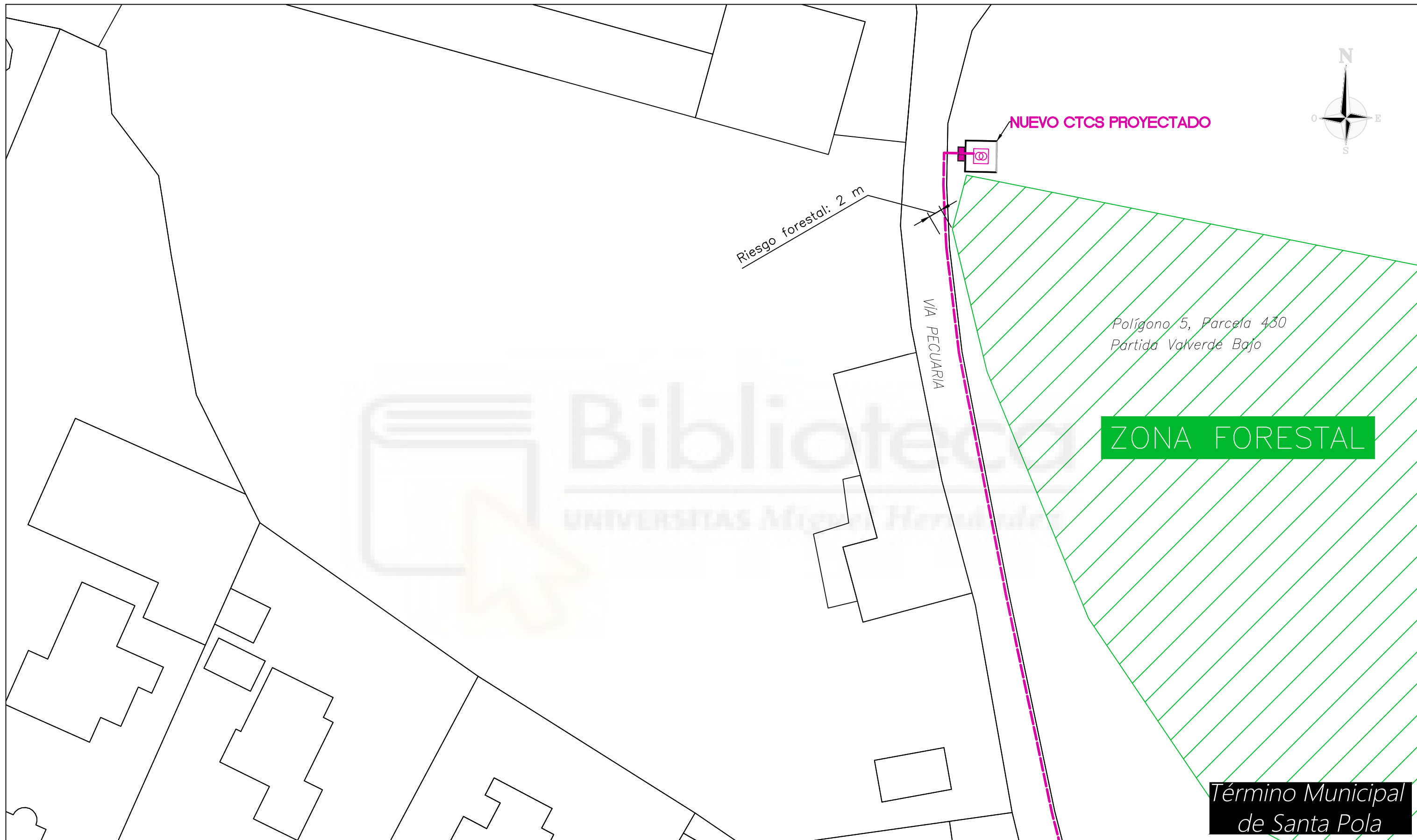
Autor: Álvaro Padilla Reverte		Plano: AFECCIÓN VÍA PECUARIA	
Director: Miguel López García		Nº Plano: 03	Escala: 1/500
TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica			
			Hoja 2 de 3













<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada 	LAMT a Desmantelar 
LAMT Existente 	CT Proyectado 	CT a Desmantelar 
CT Existente 	Arqueta Proyectada 	Apoyo a Desmontar 
PAS Proyectado 	Apoyo a Desmontar 	



Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: AFECCIÓN VÍA PECUARIA
Director: Miguel López García	Nº Plano: 03
TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica	
Escala: 1/500	
Hoja 3 de 3	

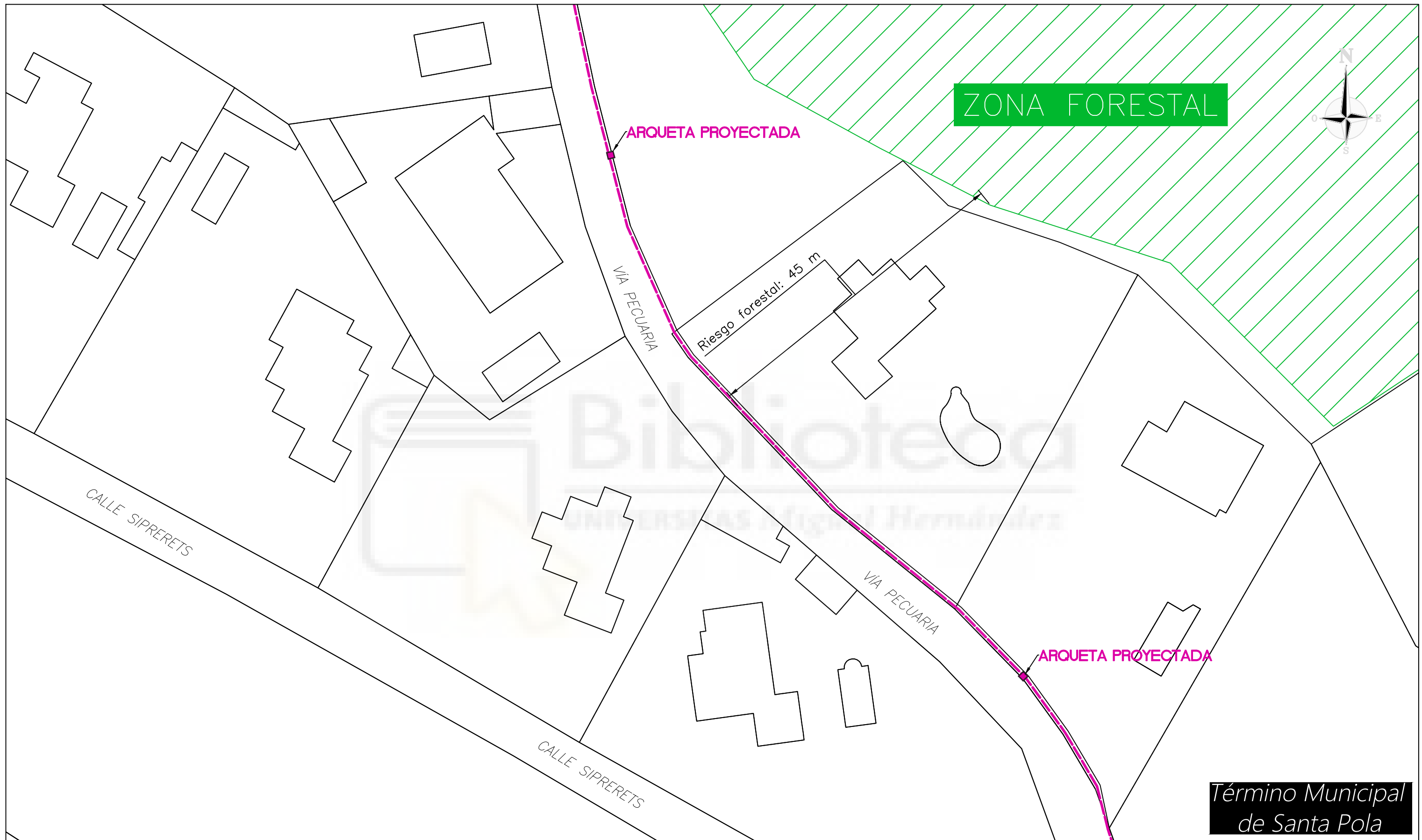


**Término Municipal de Santa Pola**












<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada 	LAMT a Desmantelar 
LAMT Existente 	CT Proyectado 	CT a Desmantelar 
CT Existente 	Arqueta Proyectada 	Apoyo a Desmontar 
PAS Proyectado 	Apoyo a Desmontar 	

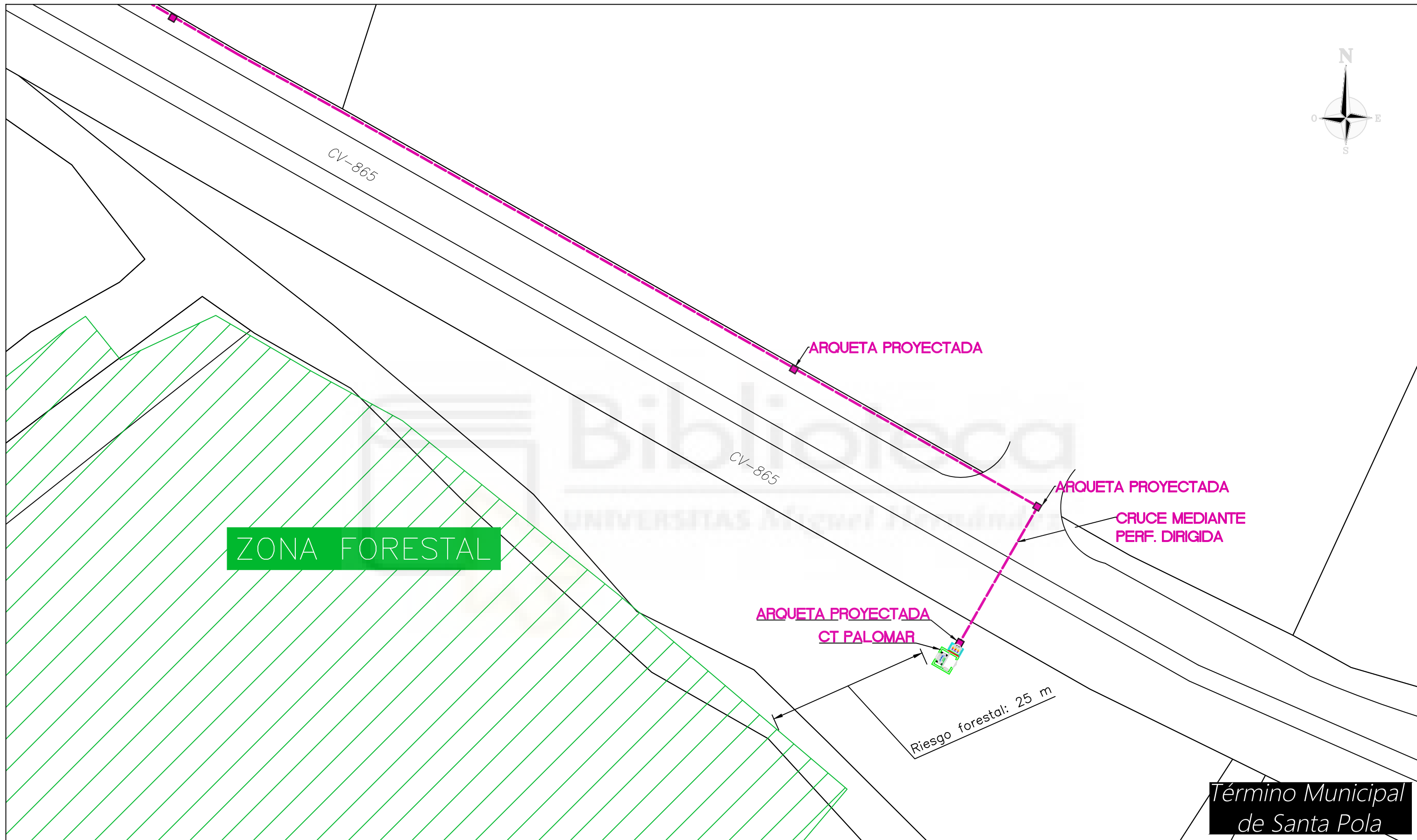


Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: AFECCIÓN RIESGO FORESTAL	
Director: Miguel López García	Nº Plano: 04	Escala: 1/500
TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica		
		Hoja 1 de 3













**Término Municipal  
de Santa Pola**

<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada 	LAMT a Desmantelar 		 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel Hernández</i>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: AFECCIÓN RIESGO FORESTAL	
LAMT Existente 	CT Proyectado 	CT a Desmantelar 			Director: Miguel López García	Nº Plano: 04	Escala: 1/500
CT Existente 	Arqueta Proyectada 	Apoyo a Desmontar 			TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica		
PAS Proyectado 	Apoyo a Desmontar 				Hoja 2 de 3		



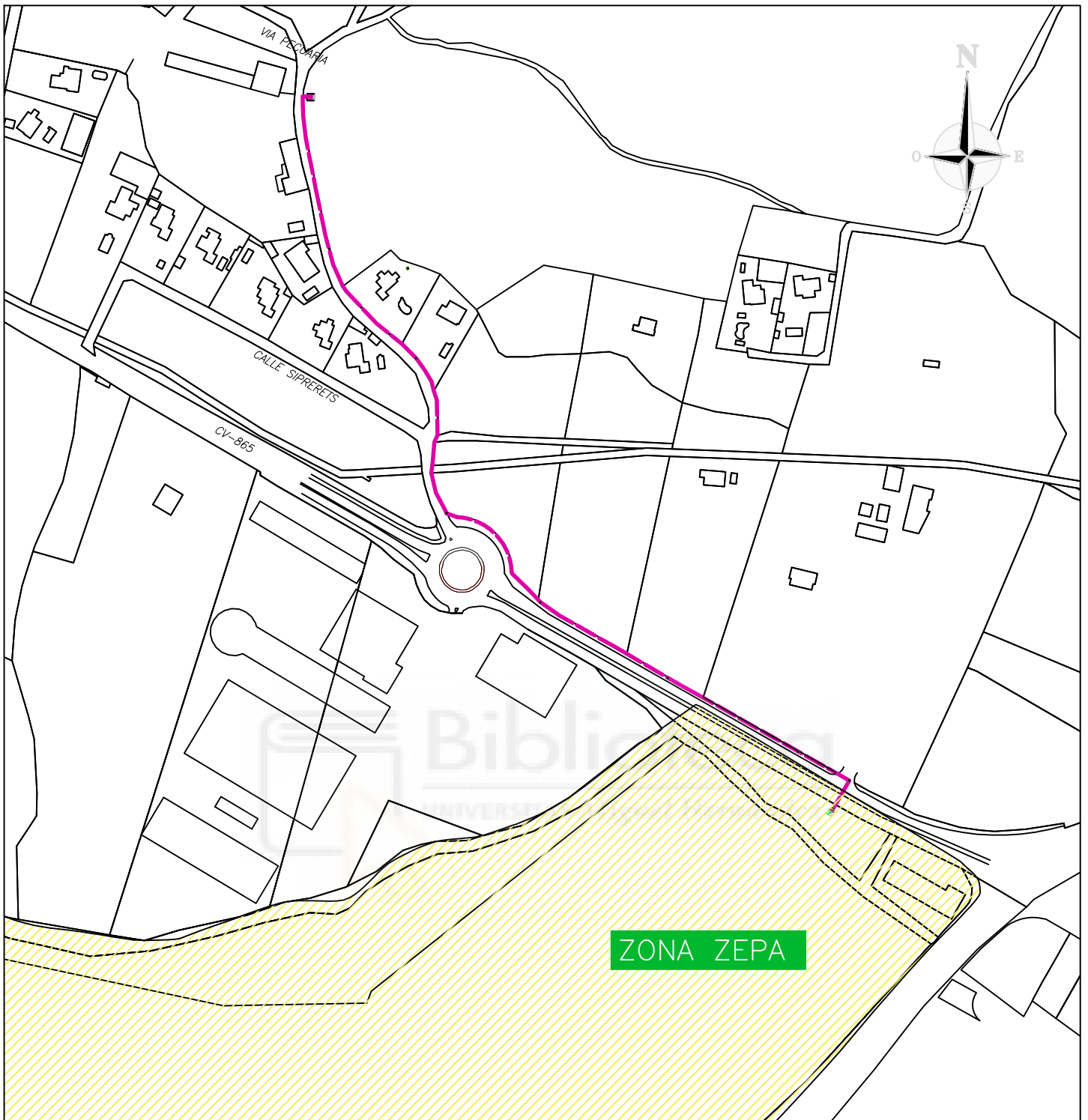
<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar		 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel Hernández</i>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: AFECCIÓN RIESGO FORESTAL	
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar			Director: Miguel López García	Nº Plano: 04	Escala: 1/500
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar			TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica		
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar				Hoja 3 de 3		



<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada 	LAMT a Desmantelar 
LAMT Existente 	CT Proyectado 	CT a Desmantelar 
CT Existente 	Arqueta Proyectada 	Apoyo a Desmontar 
PAS Proyectado 	Apoyo a Desmontar 	

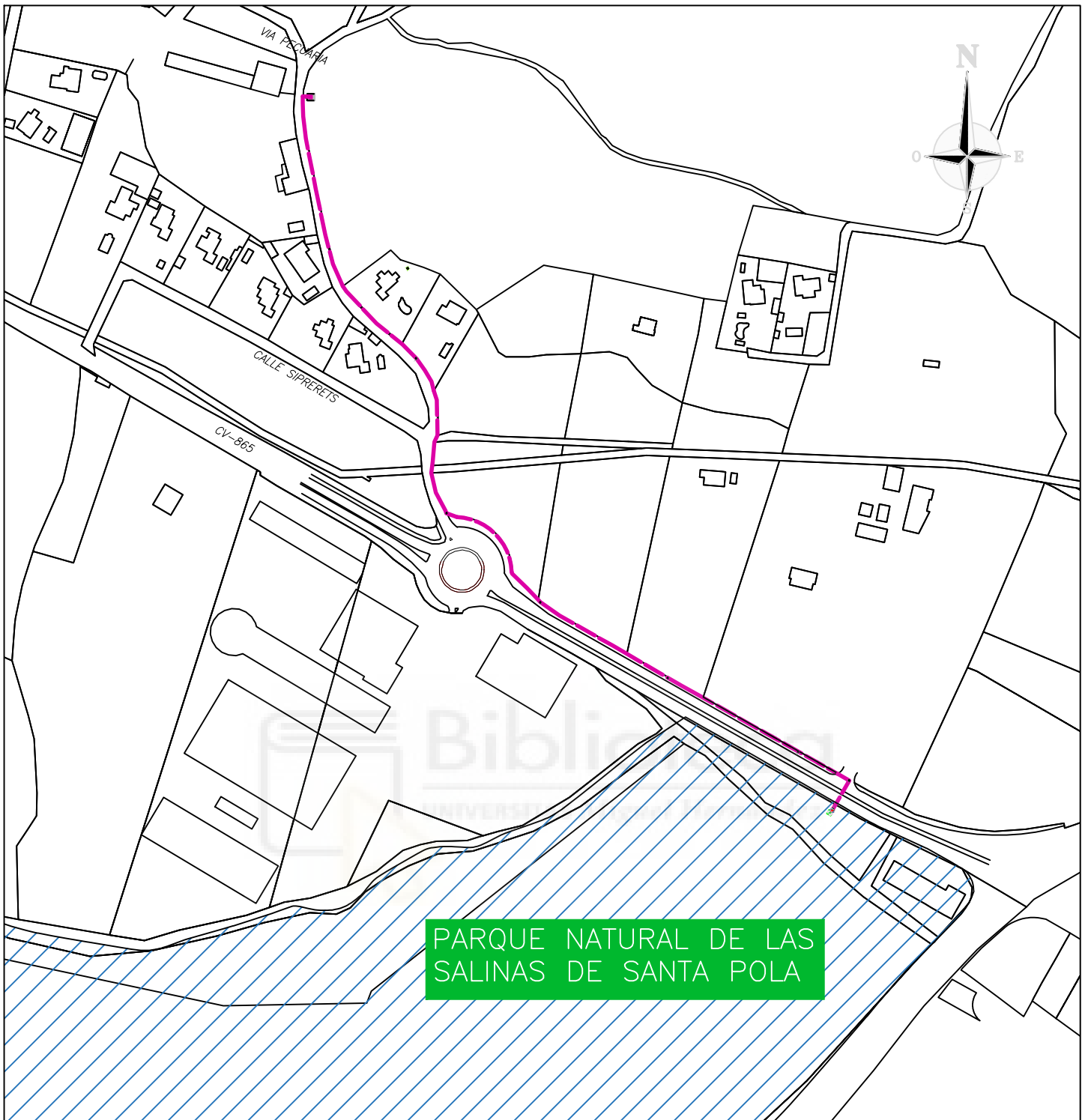


Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: AFECCIÓN CONSELLERIA
Director: Miguel López García	Nº Plano: 05
TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica	
Escala: 1/500	
Hoja 1 de 1	



Leyenda			
LAMT Existente		LSMT Proyectada	
CT Existente		CT Proyectado	
PAS Proyectado		Arqueta Proyectada	

<p><b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández</p>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: ZEPA	
	Director: Miguel López García	Nº Plano: 6	Escala: 1/1500
	TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica		
			Hoja 1 de 1



PARQUE NATURAL DE LAS SALINAS DE SANTA POLA

Leyenda			
LAMT Existente		LSMT Proyectada	
CT Existente		CT Proyectado	
PAS Proyectado		Arqueta Proyectada	

<p><b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández</p>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PARQUE NATURAL	
	Director: Miguel López García	Nº Plano: 07	Escala: 1/1500
	TFG: Renovación y Ampliación de Instalaciones de Distribución Eléctrica		
			Hoja 1 de 1



Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García



## Capítulo 3.2. Planos específicos del Soterramiento de LAMT

Capítulo 3.2.1. Plano de Planta

Capítulo 3.2.2. Plano de Zanja

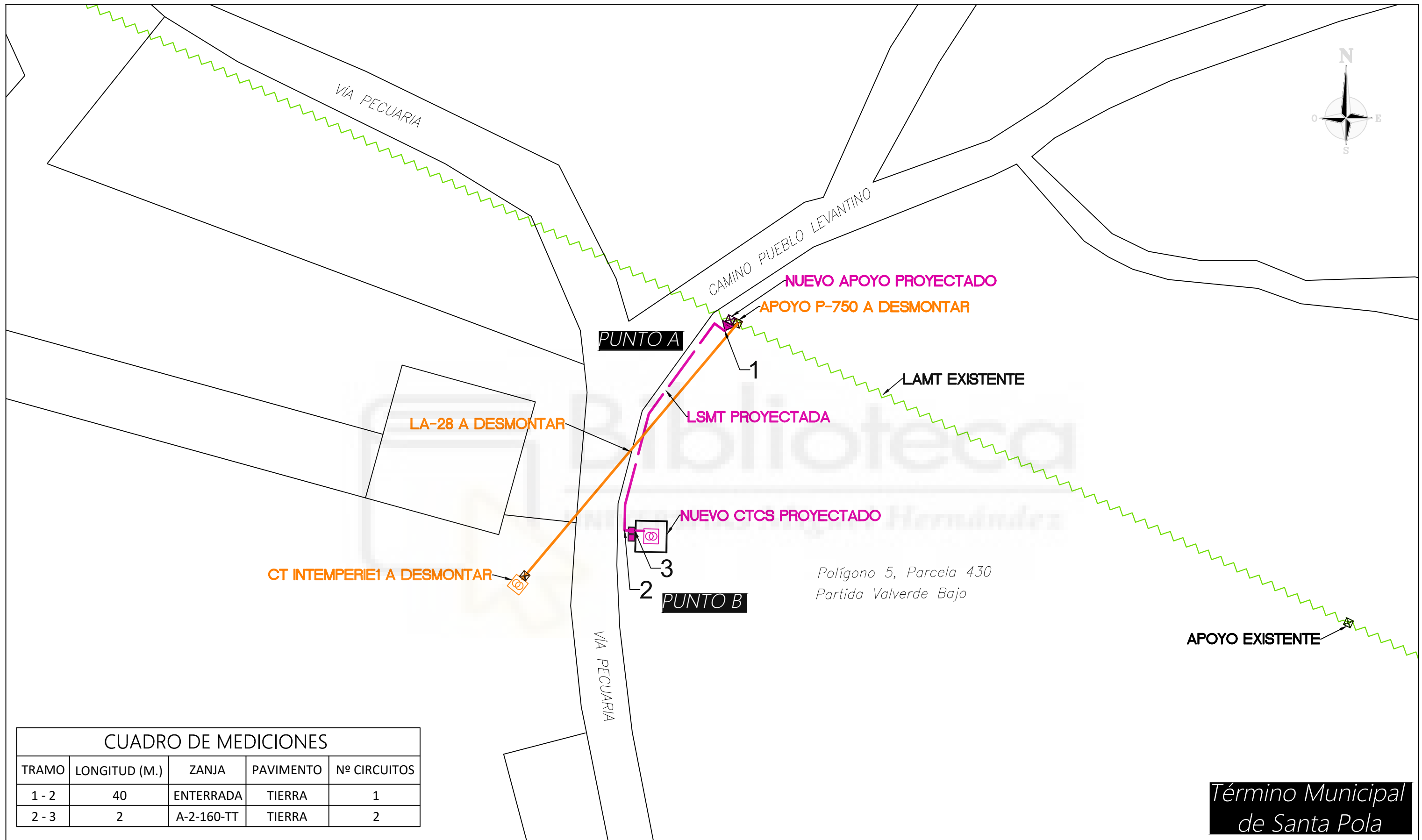
Capítulo 3.2.3. Plano de Servicios Afectados

Capítulo 3.2.4. Plano de Paralelismo con Servicios

Capítulo 3.2.5. Plano de Colocación de Hitos

Capítulo 3.2.6. Plano de Detalles Apoyo



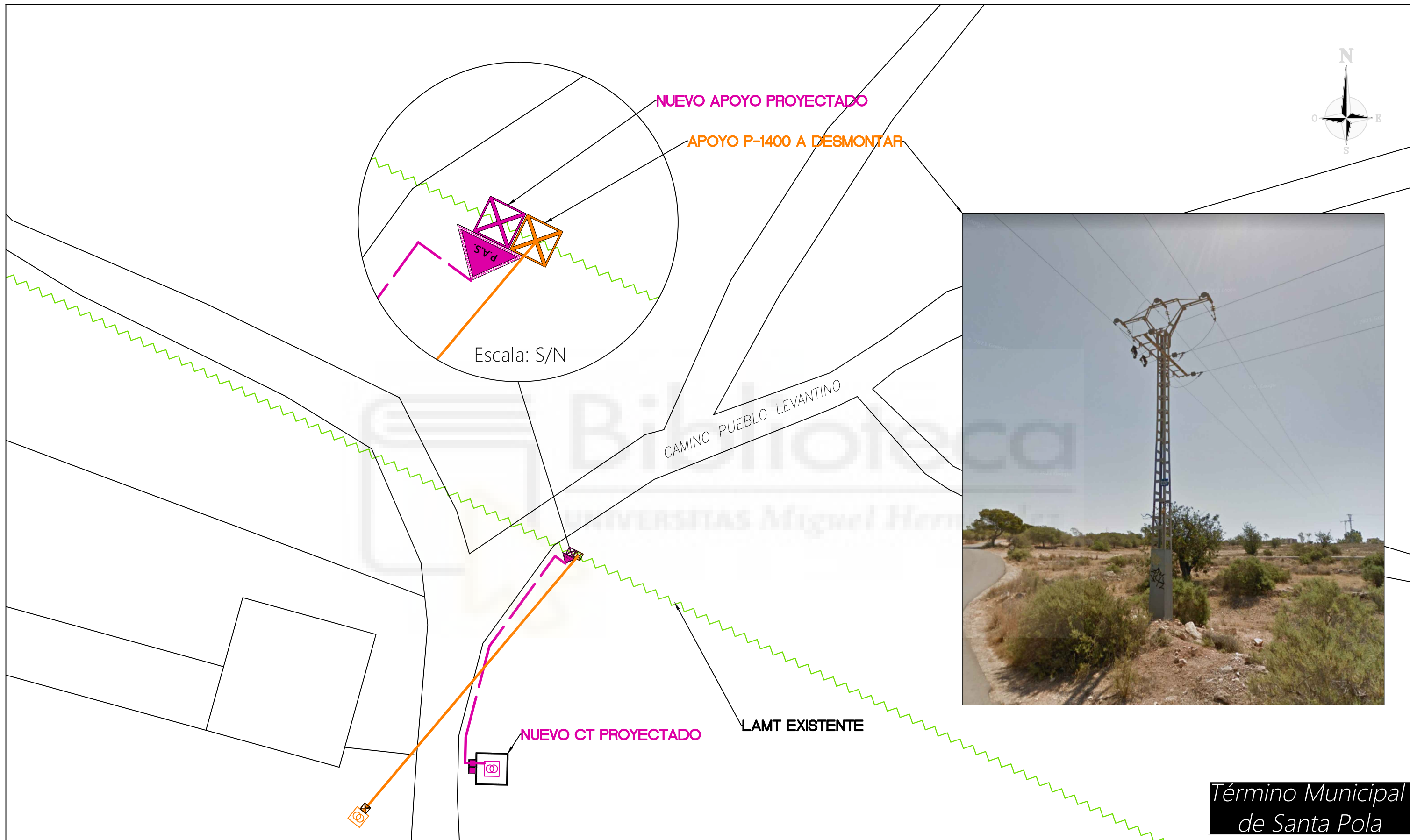


**CUADRO DE MEDICIONES**

TRAMO	LONGITUD (M.)	ZANJA	PAVIMENTO	Nº CIRCUITOS
1 - 2	40	ENTERRADA	TIERRA	1
2 - 3	2	A-2-160-TT	TIERRA	2

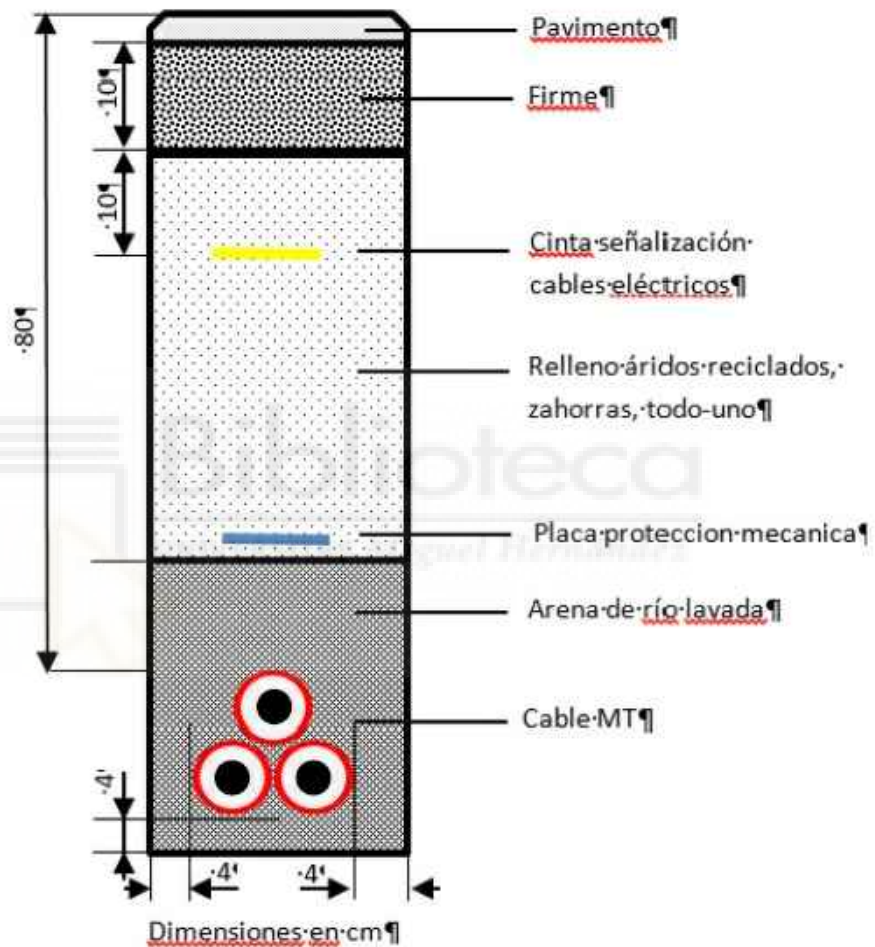
**Término Municipal  
de Santa Pola**

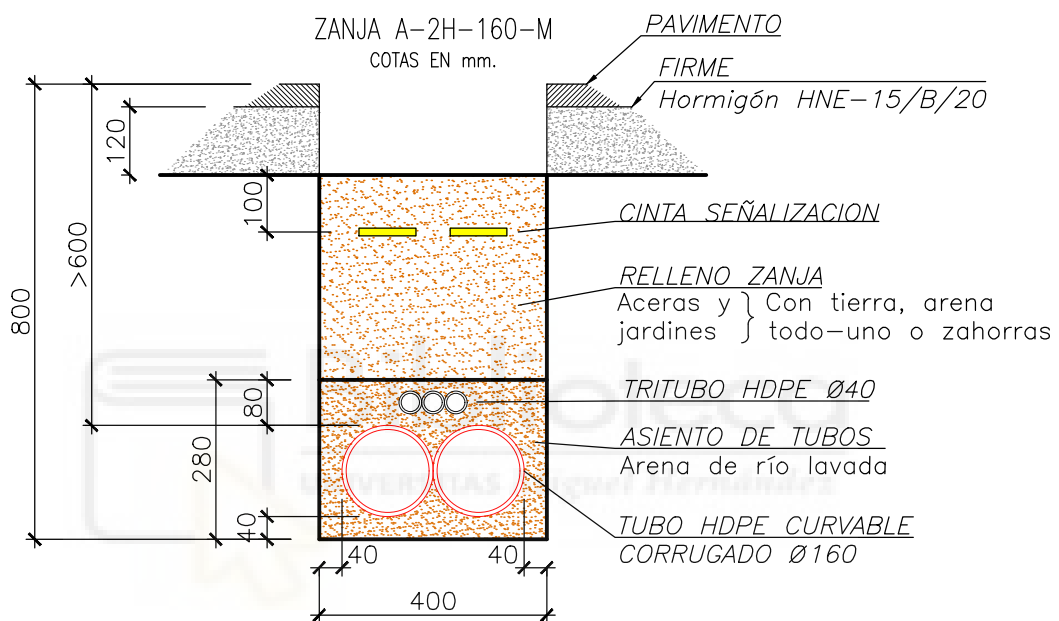
<b>Leyenda</b> LAMT Existente CT Existente PAS Proyectoado	LSMT Proyectoada	LAMT a Desmantelar		Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PLANTA	
	CT Proyectoado	CT a Desmantelar		Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: 1/500
	Arqueta Proyectoada	Apoyo a Desmontar		Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV, Para Alimentación de Centro de Transformación		
Apoyo a Desmontar			UNIVERSITAS Miguel Hernández	Hoja 1 de 2		

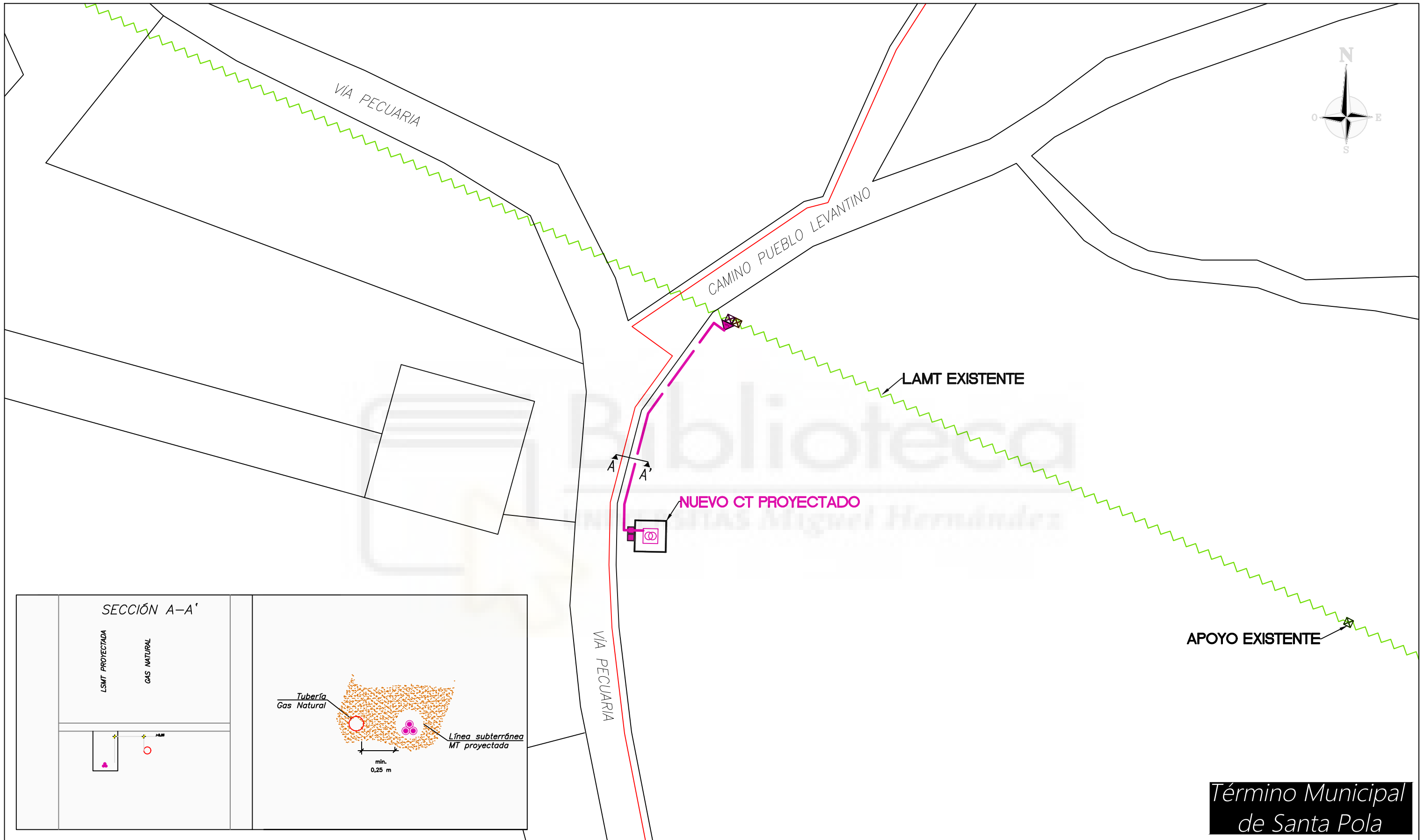


**Término Municipal de Santa Pola**

<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar		 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel Hernández</i>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PLANTA DETALLE APOYO	
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar			Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: 1/500
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmantelar			Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV, Para Alimentación de Centro de Transformación		
PAS Proyectado	Apoyo a Desmantelar						







**Término Municipal  
de Santa Pola**

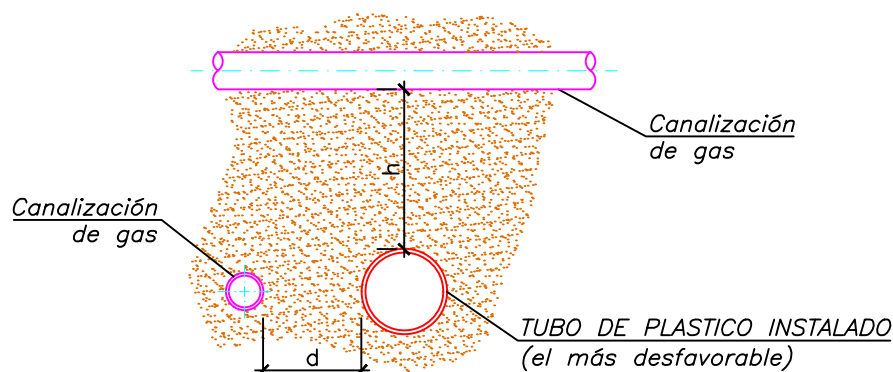
<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada	LANT a Desmantelar
LANT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar	GAS NATURAL



Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: SERVICIOS AFECTADOS
Director: Miguel López García	Nº Plano: 03
Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV, Para Alimentación de Centro de Transformación	
Escala: 1/500	
Hoja 1 de 3	

## DETALLE AFECCION CANALIZACIONES DE GAS

SIN ESCALA



NOTA: canalización eléctrica entubada (protección suplementaria) con tantos tubos como necesidades reflejadas en proyecto.

NOTA: valores de h (cruzamiento) y d (paralelismo) según tablas adjuntas (apart. 5.2.6 y 5.3.4 RLAT, R.D. 223/2008):

### DISTANCIA MINIMA (h) CRUZAMIENTO

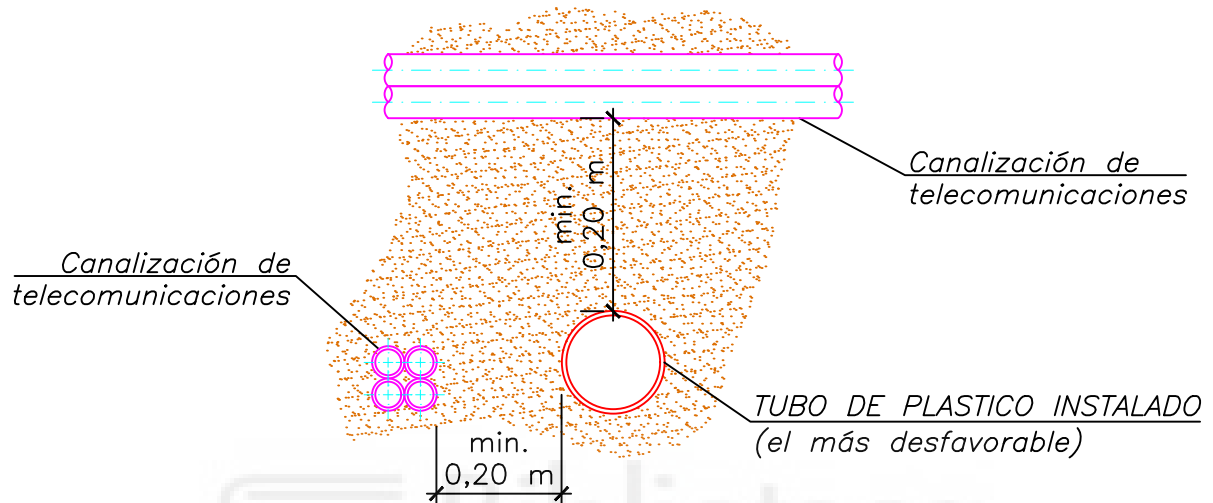
	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (h) sin protección suplementaria	Distancia mínima (h) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
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

### DISTANCIA MINIMA (d) PARALELISMO

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

## DETALLE AFECCION CANALIZACIONES DE TELECOMUNICACIONES

SIN ESCALA



NOTA: canalización eléctrica entubada con tantos tubos como necesidades reflejadas en proyecto.

NOTA: La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, será superior a 1 m.

NOTA: distancias según apart. 5.2.4 y 5.3.2 del RLAT, R.D. 223/2008).



### Proximidades y paralelismos con servicios

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

#### Otros cables de energía.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

#### 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. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

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

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

#### Cables de telecomunicación.

Se entenderá como tales aquellos cables con elementos metálicos en su composición, bien por tener conductores en cobre y/o por llevar protecciones metálicas por lo que quedan fuera de este apartado aquellos cables de fibra óptica dieléctricos con características de resistencia al fuego.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

#### Canalizaciones de gas.

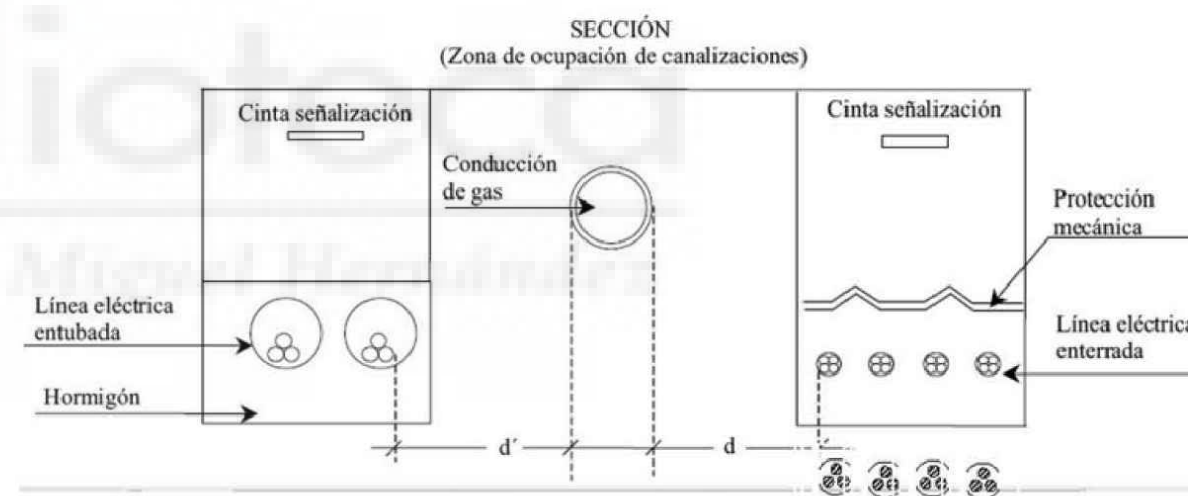
En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 2. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla 2. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

Tabla 2

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

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

Se considera como protección suplementaria el tubo de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporte para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J. Por lo tanto, serán aplicables las distancias (d') de la tabla 2.



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

#### Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica, con tubos o divisorias constituidos por materiales de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PARALELISMO SERVICIOS	
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar	Director: Miguel López García	Nº Plano: 04	Escala: S/N
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar	Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV, Para Alimentación de Centro de Transformación		
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	GAS NATURAL			



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

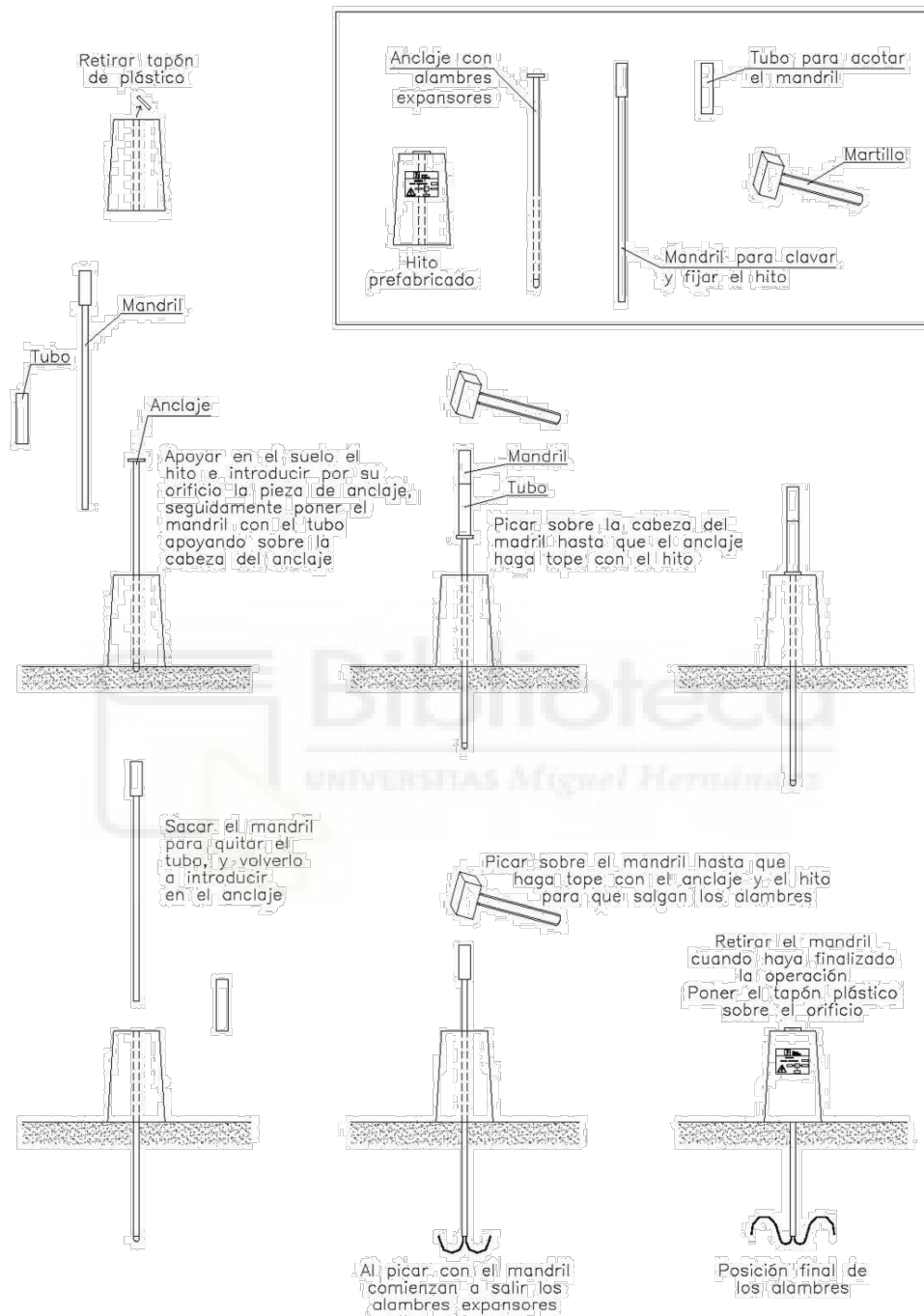


Figura 2: Procedimiento de montaje de hito rural.



Autor: Álvaro Padilla Reverte

Plano: COLOCACIÓN HITO

Director: Miguel López García

Nº Plano: 05

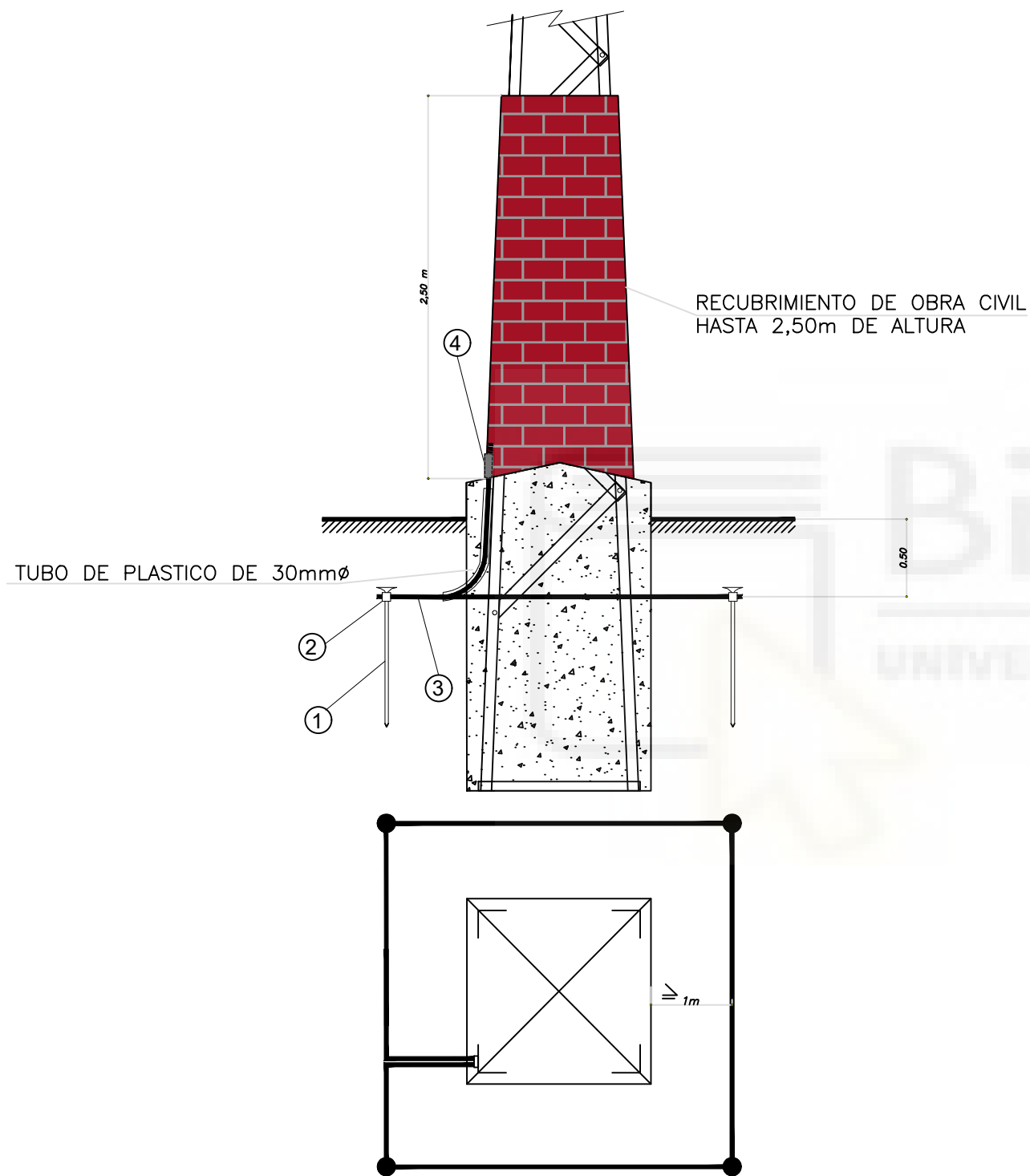
Escala: S/N

Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV, Para Alimentación de Centro de Transformación

Hoja 1 de 1

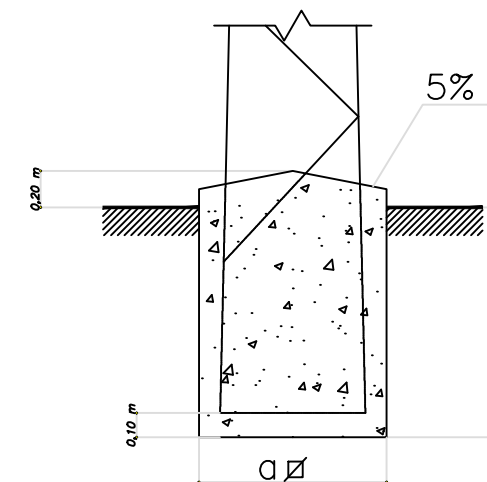
## PUESTA A TIERRA PARA APOYOS CON CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

ZONA FRECUENTADA, DE PÚBLICA  
CONCURRENCIA Y APOYOS DE MANIOBRA



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

## CIMENTACIONES PARA APOYOS DE PERFILES METALICOS

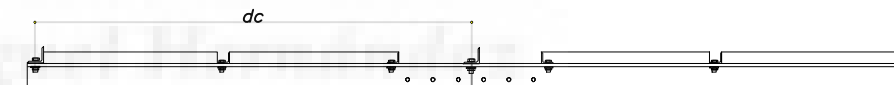


### CARACTERÍSTICAS

APOYO	CIMENTACIÓN			
	a (m)	h (m)	Vol.Exc. (m <sup>3</sup> )	Vol.Horm. (m <sup>3</sup> )
C-2000-14E	1,08	2,37	2,76	2,93

### CRUCETA RECTA RC

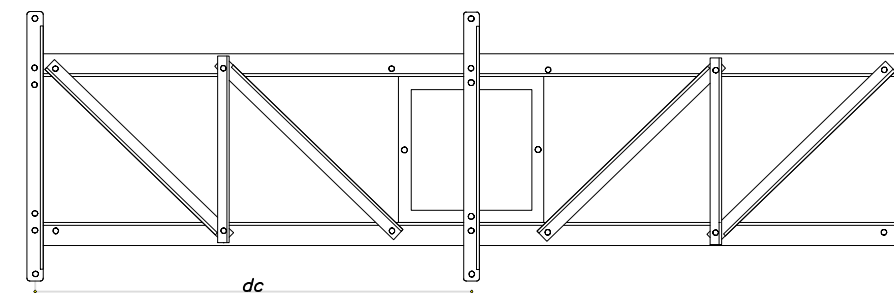
ALZADO



Designación	Distancia entre conductores (m)
RC2-17,5-S	1,750

Cruceta	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga admitida en punta por conductor (daN) (coef. seg.=1,5)		
		V	L	F
RC2-S	A	650	-	1.500
	B	650	1.500	-

PLANTA

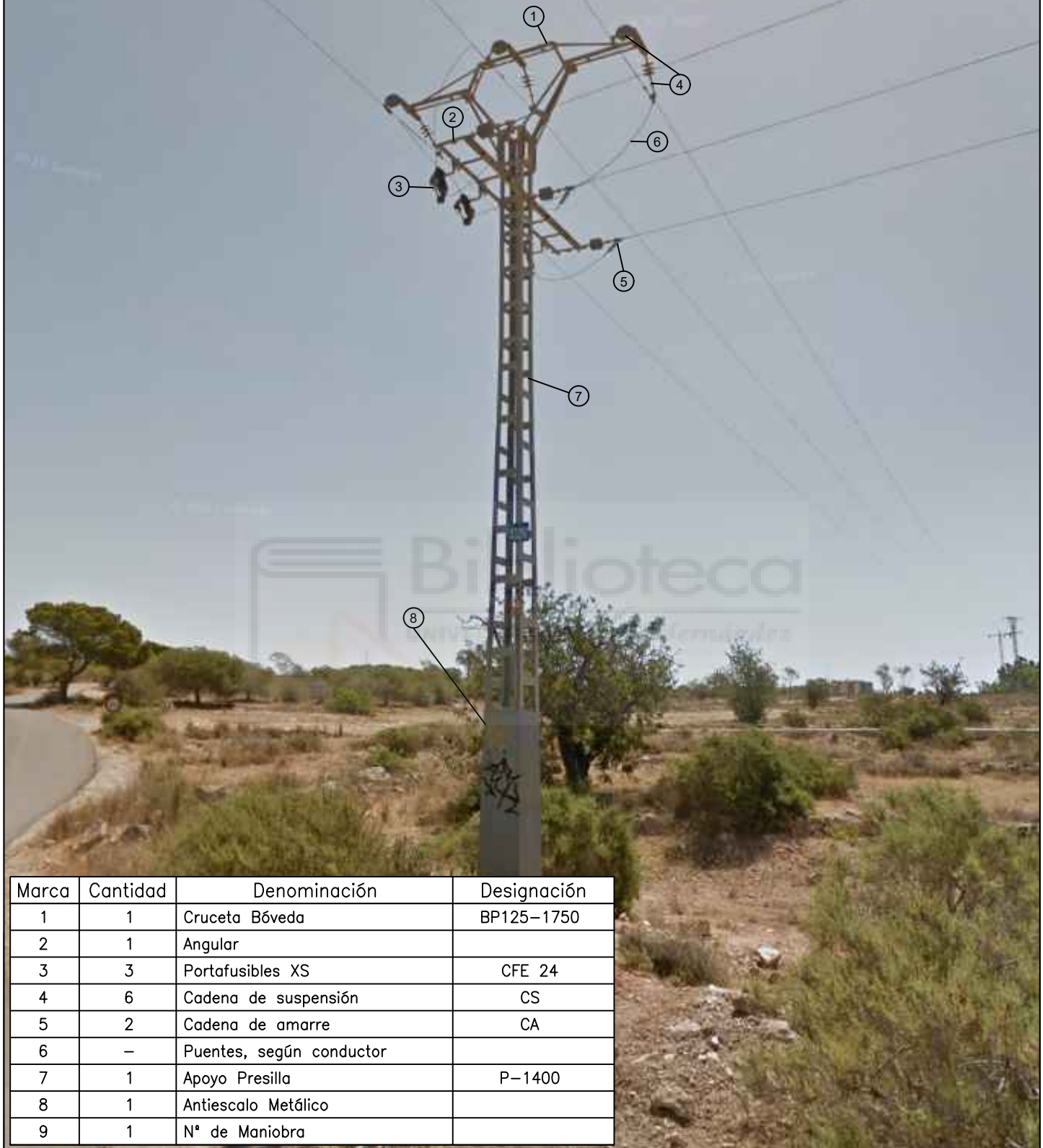


Autor: Álvaro Padilla Reverte    Plano: DETALLES DE APOYO

Director: Miguel López García    Nº Plano: 06    Escala: S/N

Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV,  
Para Alimentación de Centro de Transformación

DERIVACIÓN AÉREA ACTUAL MEDIANTE FUSIBLES XS  
EN APOYO EXISTENTE



Marca	Cantidad	Denominación	Designación
1	1	Cruceta Bóveda	BP125-1750
2	1	Angular	
3	3	Portafusibles XS	CFE 24
4	6	Cadena de suspensión	CS
5	2	Cadena de amarre	CA
6	-	Puentes, según conductor	
7	1	Apoyo Presilla	P-1400
8	1	Antiescalo Metálico	
9	1	N° de Maniobra	



Autor: Álvaro Padilla Reverte

Plano: DETALLES DE APOYO

Director: Miguel López García

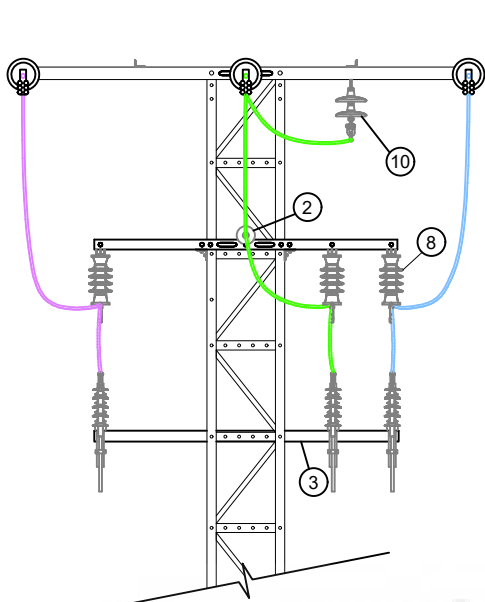
Nº Plano: 06

Escala: S/N

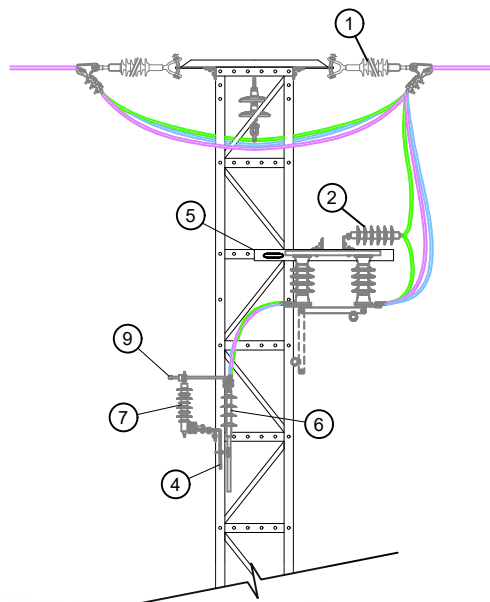
Proyecto: Soterramiento de Línea Aérea de Media Tensión 20kV,  
Para Alimentación de Centro de Transformación

Hoja 3 de 3

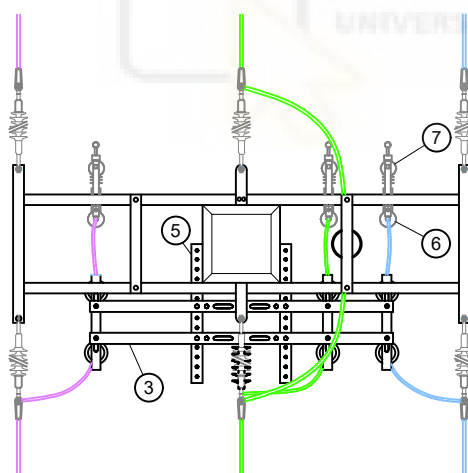
PASO AÉREO SUBTERRÁNEO EN  
APOYO PROYECTADO



ALZADO



PERFIL



PLANTA

Marca	Cantidad	Denominación	Designación
1	3	Cadena de amarre	CA
2	1	Aislador de apoyo	U70PP
3	3	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040
4	3	Chapa CH-8-300	CH-8-300
5	2	Angular L-60.5-700	L-60.5-700
6	3	Terminación cable subterráneo	TES/24
7	3	Pararrayos	POM-P
8	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U24
9	3	Punto fijo de puesta a tierra	PFPT
10	1	Cadena de suspensión	CS
s/n	-	Puentes, según conductor	
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión	

Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García



### Capítulo 3.3. Planos específicos de la LSMT entre dos CT'S

Capítulo 3.3.1. Plano de Planta

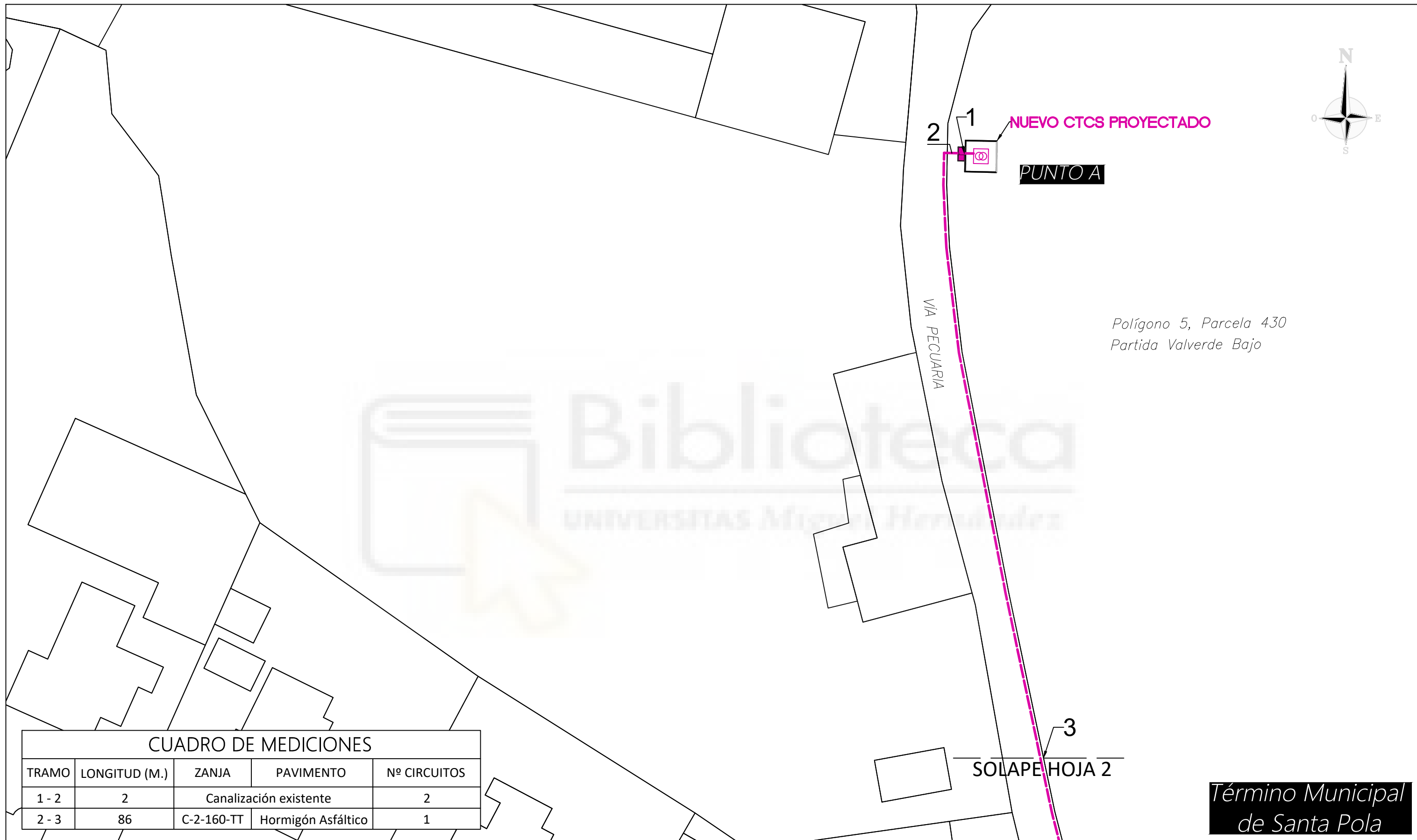
Capítulo 3.3.2. Plano de Zanja

Capítulo 3.3.3. Plano de Servicios Afectados

Capítulo 3.3.4. Plano de Paralelismo con Servicios

Capítulo 3.3.5. Plano de Perforación Dirigida





Polígono 5, Parcela 430  
Partida Valverde Bajo

**CUADRO DE MEDICIONES**

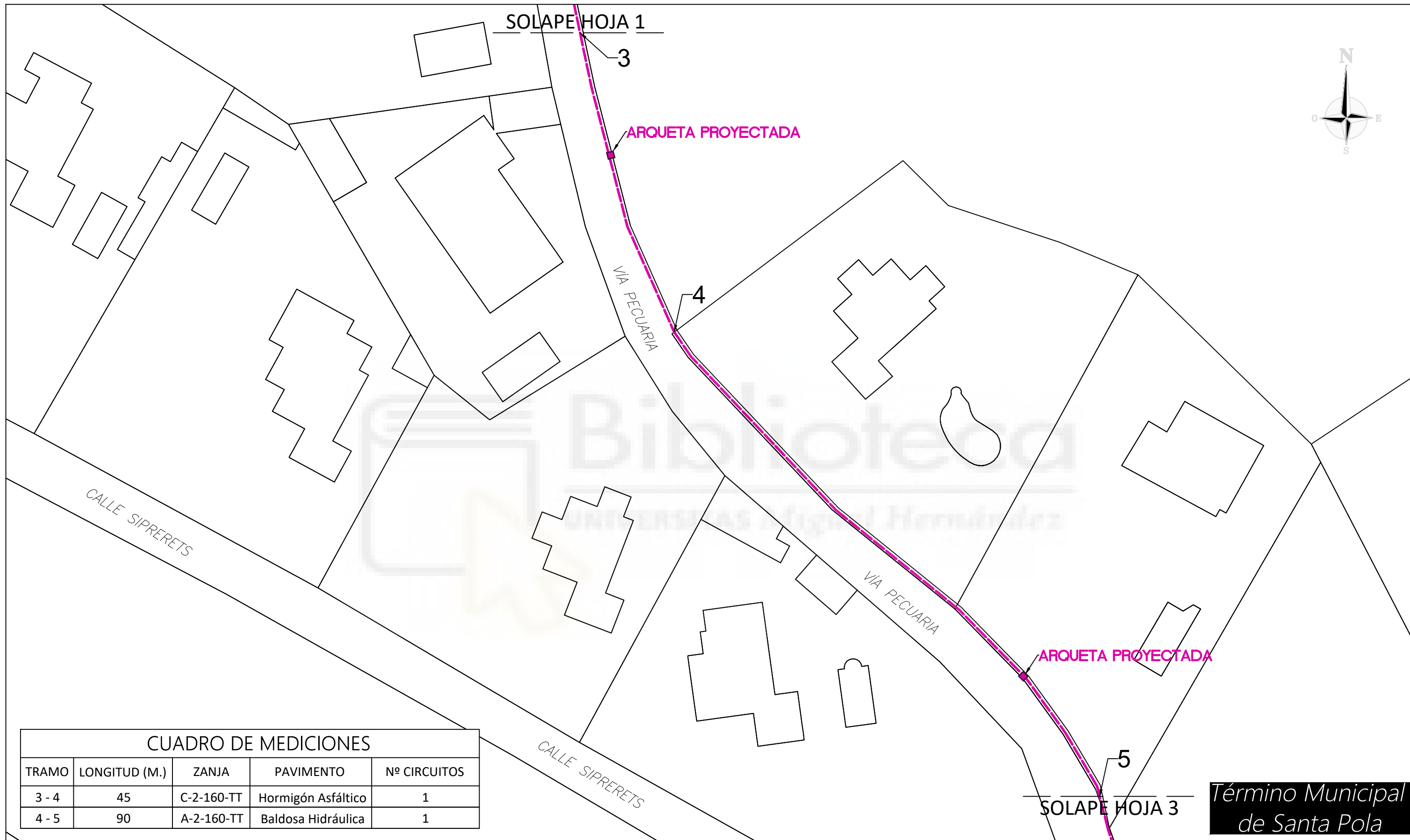
TRAMO	LONGITUD (M.)	ZANJA	PAVIMENTO	Nº CIRCUITOS
1 - 2	2	Canalización existente		2
2 - 3	86	C-2-160-TT	Hormigón Asfáltico	1

Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



Autor: Álvaro Padilla Reverte		Plano: PLANTA	
Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: 1/500	
Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar			
			Hoja 1 de 5

**Término Municipal  
de Santa Pola**



CUADRO DE MEDICIONES				
TRAMO	LONGITUD (M.)	ZANJA	PAVIMENTO	Nº CIRCUITOS
3 - 4	45	C-2-160-TT	Hormigón Asfáltico	1
4 - 5	90	A-2-160-TT	Baldosa Hidráulica	1

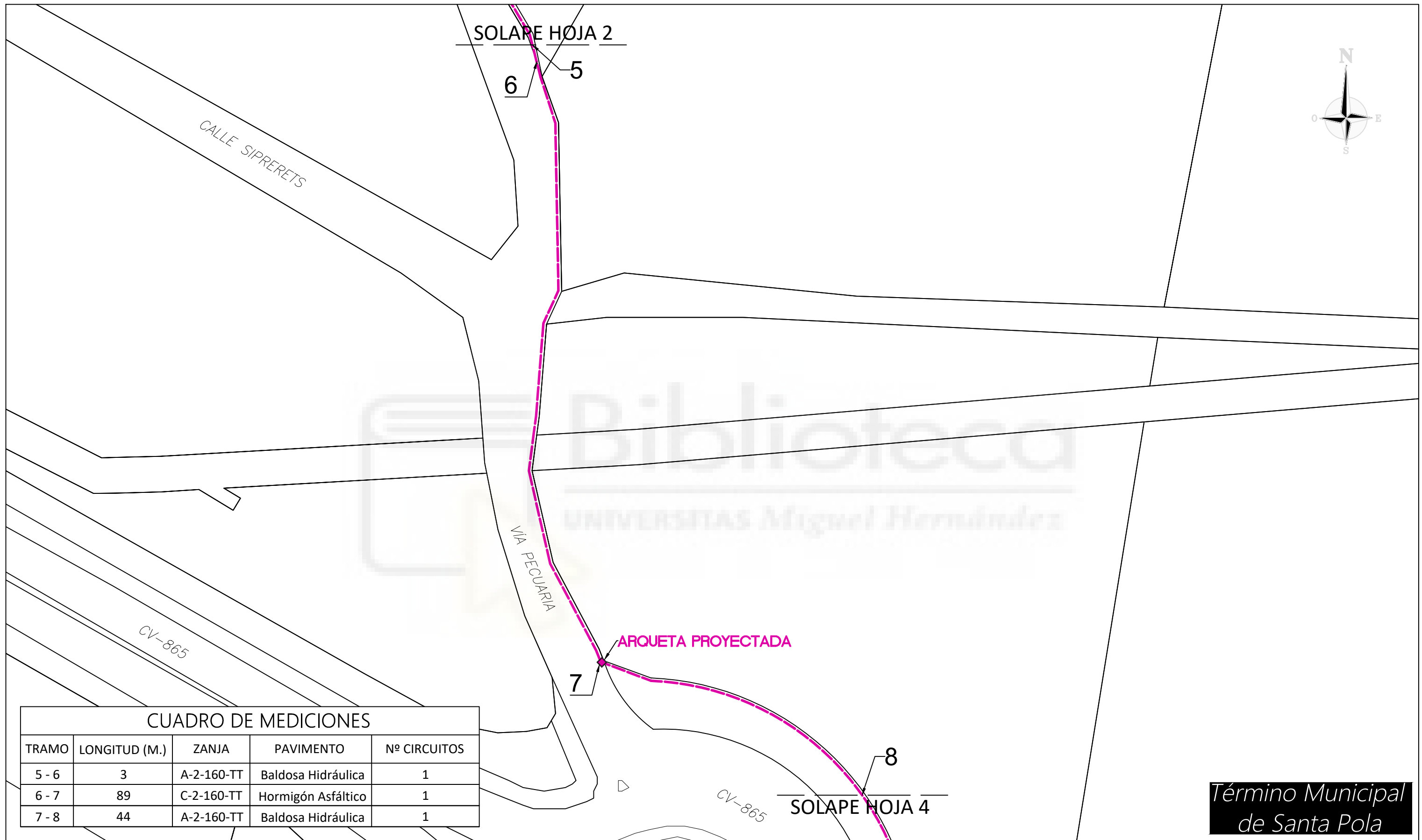
Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



Autor: Álvaro Padilla Reverte		Plano: PLANTA	
Director: Miguel López García		Nº Plano: 01	Escala: 1/500
Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar			
			Hoja 2 de 5

**Término Municipal  
de Santa Pola**





CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (M.)	ZANJA	PAVIMENTO	Nº CIRCUITOS
5 - 6	3	A-2-160-TT	Baldosa Hidráulica	1
6 - 7	89	C-2-160-TT	Hormigón Asfáltico	1
7 - 8	44	A-2-160-TT	Baldosa Hidráulica	1

Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



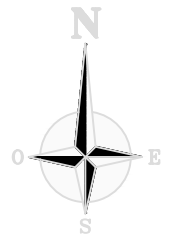
Autor: Álvaro Padilla Reverte		Plano: PLANTA	
Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: 1/500	
Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar			
			Hoja 3 de 5

SOLAPE HOJA 3

8

ARQUETA PROYECTADA

CV-865



ARQUETA PROYECTADA

9

SOLAPE HOJA 5

Término Municipal de Santa Pola

CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (M.)	ZANJA	PAVIMENTO	Nº CIRCUITOS
8-9	160	A-2-160-TT	Baldosa Hidráulica	1

Leyenda

LSMT Proyectada		LAMT a Desmantelar	
LAMT Existente		CT Proyectado	
CT Existente		Arqueta Proyectada	
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



Autor: Álvaro Padilla Reverte

Plano: PLANTA

Director: Miguel López García

Nº Plano: 01

Escala: 1/500

Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV,  
Entre CTCS Proyectado y CT Palomar

SOLAPE HOJA 3

9

CV-865

ARQUETA PROYECTADA

CV-865

10

ARQUETA PROYECTADA

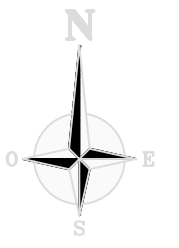
11

ARQUETA PROYECTADA  
CT PALOMAR A REFORMAR

12

CRUCE MEDIANTE  
PERF. DIRIGIDA

PUNTO B



CUADRO DE MEDICIONES

TRAMO	LONGITUD (M.)	ZANJA	PAVIMENTO	Nº CIRCUITOS
9 - 10	121	A-2-160-TT	Baldosa Hidráulica	1
10 - 11	9	C-2-160-TT	Hormigón Asfáltico	1
11 - 12	23	PERFORACIÓN DIRIGIDA		1

Término Municipal  
de Santa Pola

Leyenda

LSMT Proyectada		LAMT a Desmantelar	
LAMT Existente		CT Proyectado	
CT Existente		Arqueta Proyectada	
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



Autor: Álvaro Padilla Reverte

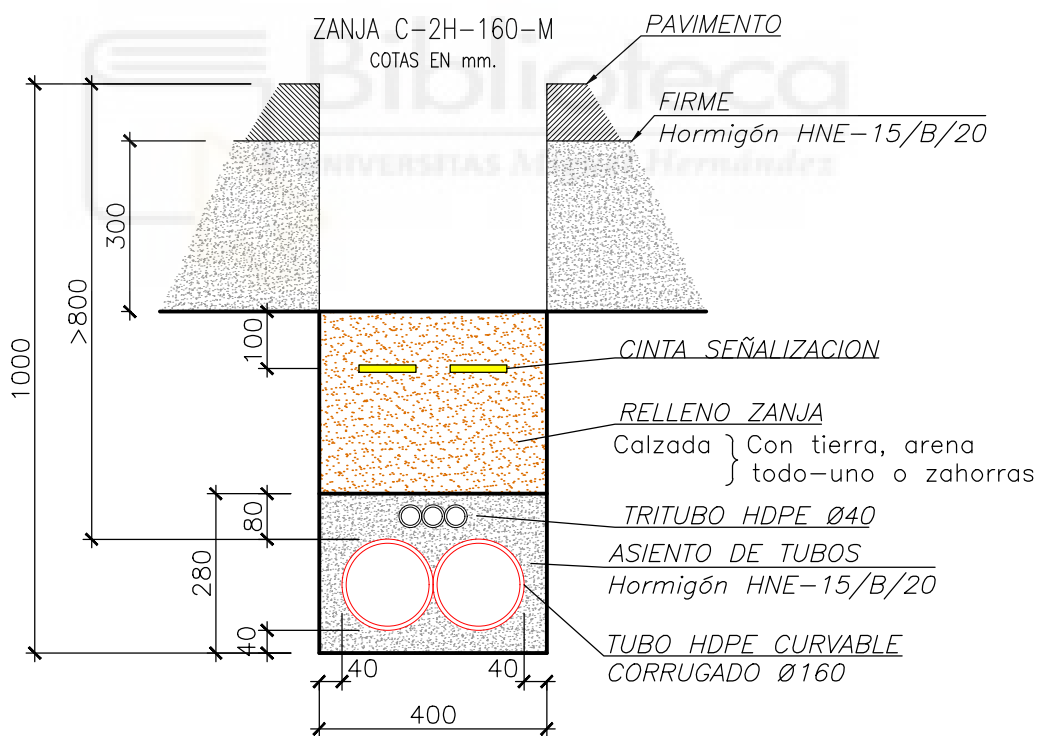
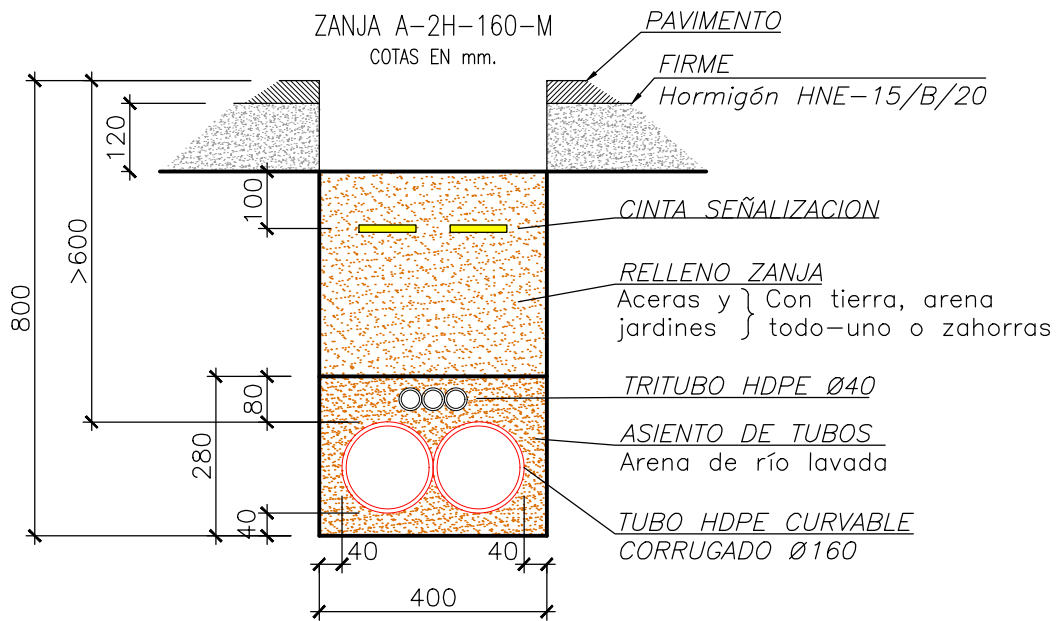
Plano: PLANTA

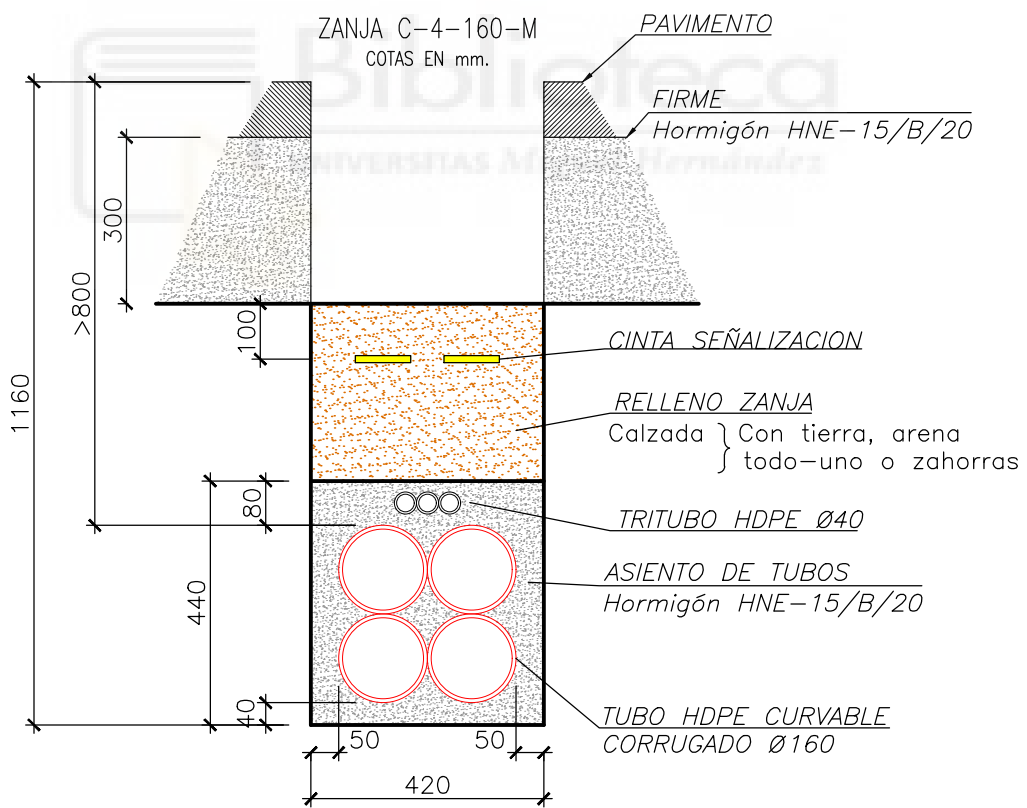
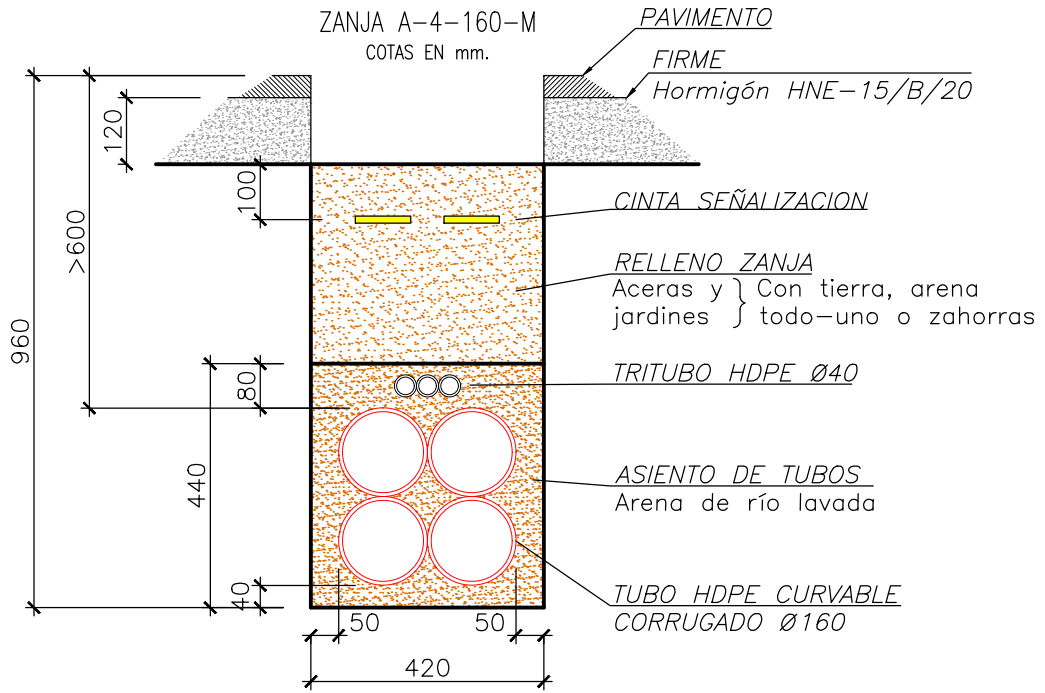
Director: Miguel López García

Nº Plano: 01

Escala: 1/500

Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV,  
Entre CTCS Proyectado y CT Palomar





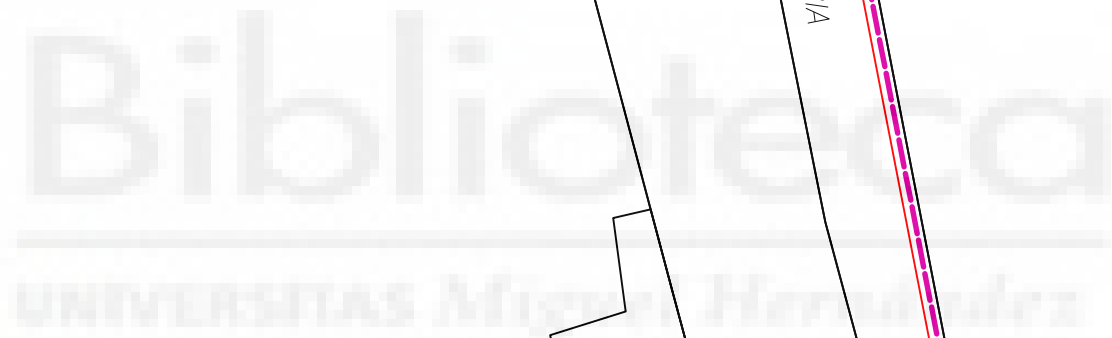


NUEVO CTCS PROYECTADO

A A'

VIA PECUARIA

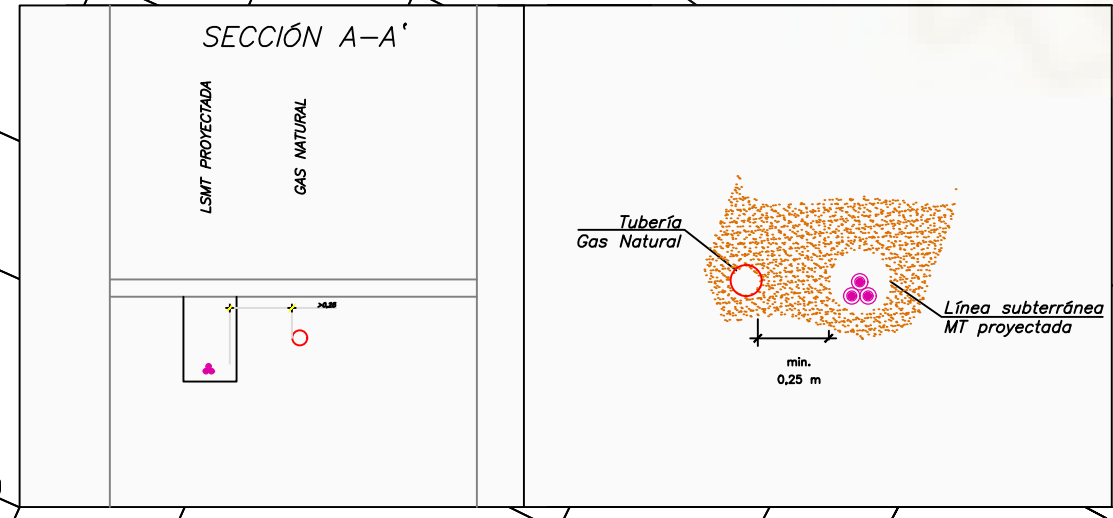
Polígono 5, Parcela 430  
Partida Valverde Bajo



A A'

SOLAPE HOJA 2

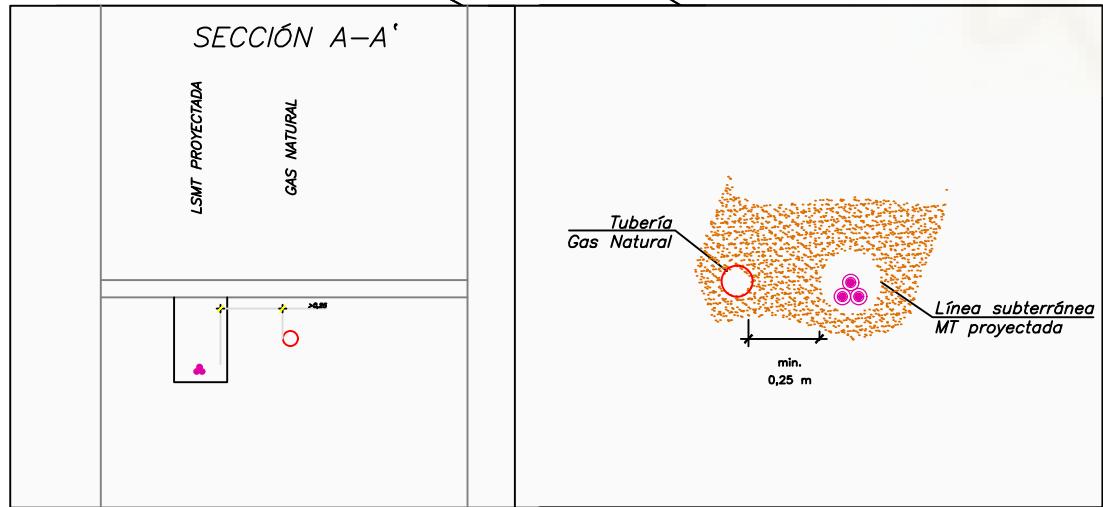
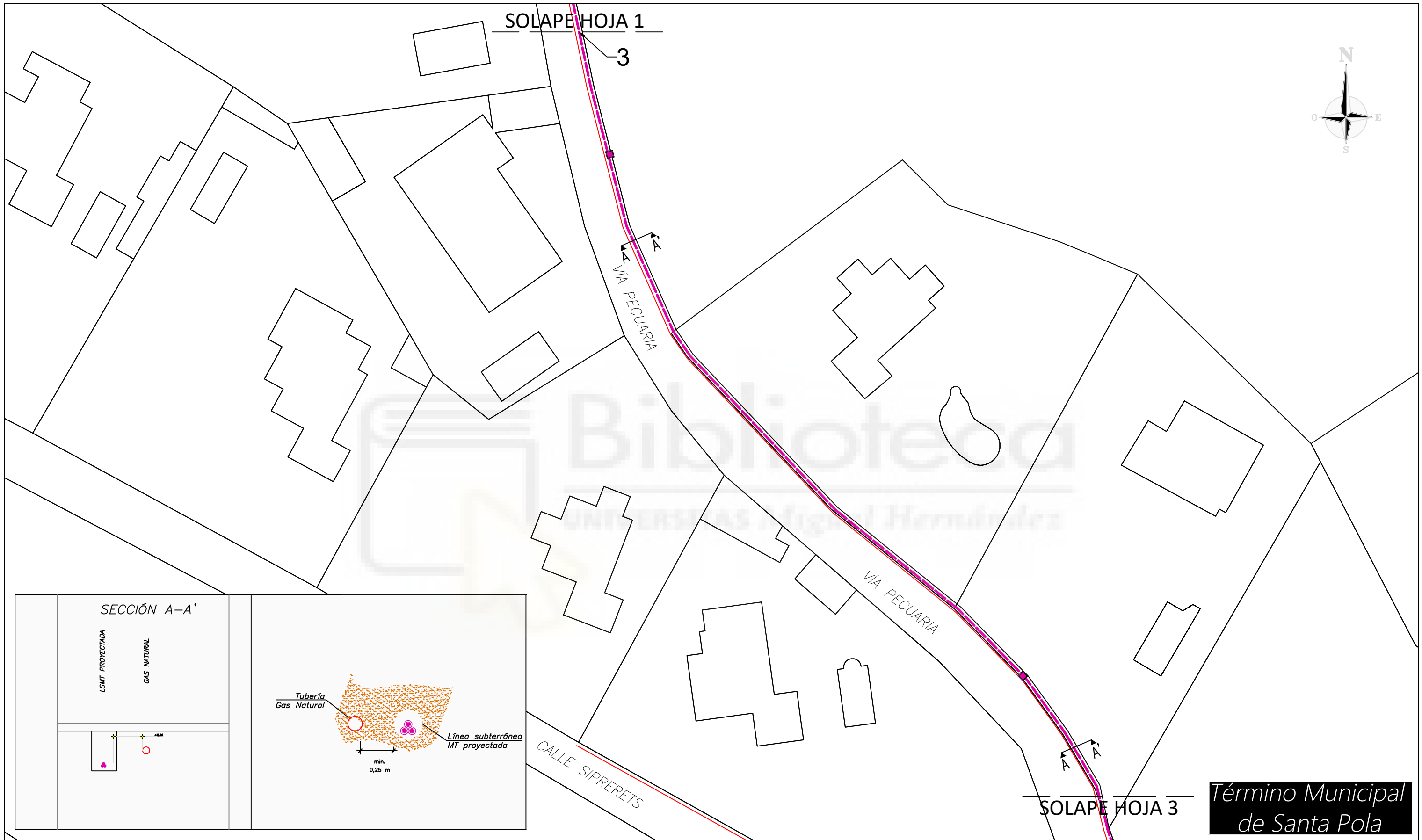
**Término Municipal  
de Santa Pola**



Leyenda	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar	GAS NATURAL



Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: SERVICIOS AFECTADOS
Director: Miguel López García	Nº Plano: 03
Escala: 1/500	
Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar	
Hoja 1 de 5	

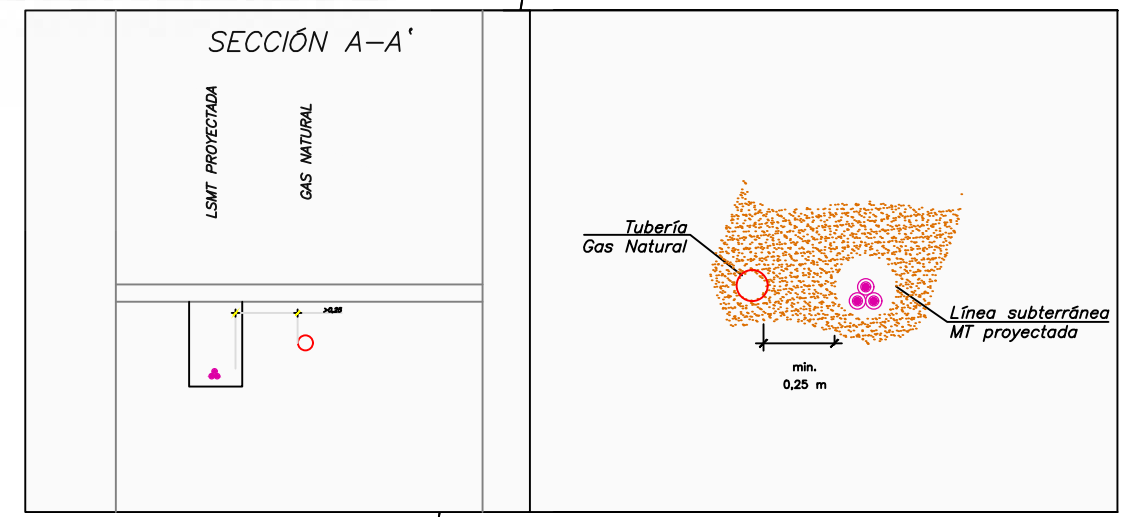
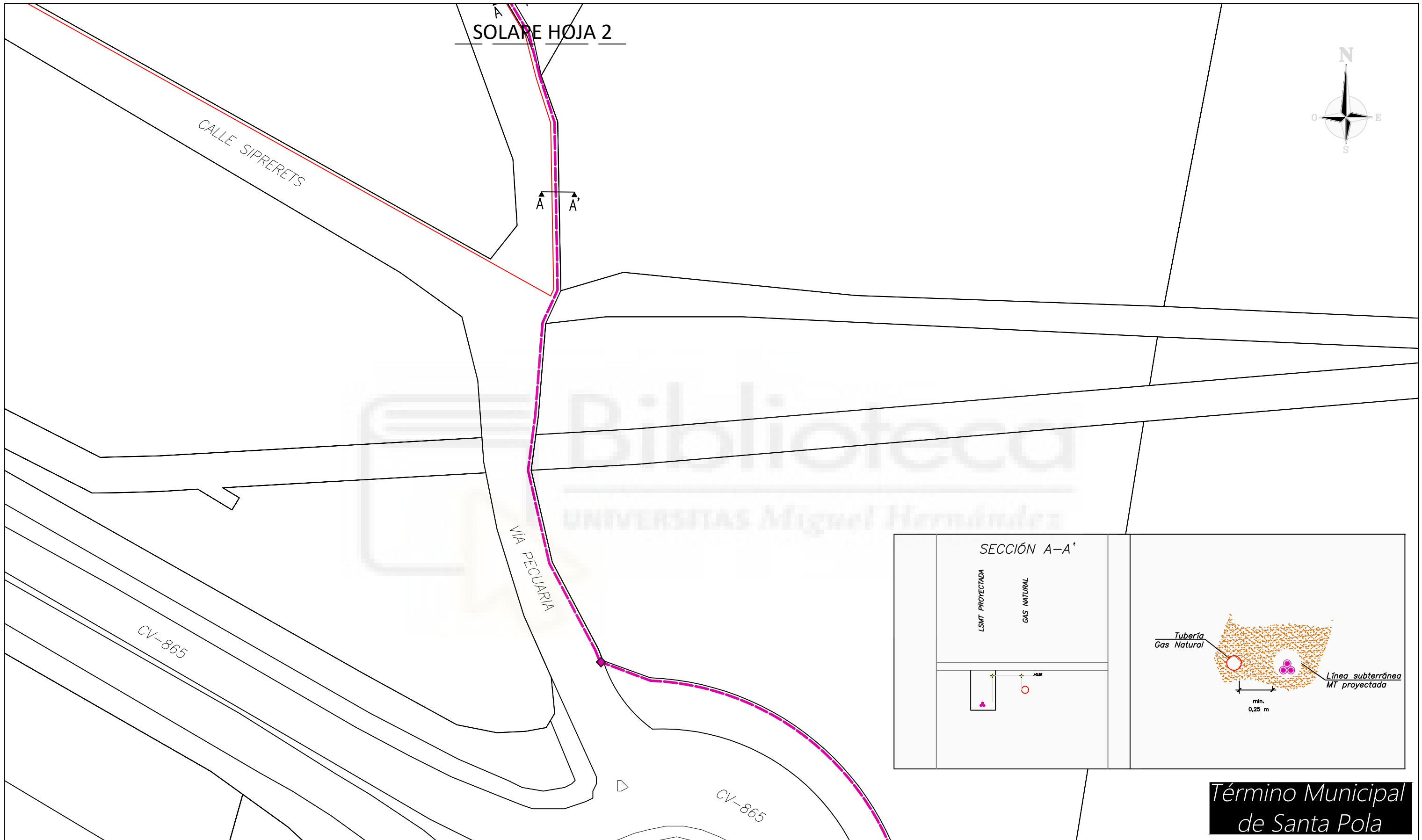


<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar	



Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: SERVICIOS AFECTADOS
Director: Miguel López García	Nº Plano: 03
Escala: 1/500	
Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar	
Hoja 2 de 5	

**Término Municipal  
de Santa Pola**



**Término Municipal de Santa Pola**

Leyenda	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar	

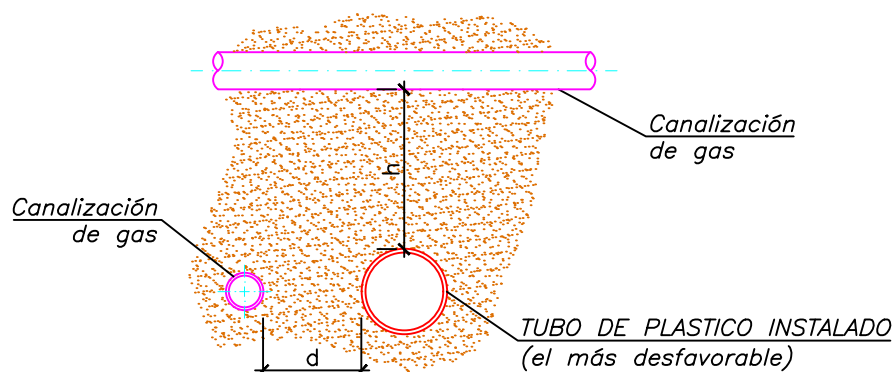


Autor: Álvaro Padilla Reverte | Plano: SERVICIOS AFECTADOS  
 Director: Miguel López García | Nº Plano: 03 | Escala: 1/500  
 Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar  
 Hoja 3 de 5



## DETALLE AFECCION CANALIZACIONES DE GAS

SIN ESCALA



NOTA: canalización eléctrica entubada (protección suplementaria) con tantos tubos como necesidades reflejadas en proyecto.

NOTA: valores de h (cruzamiento) y d (paralelismo) según tablas adjuntas (apart. 5.2.6 y 5.3.4 RLAT, R.D. 223/2008):

### DISTANCIA MINIMA (h) CRUZAMIENTO

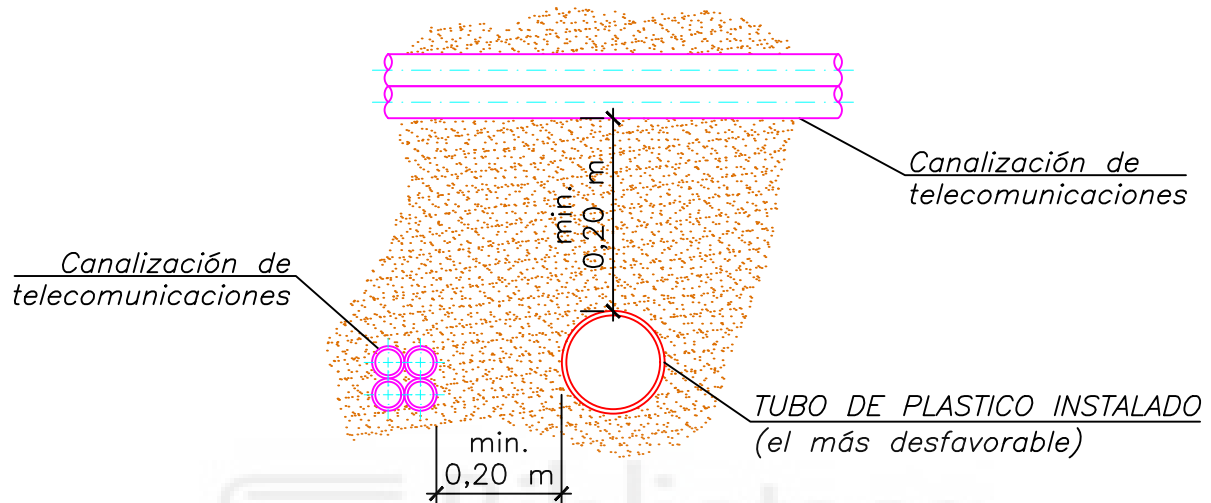
	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (h) sin protección suplementaria	Distancia mínima (h) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
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

### DISTANCIA MINIMA (d) PARALELISMO

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

## DETALLE AFECCION CANALIZACIONES DE TELECOMUNICACIONES

SIN ESCALA



NOTA: canalización eléctrica entubada con tantos tubos como necesidades reflejadas en proyecto.

NOTA: La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, será superior a 1 m.

NOTA: distancias según apart. 5.2.4 y 5.3.2 del RLAT, R.D. 223/2008).

### Proximidades y paralelismos con servicios

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

#### Otros cables de energía.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

#### 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. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

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

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

#### Cables de telecomunicación.

Se entenderá como tales aquellos cables con elementos metálicos en su composición, bien por tener conductores en cobre y/o por llevar protecciones metálicas por lo que quedan fuera de este apartado aquellos cables de fibra óptica dieléctricos con características de resistencia al fuego.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

#### Canalizaciones de gas.

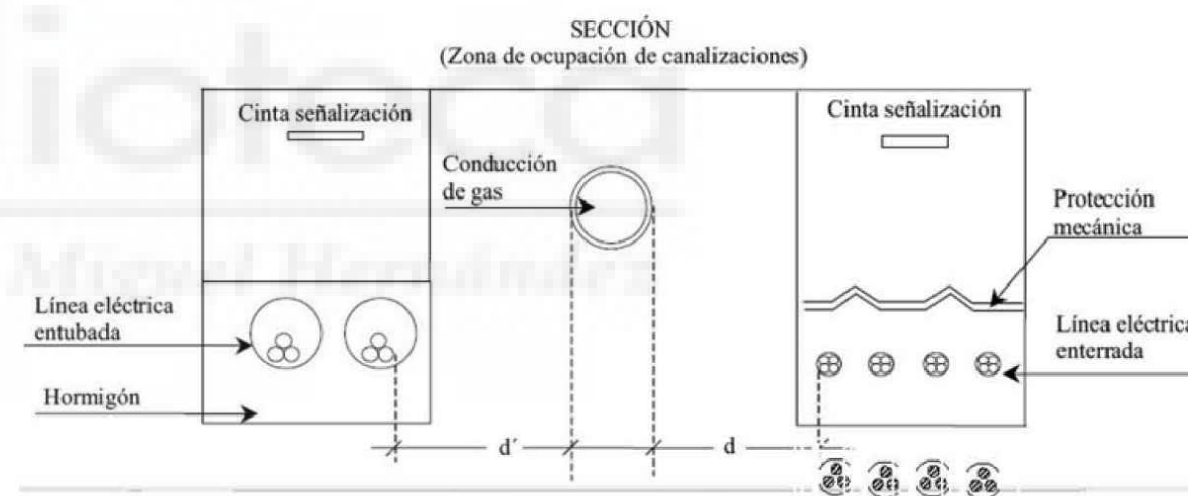
En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 2. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla 2. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

Tabla 2

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

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

Se considera como protección suplementaria el tubo de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporte para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J. Por lo tanto, serán aplicables las distancias (d') de la tabla 2.



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

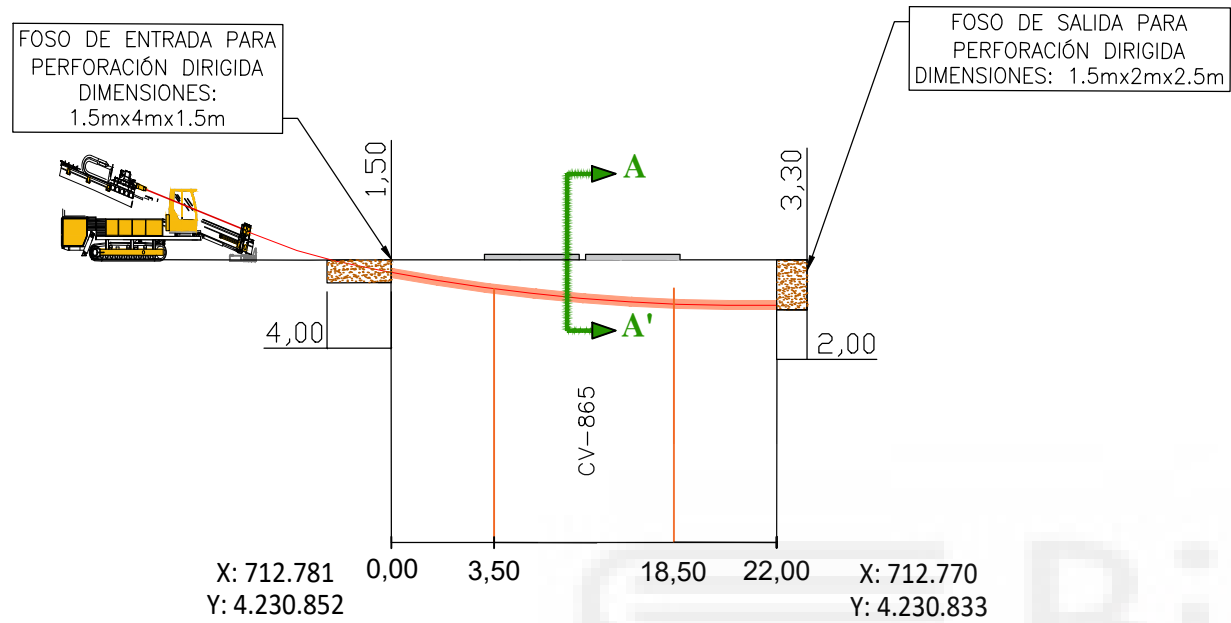
#### Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica, con tubos o divisorias constituidos por materiales de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm<sup>2</sup> un impacto de energía mínimo de 40 J.

Leyenda	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PARALELISMO SERVICIOS
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar	Director: Miguel López García	Nº Plano: 04
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar	Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV, Entre CTCS Proyectado y CT Palomar	
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar	GAS NATURAL	Escala: S/N	
			Hoja 1 de 1	

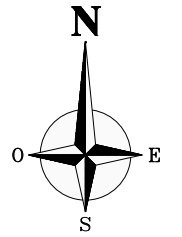
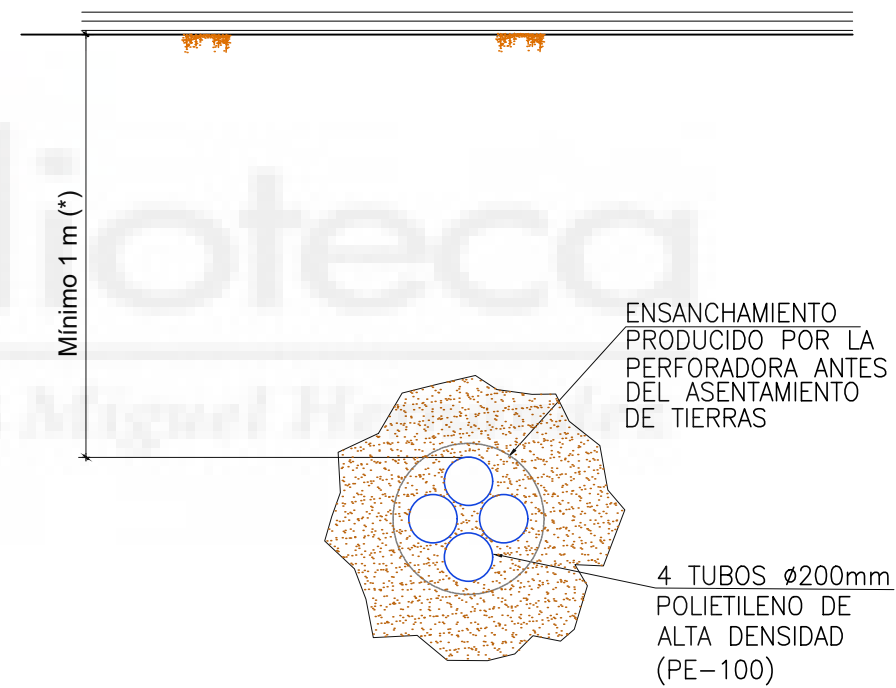


## PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA



## DETALLE DE SECCION A-A'

CONSELLERIA DE TRANSPORTES  
SIN ESCALA



**Término Municipal  
de Santa Pola**

Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



Autor: Álvaro Padilla Reverte

Plano: PERFORACIÓN DIRIGIDA

Director: Miguel López García

Nº Plano: 05

Escala: S/N

Proyecto: Línea Subterránea de Media Tensión 20kV,  
Entre CTCS Proyectado y CT Palomar

Hoja 1 de 1

Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García

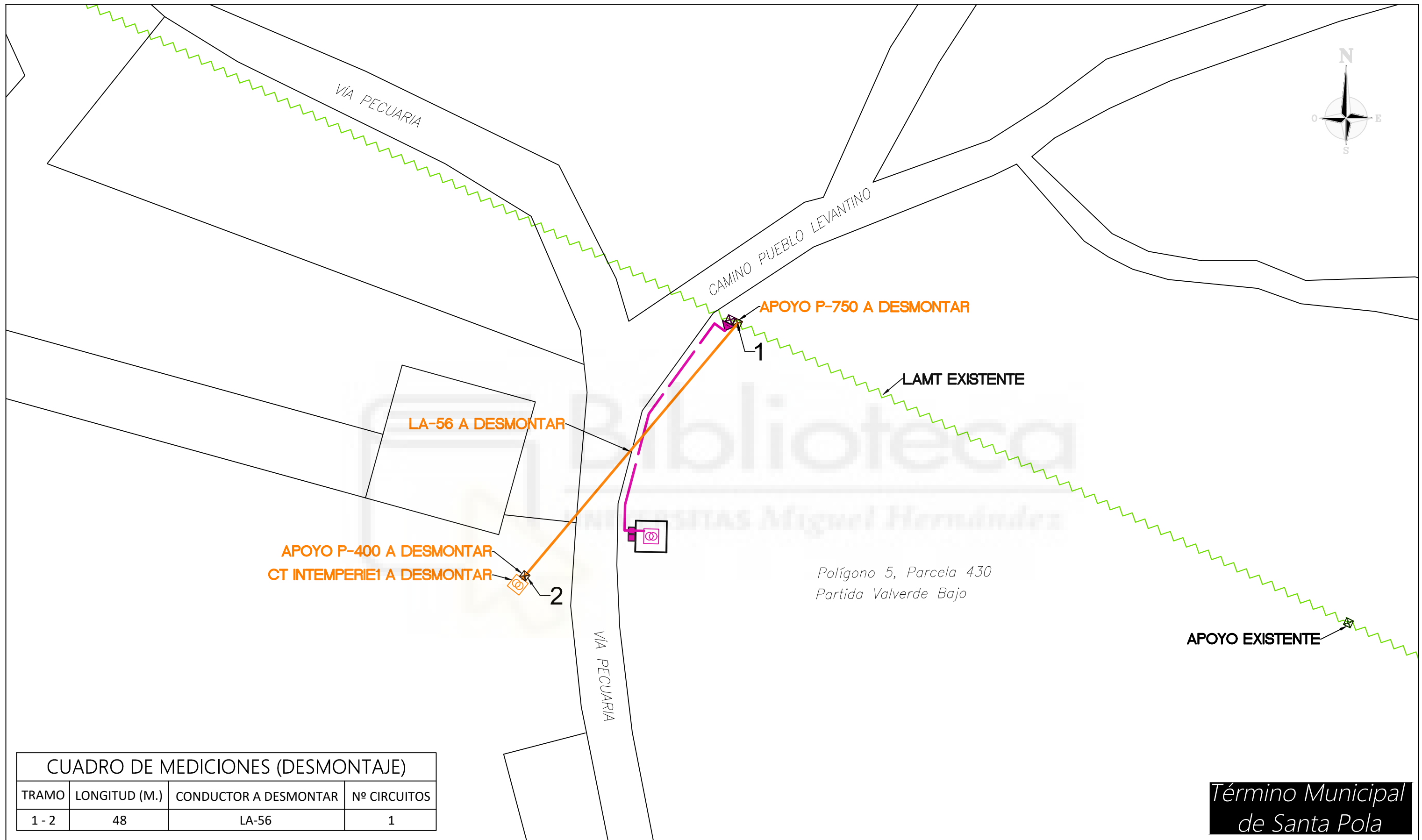


## Capítulo 3.4. Planos específicos del Desmantelamiento de LAMT

### Capítulo 3.4.1. Plano de Planta

### Capítulo 3.4.2. Plano de Detalle CTPI





CUADRO DE MEDICIONES (DESMONTAJE)			
TRAMO	LONGITUD (M.)	CONDUCTOR A DESMONTAR	Nº CIRCUITOS
1 - 2	48	LA-56	1

**Término Municipal de Santa Pola**


Leyenda		LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar
LAMT Existente		CT Proyectado	CT a Desmantelar
CT Existente		Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar
PAS Proyectado		Apoyo a Desmontar	



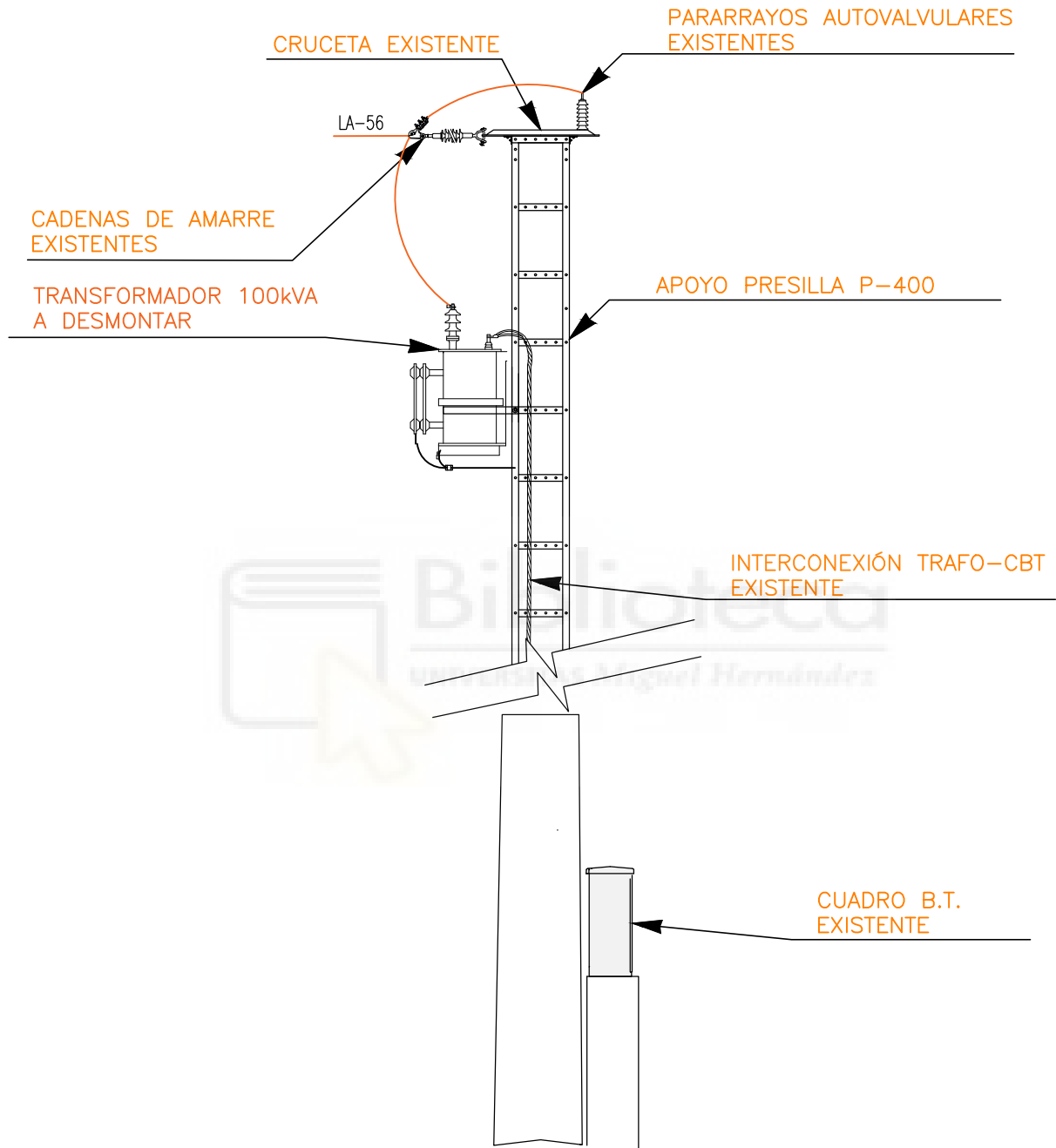
Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PLANTA
Director: Miguel López García	Nº Plano: 01
Proyecto: Desmantelamiento Línea Aérea de Media Tensión 20kV, entre Apoyo Nº 1 y CT INTEMPERIE1	
Escala: 1/500	
Hoja 1 de 2	



**Término Municipal de Santa Pola**

<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar			Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PLANTA DETALLE APOYO	
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar			Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: 1/500
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar			Proyecto: Desmantelamiento Línea Aérea de Media Tensión 20kV, entre Apoyo Nº 1 y CT INTEMPERIE1		
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar				Hoja 2 de 2		

– DETALLE C.T.I. INTEMPERIE1 100 kVA –



– ALZADO LATERAL –



Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García



## Capítulo 3.5. Planos específicos del nuevo CTCS

Capítulo 3.5.1. Plano de Vistas de CT

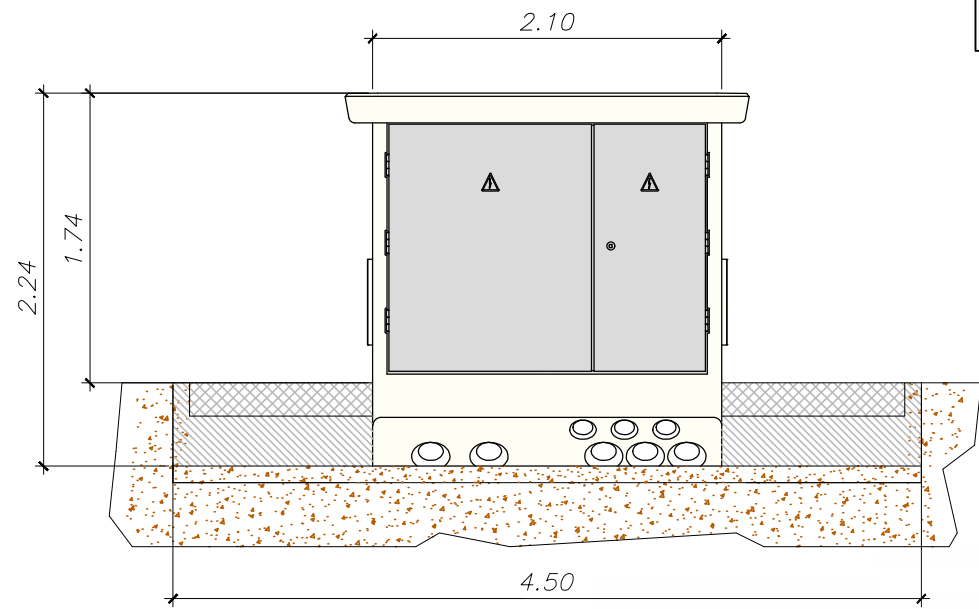
Capítulo 3.5.2. Plano de Esquema Unifilar

Capítulo 3.5.3. Plano de Detalle Excavación

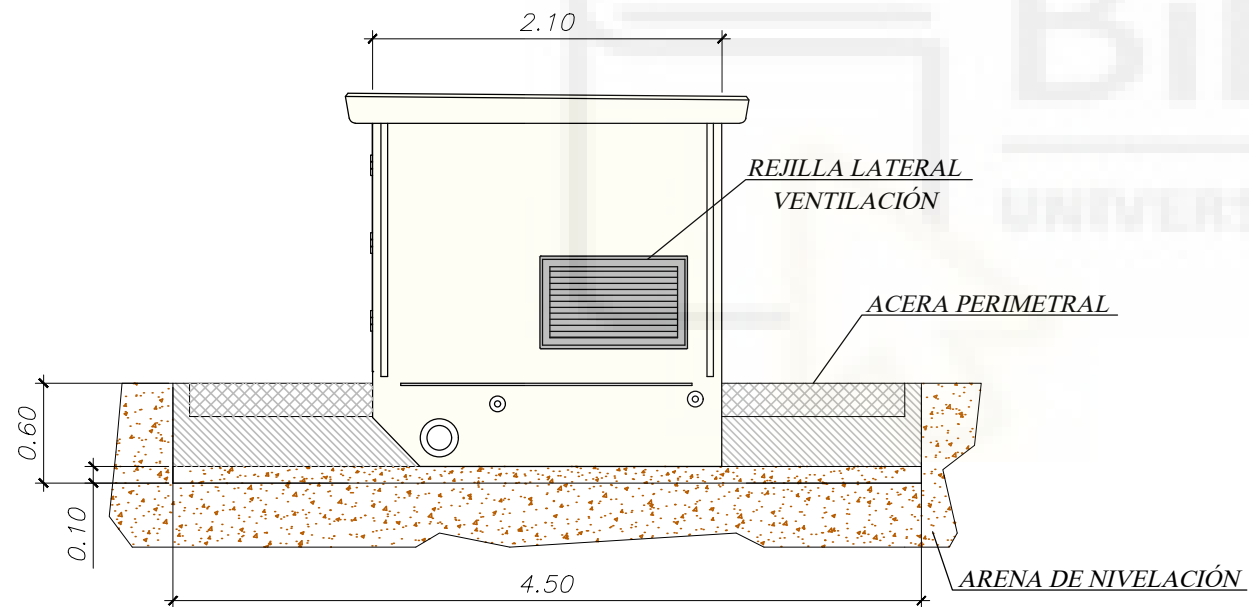
Capítulo 3.5.4. Plano de Puesta a Tierra



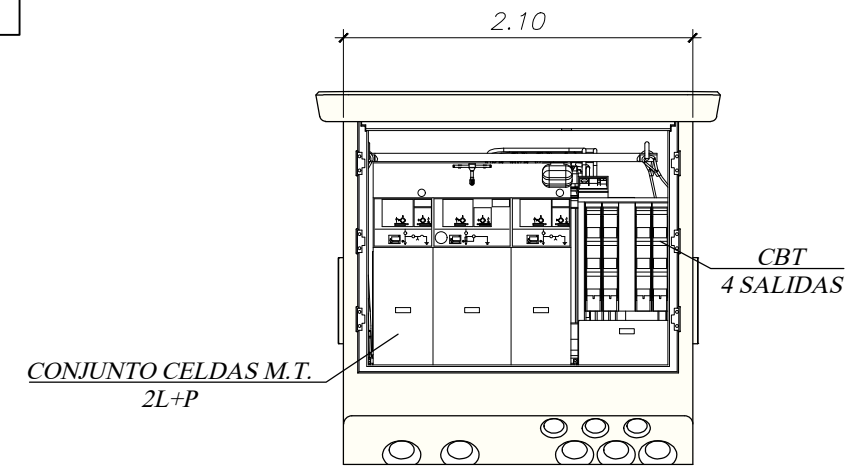
**DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN**  
4,5m (Largo) x 4,5m (Ancho) x 0,5m (Profundidad)



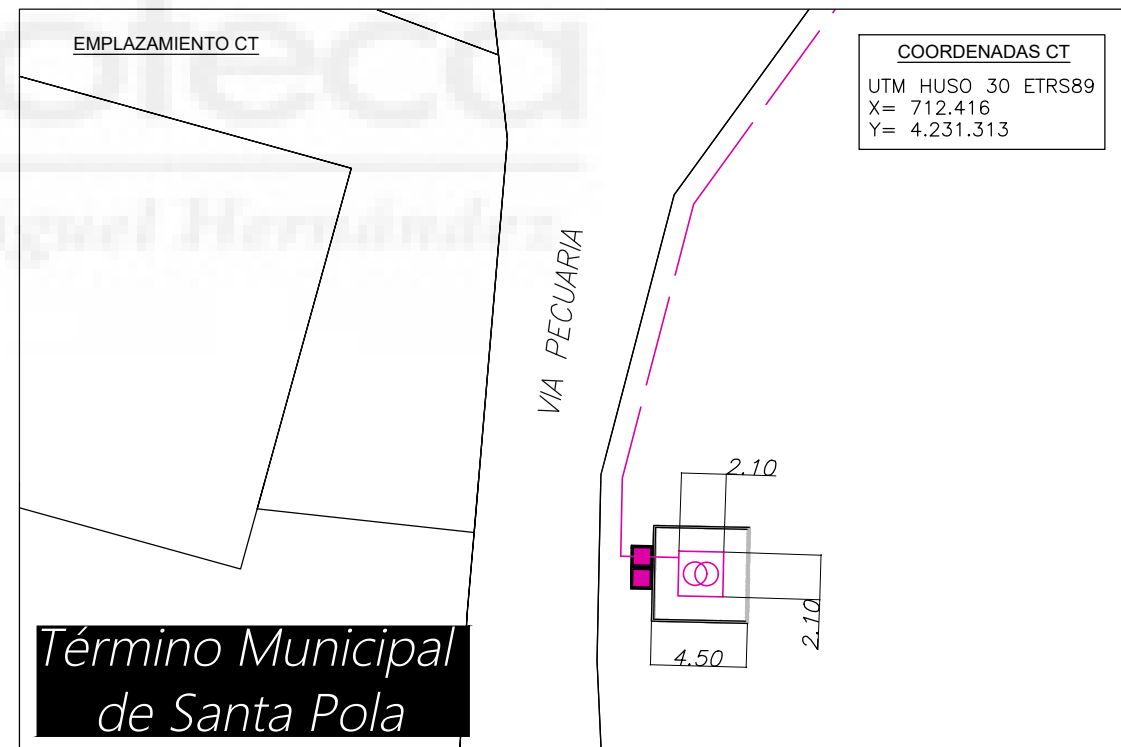
- ALZADO FRONTAL -



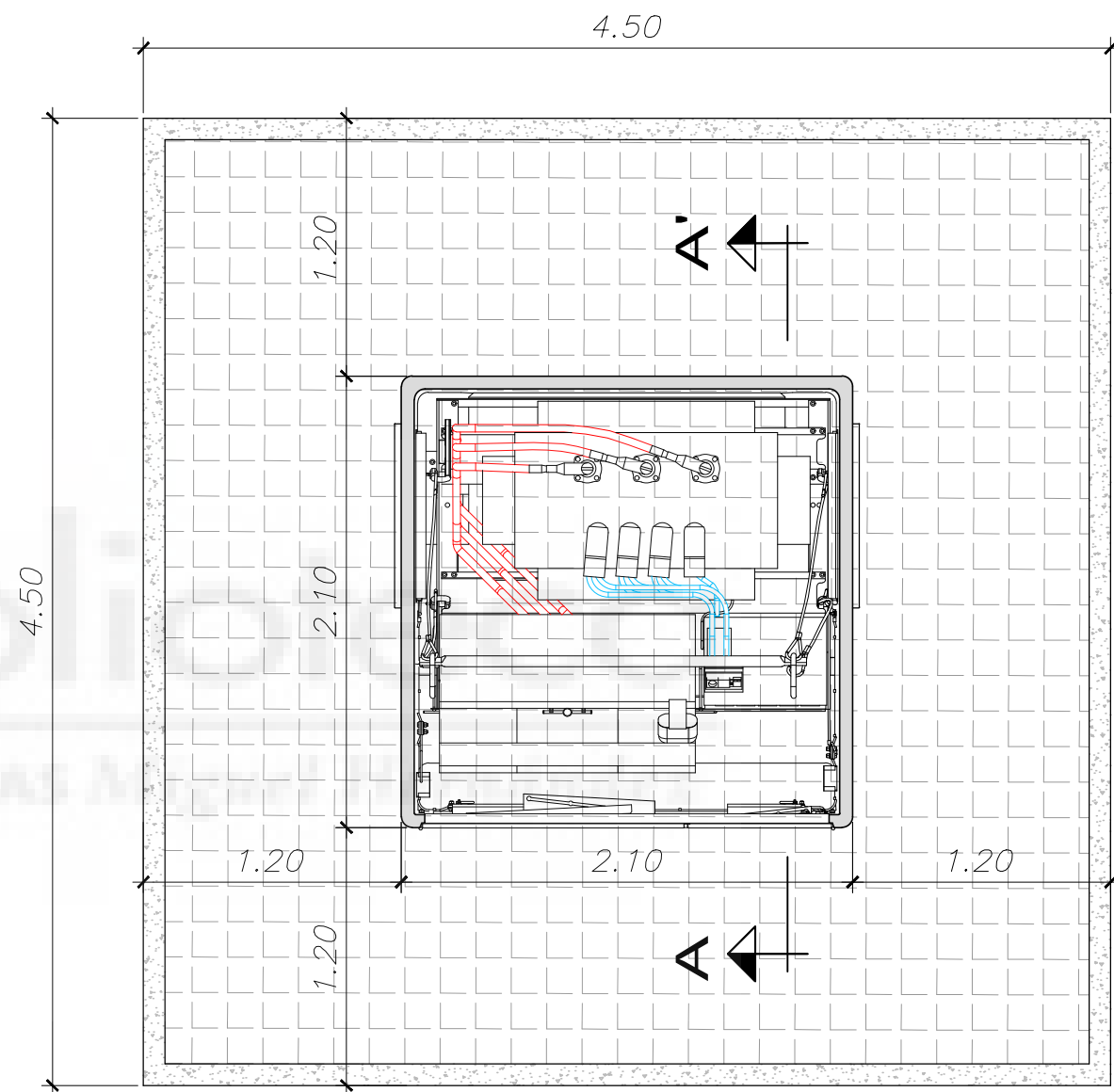
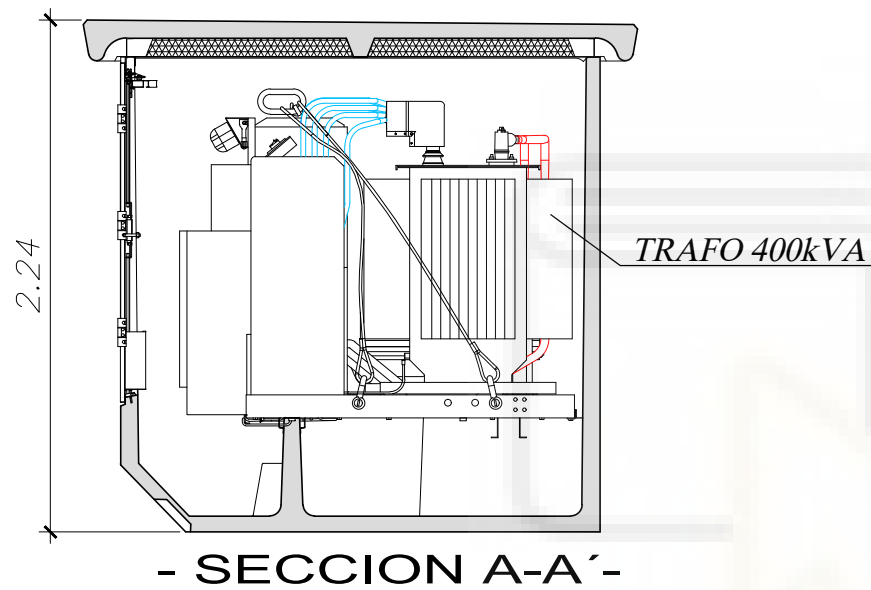
- ALZADO LATERAL -














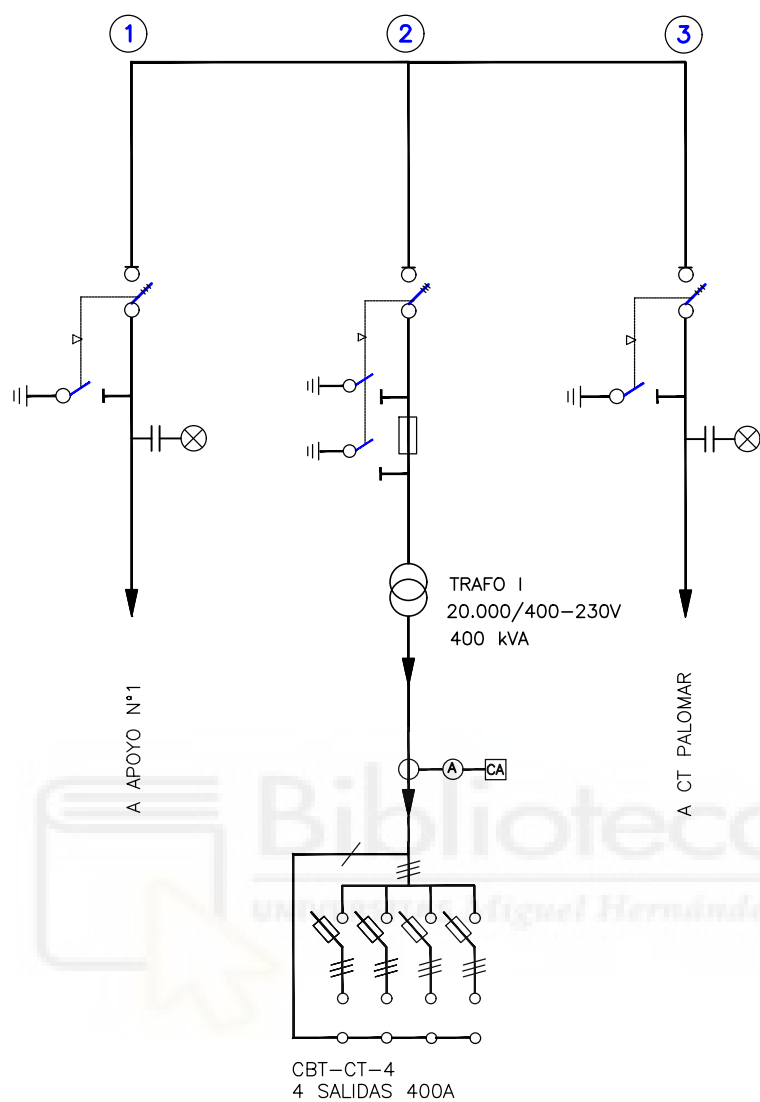
- ALZADO PUERTA ABIERTA -



<b>Leyenda</b>	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar		Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: VISTAS CTC
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar		Director: Miguel López García	Nº Plano: 01
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar		Escala: S/N	
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar			Proyecto: Nuevo Centro de Transformación Compacto en Envoltura Prefabricada de Superficie	
				Hoja 1 de 2	



Leyenda	LSMT Proyectada 	LAMT a Desmantelar 		 <p><b>UNIVERSITAS</b> Miguel Hernández</p>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: VISTAS CTC	
LAMT Existente 	CT Proyectado 	CT a Desmantelar 			Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: S/N
CT Existente 	Arqueta Proyectada 	Apoyo a Desmontar 			Proyecto: Nuevo Centro de Transformación Compacto en Envolvente Prefabricada de Superficie		
PAS Proyectado 	Apoyo a Desmontar 				Hoja 2 de 2		



CELDAS M.T. PROYECTADAS
1.- CELDA DE LÍNEA 24kV.
2.- CELDA DE PROTECCIÓN DE TRAFIO
3.- CELDA DE LÍNEA 24kV.

FUSIBLES PROTECCION M.T.	
POTENCIA TRANSFORMADOR (KVA)	CALIBRE FUSIBLE (A)
1000	100
630	63
400	40
≤ 250	25



Autor: Álvaro Padilla Reverte

Plano: ESQUEMA UNIFILAR

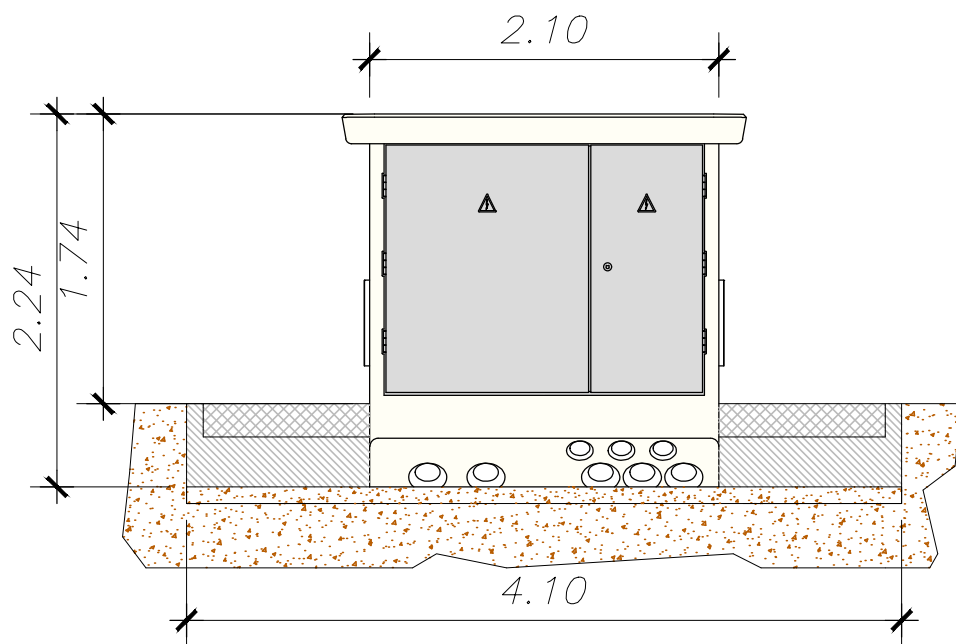
Director: Miguel López García

Nº Plano: 02

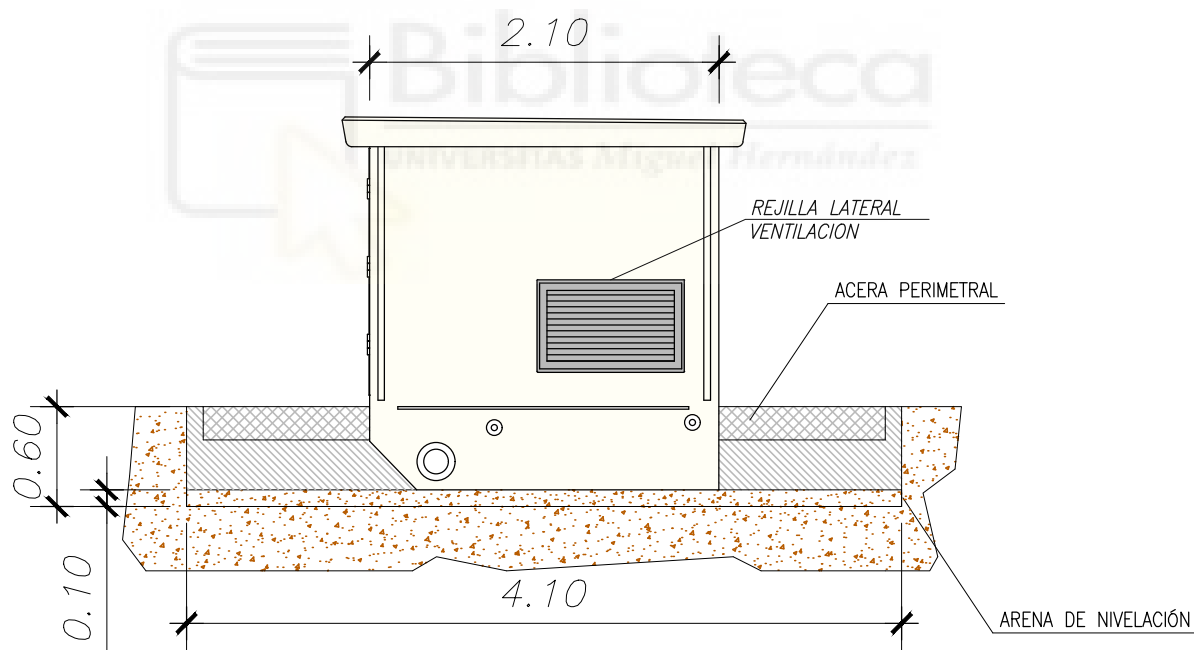
Escala: S/N

Proyecto: Nuevo Centro de Transformación Compacto en Envolverte Prefabricada de Superficie

Hoja 1 de 1



- ALZADO FRONTAL -



- ALZADO LATERAL -

Línea de tierra PaT de Protección

4.00

4.00

Mallazo electrosoldado  
Redondos de  $\varnothing > 4\text{mm}$   
Reticula  $\leq 0,30 \times 0,30\text{m}$   
Prof. Instalación  $> 0,1\text{m}$

Pica de 2m y 14,6 mm  $\varnothing$   
Tipo PL 14-2000

Cobre DESNUDO  
50mm<sup>2</sup> de sección

Distancia entre las PaT de  
Protección y de Servicio (16m)

Conductor aislado DN-RA 50mm<sup>2</sup> de sección

Pica de 2m y 14,6 mm  $\varnothing$   
Tipo PL 14-2000

Cobre DESNUDO  
50mm<sup>2</sup> de sección

Línea de tierra PaT de Servicio (T-I)

### Línea de tierra PaT de Servicio

DISPOSICIÓN DE PAT EN HILERA, A 0,5m DE PROFUNDIDAD, CON 6 ELECTRODOS DE PICA DE 2m DE LONGITUD CON UNA SEPARACIÓN ENTRE ELLAS DE 3m Y CON LA CABEZA ENTERRADA A 0,5m DE PROFUNDIDAD.

### Línea de tierra PaT de Protección

SISTEMA DE PAT DE BUCLE DE DIMENSIONES 4x4m, A 0,5m DE PROFUNDIDAD, CON 8 ELECTRODOS DE PICA DE 2m DE LONGITUD REGULARMENTE ESPACIADAS Y CON LA CABEZA ENTERRADA A 0,5m DE PROFUNDIDAD.

LA DISTANCIA DE SEPARACIÓN  
ENTRE LAS PaT de PROTECCIÓN  
Y DE SERVICIO ES DE 16 m.

Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García



## Capítulo 3.6. Planos específicos del CT Existente de tipo Superficie de Obra Civil

Capítulo 3.6.1. Plano de Planta Actual

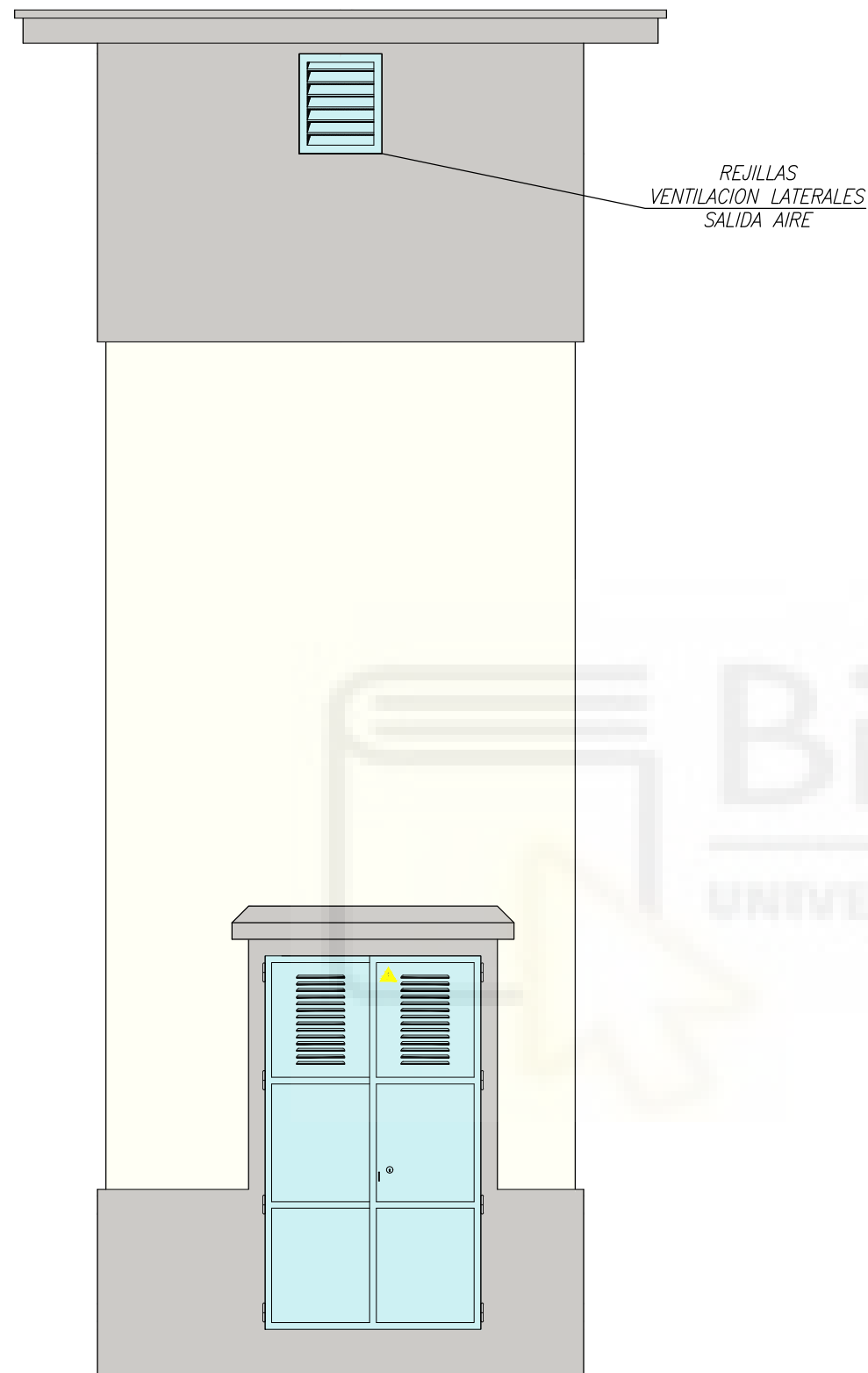
Capítulo 3.6.2. Plano de Plata Proyectada

Capítulo 3.6.3. Plano de Detalle Puertas

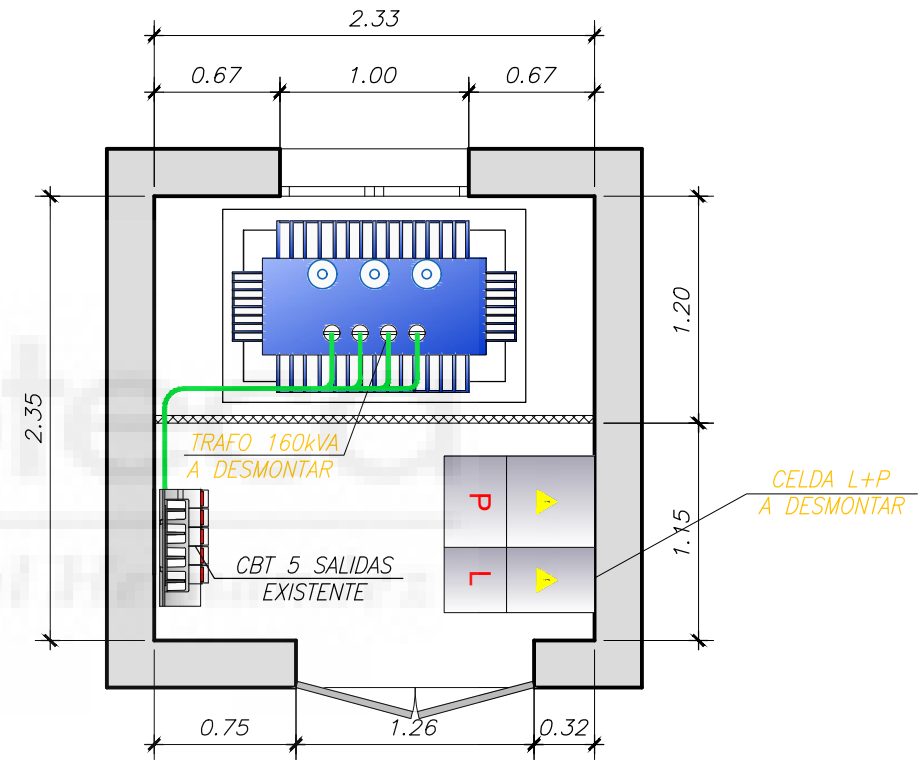
Capítulo 3.6.4. Plano de Esquema Unifilar

Capítulo 3.6.5. Plano de Puesta a Tierra






- ALZADO FRONTAL -

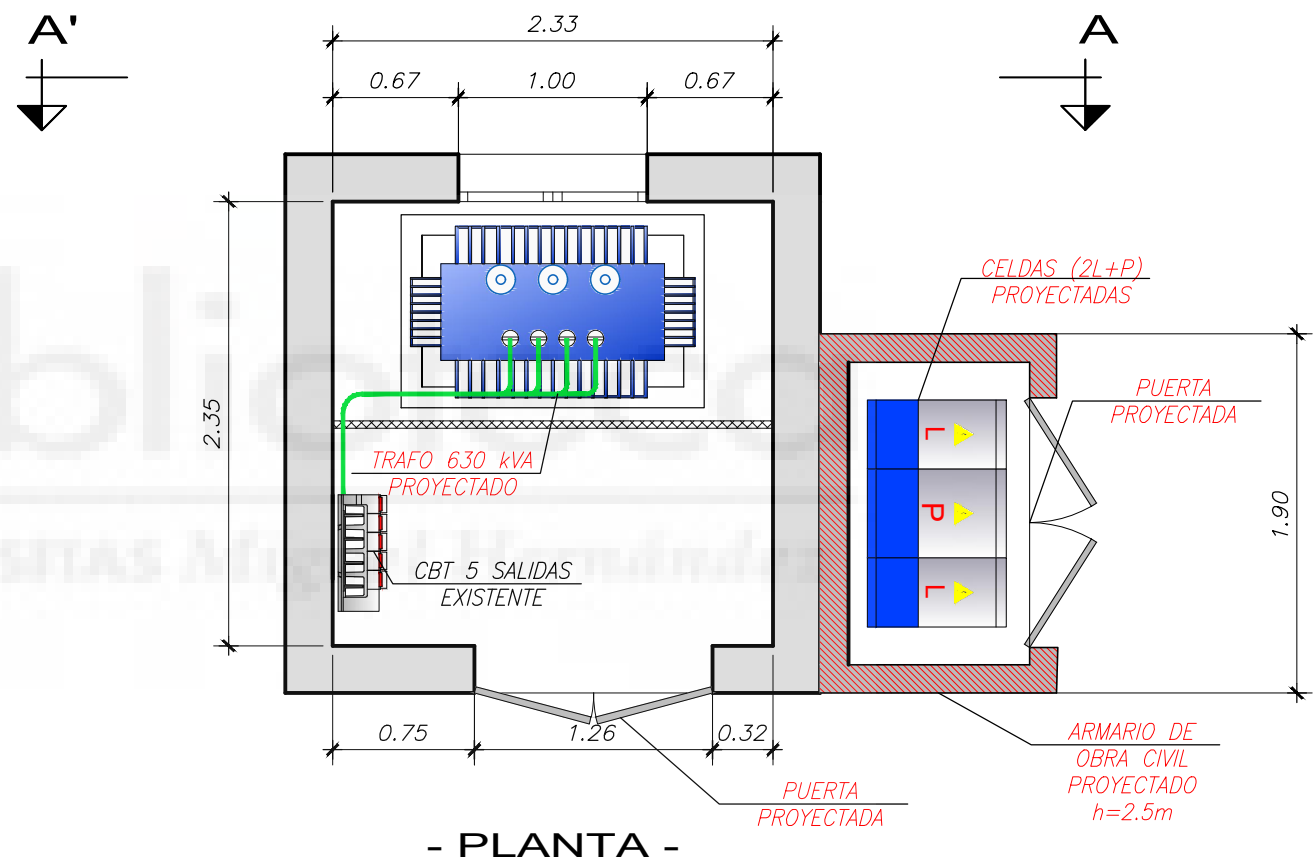
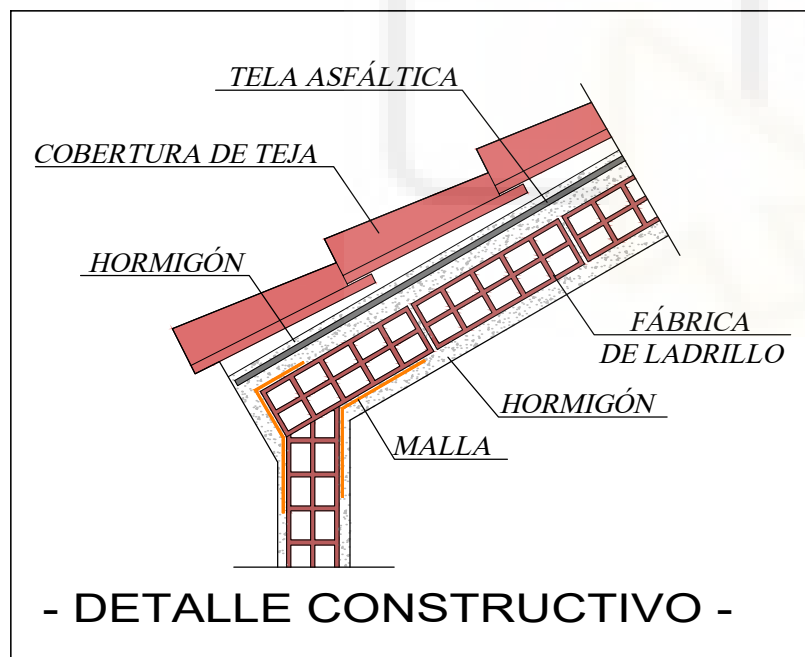
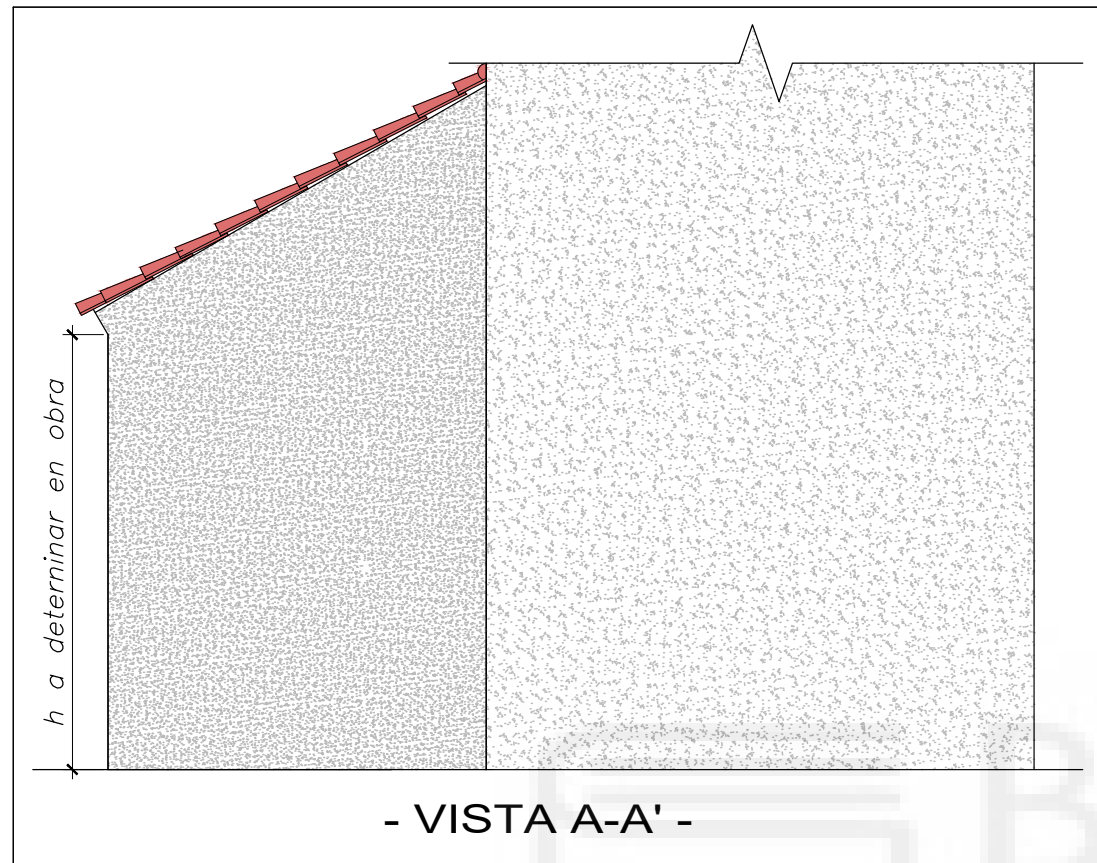


- PLANTA -

**Término Municipal  
de Santa Pola**

Leyenda	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar		 <b>UNIVERSITAS</b> <i>Miguel Hernández</i>	Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: PLANTA ACTUAL	
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar			Director: Miguel López García	Nº Plano: 01	Escala: S/N
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar			Proyecto: Reforma del CT Palomar		
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar				Hoja 1 de 1		



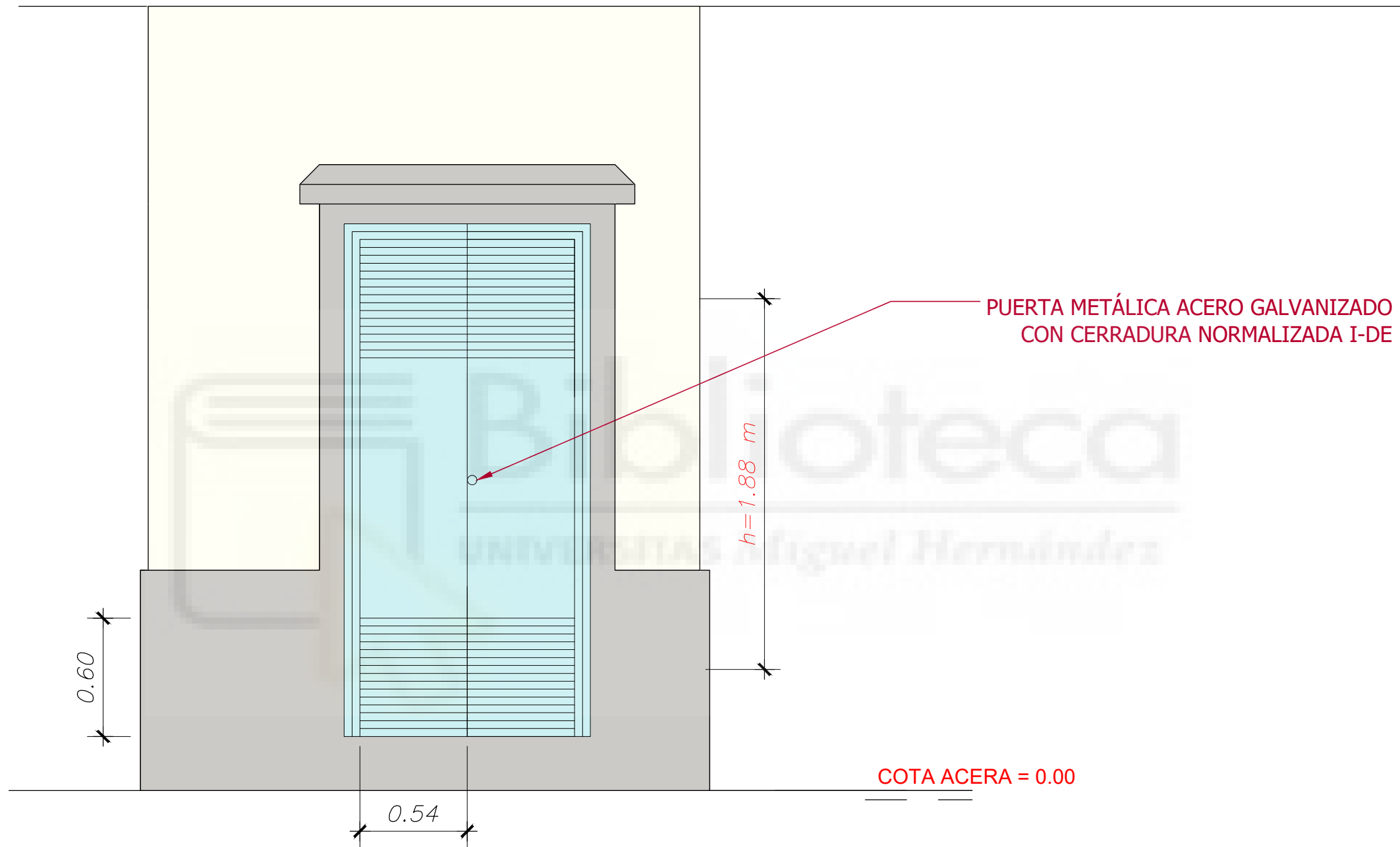


**Término Municipal  
de Santa Pola**

Leyenda	LSMT Proyectada	LAMT a Desmantelar		Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: NUEVA PLANTA
LAMT Existente	CT Proyectado	CT a Desmantelar		Director: Miguel López García	Nº Plano: 02
CT Existente	Arqueta Proyectada	Apoyo a Desmontar		Proyecto: Reforma del CT Palomar	
PAS Proyectado	Apoyo a Desmontar			Hoja 1 de 1	














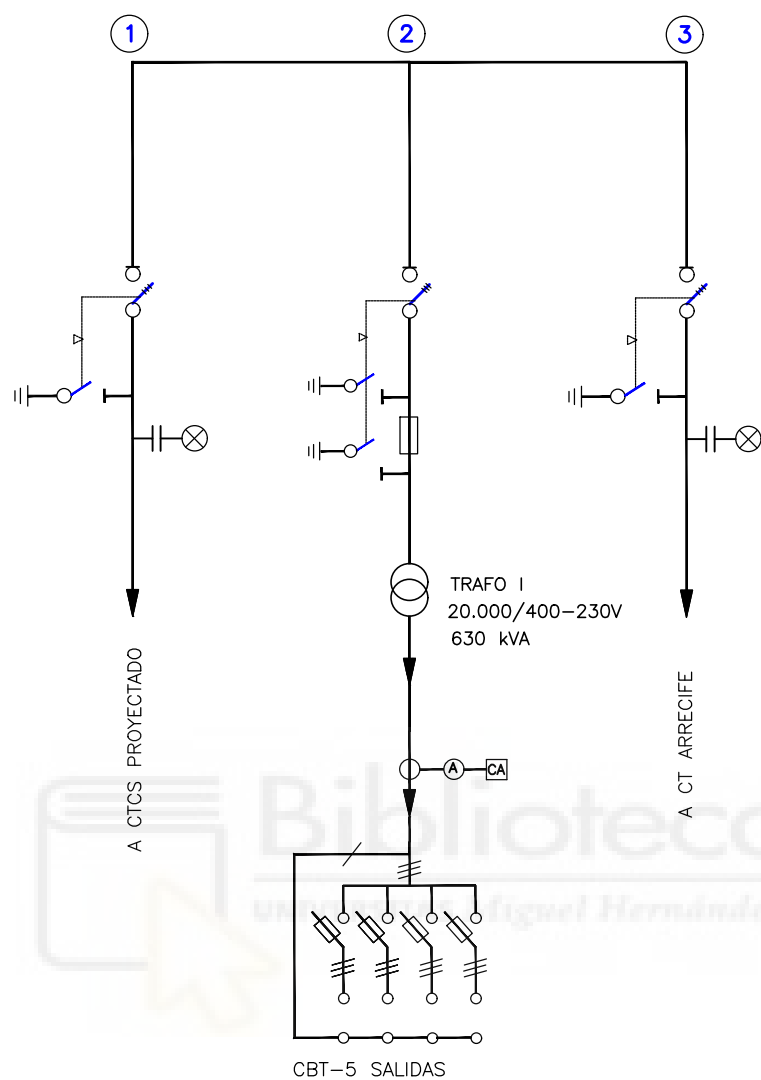
# LÍNEA DE FACHADA



## PUERTA PROYECTADA

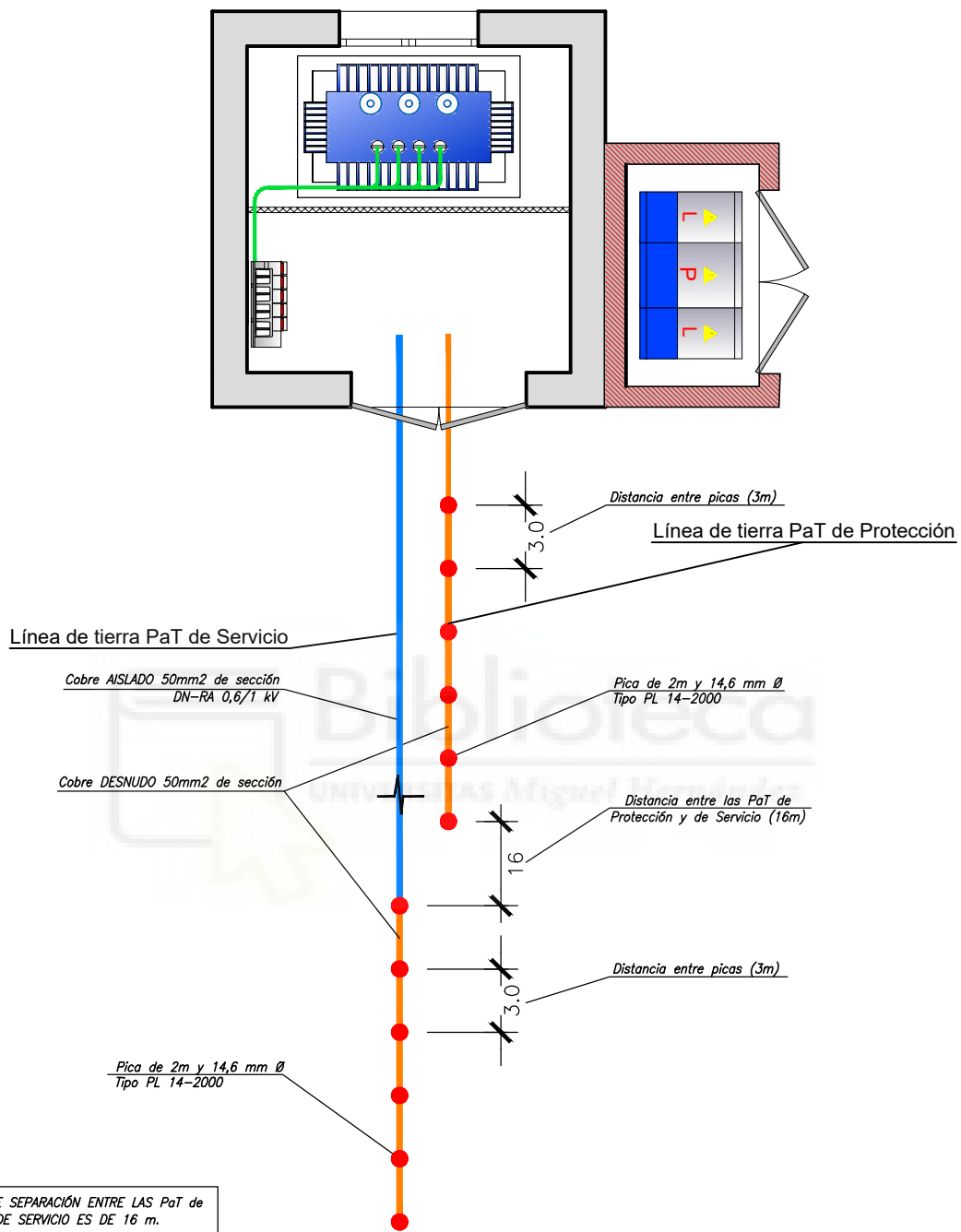
*Término Municipal  
de Santa Pola*

Leyenda	LSMT Proyectada 	LAMT a Desmantelar 			Autor: Álvaro Padilla Reverte	Plano: DETALLE PUERTA	
LAMT Existente 	CT Proyectado 	CT a Desmantelar 			Director: Miguel López García	Nº Plano: 03	Escala: S/N
CT Existente 	Arqueta Proyectada 	Apoyo a Desmontar 			Proyecto: Reforma del CT Palomar		
PAS Proyectado 	Apoyo a Desmontar 				Hoja 1 de 1		



CELDA M.T. PROYECTADAS
1.- CELDA DE LÍNEA 24kV.
2.- CELDA DE PROTECCIÓN DE TRAFIO
3.- CELDA DE LÍNEA 24kV.

FUSIBLES PROTECCION M.T.	
POTENCIA TRANSFORMADOR (KVA)	CALIBRE FUSIBLE (A)
1000	100
630	63
400	40
≤ 250	25



LA DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE LAS PaT de PROTECCIÓN Y DE SERVICIO ES DE 16 m.

**Línea de tierra PaT de Servicio**  
 DISPOSICIÓN DE PAT LINEAL, A 0,5m DE PROFUNDIDAD, CON 6 ELECTRODOS DE PICA DE 2m DE LONGITUD CON UNA SEPARACIÓN ENTRE ELLAS DE 3m Y CON LA CABEZA ENTERRADA A 0,5m DE PROFUNDIDAD.

**Línea de tierra PaT de Protección**  
 SISTEMA DE PAT LINEAL, A 0,5m DE PROFUNDIDAD, CON 6 ELECTRODOS DE PICA DE 2m DE LONGITUD CON UNA SEPARACIÓN ENTRE ELLAS DE 3m Y CON LA CABEZA ENTERRADA A 0,5m DE PROFUNDIDAD.

## Capítulo 4. Presupuesto

### Capítulo 4.1. Presupuesto del Soterramiento de la LAMT

<b>MATERIAL Y EJECUCIÓN OBRA CIVIL</b>							
Código	Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio
0.1	40	M	CANALIZACION DIRECTAMENTE ENTERRADA NO URBANA 1 CTO	0,00 €	23,81 €	23,81 €	952,40 €
0.2	2	M	CANALIZ. 2 TUBOS-160 HORIZ. EN ACERA/TIERRA ASIENTO AREN	0,00 €	57,69 €	57,69 €	115,38 €
0.3	2	UD	ARQUETA REGIST. IN SITU. CALZADA/JARD/ACERA	0,00 €	290,79 €	290,79 €	581,58 €
0.4	2	UD	COLOCACION MARCO M2/TAPA T2 O M2C/T2C	81,28 €	89,70 €	170,98 €	341,96 €
			<b>TOTAL DE MATERIAL Y EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL</b>				<b>1.991,32 €</b>
<b>MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>							
	Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio Total
0.5	42	M	TENDIDO CABLE HEPRZ112/20KV 3(1X240),TUBO,BAN,GALE,CANAL	27,67 €	4,70 €	32,37 €	1.359,54 €
0.6	6	UD	CONFECCION 1 TERMINACION HASTA 30 KV	0,00 €	50,13 €	50,13 €	300,78 €
0.7	3	UD	MATERIAL 1 TERMINACION EXTERIOR 12/20KV	34,21 €	0,00 €	34,21 €	102,63 €
0.8	3	UD	MATERIAL 1 CONECTOR SEPARABLE ATORNILLABLE 12/20KV	95,87 €	0,00 €	95,87 €	287,61 €
0.9	1	UD	PAS-TRANSIC. HEPRZ1 12/20KV 240 MM2 SIN TERMINACIONES	438,54 €	385,32 €	823,86 €	823,86 €
0.10	1	UD	APOYO CELOSIA C 2000-14 EMPOTRAR	1.214,76 €	1.089,60 €	2.304,36 €	2.304,36 €
0.11	1	UD	ANTIESCALO OBRA CIVIL APOYO CELOSIA/PRESILLA	0,00 €	504,20 €	504,20 €	504,20 €
0.12	1	UD	PAT ANILLO 4M LADO. AP. C Y SERIE 1. + 4 PICAS 14/2000	185,96 €	152,30 €	338,26 €	338,26 €
0.13	1	UD	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	0,00 €	80,13 €	80,13 €	80,13 €
0.14	1	UD	DERIV.SIMPLE EN SUBT., APOYO C -1 DS-(SU)	515,45 €	186,03 €	701,48 €	701,48 €
0.15	3	UD	INST/SUST DE PARARRAYOS 15/20 KV (1 UNID; INCLUY. CONEX)	38,43 €	16,54 €	54,97 €	164,91 €
0.16	3	UD	EMP-SELA (UNIDAD) 24 KV NIVEL III	109,38 €	45,24 €	154,62 €	463,86 €
0.17	6	UD	INST/SUST AISLADOR PUENTE APOYO IV 20KV	21,71 €	12,95 €	34,66 €	207,96 €
0.18	6	UD	INST/SUST CADENA BASTON LARGO SIN ESPIRAL 20 KV	37,51 €	6,71 €	44,22 €	265,32 €
0.19	1	UD	INST/SUST CRUCETA RC2-17,5-S	212,87 €	216,32 €	429,19 €	429,19 €
0.20	3	UD	FORRADO AP. AMARRE PUENTE DCP LA<= 110 POR FASE/30	147,03 €	73,55 €	220,58 €	661,74 €
0.21	3	UD	FORRADO PASO AEREO SUBTERRANEO CON PFPT Y LA <= 110/FASE	237,66 €	73,55 €	311,21 €	933,63 €
0.22	3	UD	CUBIERTA PARA SECCIONADOR "LB" FPLB/30.(1 FASE)	90,29 €	29,90 €	120,19 €	360,57 €
0.23	3	UD	COLOCACION FORRO CPTA-6 PARA BOTELLA TERMINAL	28,00 €	14,95 €	42,95 €	128,85 €
0.24	3	UD	COLOCACION FORRO CPTA-1/-2 PARA TRAF O PARARRAYOS	24,51 €	14,95 €	39,46 €	118,38 €
			<b>TOTAL DE MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>				<b>10.537,26 €</b>
			<b>TOTAL</b>				<b>12.528,58 €</b>

## Capítulo 4.2. Presupuesto de la LSMT entre dos CT'S

<b>MATERIAL Y EJECUCIÓN OBRA CIVIL</b>							
Código	Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio
0.2	418	M	CANALIZ. 2 TUBOS-160 HORIZ. EN ACERA/TIERRA ASIENTO AREN	0,00 €	57,69 €	57,69 €	24.114,42 €
0.9	229	M	CANALIZ. 2 TUBOS-160 HORIZ. EN CALZADA	0,00 €	74,51 €	74,51 €	17.062,79 €
0.25	23	M	CANALIZ. 4 TUBOS-160 EN CALZADA	0,00 €	92,31 €	92,31 €	2.123,13 €
0.26	334,4	M2	PAVIM. BALDO-TERRAZ-CEM PULIDO-LOSET HIDRAU-HORM IMPRES	0,00 €	27,00 €	27,00 €	9.028,80 €
0.27	229	M2	PAVIMENTACION ASFALTO CALZADA/ACERA	0,00 €	36,40 €	36,40 €	8.335,60 €
0.28	670	M	COLOCACION MULTIDUCTO O MONOD 40MM CANALIZ ABIERTA	2,99 €	4,76 €	7,75 €	5.192,50 €
0.3	8	UD	ARQUETA REGIST. IN SITU. CALZADA/JARD/ACERA	0,00 €	290,79 €	290,79 €	2.326,32 €
0.4	3	UD	COLOCACION MARCO M2/TAPA T2 O M2C/T2C	81,28 €	89,70 €	170,98 €	512,94 €
0.29	5	UD	COLOCACION MARCO M3/TAPA T3	91,89 €	100,10 €	191,99 €	959,95 €
0.30	23	MND	CCAA TOPO PERF DIRIG	0,00 €	1,00 €	767,00 €	17.641,00 €
0.31	15	M	EXCAVACION AUXILIAR A AMBOS LADOS ZANJA 1M	0,00 €	221,40 €	221,40 €	3.321,00 €
<b>TOTAL DE MATERIAL Y EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL</b>							<b>90.618,45 €</b>
<b>MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>							
	Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio Total
0.5	682	M	TENDIDO CABLE HEPRZ112/20KV 3(1X240),TUBO,BAN,GALE,CANAL	27,67 €	4,70 €	32,37 €	22.076,34 €
0.6	6	UD	CONFECCION 1 TERMINACION HASTA 30 KV	0,00 €	50,13 €	50,13 €	300,78 €
0.8	6	UD	MATERIAL 1 CONECTOR SEPARABLE ATORNILLABLE 12/20KV	95,87 €	0,00 €	95,87 €	575,22 €
<b>TOTAL DE MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>							<b>22.952,34 €</b>
<b>TOTAL</b>							<b>113.570,79 €</b>

### Capítulo 4.3. Presupuesto del Desmantelamiento de LAMT

<b>DESMONTAJE ELÉCTRICO</b>						
Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio Total
48	M	ACHAT/DESMONT CONDUCTOR DESNUDO DE LA < 70	0,00 €	0,81 €	0,81 €	38,88 €
1	UD	ACHATARRAMIENTO APOYO P-750	0,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €
1	UD	ACHATARRAMIENTO APOYO P-400	0,00 €	45,00 €	45,00 €	45,00 €
3	UD	ACHAT/DESMONT EMP SELA-XS-SXS ( BAJA ACTIVO DE 3 FASE.)	0,00 €	45,50 €	45,50 €	136,50 €
1	UD	ACHATARRAMIENTO/DESMONTAJE CBT CT	0,00 €	47,16 €	47,16 €	47,16 €
1	UD	ACHATARRAMIENTO/DESMONTAJE TRANSFORMADOR	0,00 €	352,00 €	352,00 €	352,00 €
4	KG	DESMONTAJE CONDUCTOR PUESTA A TIERRA COBRE (KG)	0,00 €	0,82 €	0,82 €	3,28 €
<b>TOTAL DE MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>						<b>672,82 €</b>
<b>TOTAL</b>						<b>672,82 €</b>



## Capítulo 4.4. Presupuesto del nuevo CTCS

<b>MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>						
Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	UD	ENVOLVENTE PREFABRICADA EPSC TL PREPARADA PARA TELEGESTIÓN	7.271,44 €	0,00 €	7.271,44 €	7.271,44 €
1	UD	CONJUNTO COMPACTO PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CTC-TEL	19.200,00 €	0,00 €	19.200,00 €	19.200,00 €
1	UD	EXCAVACION ENVOLVENTE BAJO POSTE-COMPACTO-SECC	0,00 €	632,82 €	632,82 €	632,82 €
14	M	CONSTRUCCION ACERA PERIMETRAL (PERIMETRO+5)	0,00 €	64,52 €	64,52 €	903,28 €
1	UD	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	0,00 €	80,13 €	80,13 €	80,13 €
1	UD	PAT NEUTRO PARA TODOS CTS (ENTERRADO)	108,91 €	196,32 €	305,23 €	305,23 €
1	UD	PAT HERRAJES CT TIPO CTC,CTIC,CTIN,CSECC (ENTERRADO)	242,46 €	272,84 €	515,30 €	515,30 €
1	UD	INSTAL/SUST 3 FUSIBLES 24 KV/25-40 A (3 FASES)	65,85 €	8,97 €	74,82 €	74,82 €
12	UD	INSTAL/SUST 1 FUSIBLE BT (1 FASE EN CBT,CGP,CPM)	3,02 €	1,22 €	4,24 €	50,88 €
<b>TOTAL DE MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>						<b>29.033,90 €</b>
<b>TOTAL</b>						<b>29.033,90 €</b>





## Capítulo 4.5. Presupuesto del CT Existente de tipo Superficie de Obra Civil

<b><u>MATERIAL Y EJECUCIÓN OBRA CIVIL</u></b>						
Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio
1500	UD	CCAA OBRA CIVIL EN CT EJECUCION CRD	0,00 €	1,00 €	1,00 €	1.500,00 €
13,375	M2	PICADO, RASEO, LUCIDO, PINTADO EN TECHO Y PAREDES	0,00 €	11,97 €	11,97 €	160,10 €
2,375	M2	IMPERMEABILIZACION O REPARACION TELA ASFALTICA O TEJA	0,00 €	33,90 €	33,90 €	80,51 €
14,25	UD	CCAA MATERIAL TELA ASFALTICA-TEJA	0,00 €	1,00 €	1,00 €	14,25 €
		<b>TOTAL DE MATERIAL Y EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL</b>				<b>1.754,86 €</b>
<b><u>MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</u></b>						
Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	UD	MONTAJE ALUMBRADO PUNTO LUZ	0,00 €	104,80 €	104,80 €	104,80 €
2	UD	INSTAL/SUST MARCO/PUERTA ENTRADA CT	0,00 €	378,80 €	378,80 €	757,60 €
2	PZA	PUERTA METÁLICA DE DOS HOJAS	1.059,35 €	0,00 €	1.059,35 €	2.118,70 €
1	UD	INST/SUST CAJAS TIERRAS/NEUTRO CT	0,00 €	16,95 €	16,95 €	16,95 €
1	UD	PAT HERRAJES VISIBLE DE CU EN INTERIOR CT	88,92 €	15,95 €	104,87 €	104,87 €
1	PZA	Celda no extensible CNE-2L1P-F-SF6-24-TELE	9.690,00 €	0,00 €	9.690,00 €	9.690,00 €
1	UD	INSTALACION/AMPLIACION CELDAS GAS HASTA 5 POS	0,00 €	371,33 €	371,33 €	371,33 €
3	UD	CABLE (FASE) INTERCONEXION MT INTERIOR 24KV. INCL MAT	68,46 €	130,63 €	199,09 €	597,27 €
1	UD	INSTALACION BANCADA CELDAS-CBT	0,00 €	31,90 €	31,90 €	31,90 €
120	UD	CCAA MATERIAL BANCADA CELDA-CBT	0,00 €	1,00 €	1,00 €	120,00 €
3	UD	ACHATARRAMIENTO/DESMONTAJE CELDAS AT/MT CT INTERIOR	0,00 €	305,91 €	305,91 €	917,73 €
1	UD	MEDICION TENS PASO-CONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	0,00 €	80,13 €	80,13 €	80,13 €
		<b>TOTAL DE MATERIAL Y MONTAJE ELÉCTRICO</b>				<b>14.911,28 €</b>
		<b>TOTAL</b>				<b>16.666,14 €</b>

144

## Capítulo 4.6. Presupuesto del Beneficio Industrial destinado a la ingeniería.

<b>BENEFICIO INDUSTRIAL PARA LA INGENIERÍA PROYECTISTA</b>						
Unidades		Descripción	Materiales por unidad	Mano de obra por unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	UD	PROYECTO PARA LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE L<0.5 KM	0,00 €	950,00 €	950,00 €	950,00 €
1	UD	PROYECTO PARA LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE L>0.5 KM	0,00 €	750,00 €	750,00 €	750,00 €
0,682	KM	VARIABLE PARA PROYECTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS L>0.5 KM	0,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.023,00 €
1	UD	PROYECTO PARA DESMONTAJE DE INSTALACIONES	0,00 €	400,00 €	400,00 €	400,00 €
0,048	KM	VARIABLE PARA PROYECTO DE DESMONTAJE DE INSTALACIONES	0,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	48,00 €
2	UD	PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACION	0,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	2.400,00 €
		<b>TOTAL DE BENEFICIO INDUSTRIAL PARA LA INGENIERÍA PROYECTISTA</b>				<b>5.571,00 €</b>



## Capítulo 5. Estudio de Gestión de Residuos

### Capítulo 5.1. Objeto

El presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición tiene por objeto, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los Residuos de construcción y demolición, comunicar al ayuntamiento de SANTA POLA, la estimación de la cantidad de residuos a producir, así como el destino de los mismos y las medidas adoptadas para su clasificación en la ejecución **del TRABAJO DE FIN DE GRADO de RENOVACIÓN Y AMPLIACIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SANTA POLA, provincia de Alicante.**

### Capítulo 5.2. Legislación y Normativa

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, publicado en el BOE nº 38 de 13 de febrero de 2008.
- Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana, DOGV nº 3898 de 15 de diciembre de 2000.
- Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno o con fines de construcción.
- Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos.

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, publicado en el BOE nº 25 de 29 de enero de 2002.

146

### Capítulo 5.3. Identificación de los residuos

#### Capítulo 5.3.1. Residuos generados en el soterramiento LAMT

Los residuos generados serán del NIVEL II (residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios):

CÓDIGO Según Orden MAM/304/20002	DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (Tn)	Metros Cúbicos (m <sup>3</sup> )
<i>17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos</i>			
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	1,12	0,56
<i>17 05 Tierra (incluida la excavación en zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.</i>			
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	7,56	5,04
<b>TOTAL</b>		<b>8,68</b>	<b>5,60</b>

### Capítulo 5.3.2. Residuos generados en la LSMT entre CT'S

Los residuos generados serán del NIVEL II (residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios):

CÓDIGO Según Orden MAM/304/20002	DENOMINACIÓN residuo	Toneladas (Tn)	Metros Cúbicos (m <sup>3</sup> )
<i>17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos</i>			
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	51,76	25,88
<i>17 05 Tierra (incluida la excavación en zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.</i>			
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	299,22	199,48
<b>TOTAL</b>		<b>350,98</b>	<b>225,36</b>

### Capítulo 5.3.3. Residuos generados en el desmantelamiento de la LAMT

Los residuos generados serán del NIVEL II (residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios):

CÓDIGO Según Orden MAM/304/20002	DENOMINACIÓN residuo
<i>16. Metales férricos</i>	
17 01 07	Metales férricos
<i>17. Residuos de construcción y demolición</i>	
17 01 07	Mezclas, o fracciones separadas de hormigón , ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que no contienen sustancias peligrosas
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

### Capítulo 5.4. Estimación de los residuos

El volumen de tierras procedentes de excavación, se calcula en m<sup>3</sup>, siendo en su mayor parte tierra limpia y roca disgregada:

			Toneladas (Tn)	Metros Cúbicos (m <sup>3</sup> )
RCD Nivel II	ESCOMBROS	<b>TOTAL</b>	<b>359,66</b>	<b>230,96</b>

## Capítulo 5.5. Medidas para la prevención de residuos en la obra

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:
  - Cauces.
  - Vaguadas.
  - Lugares a menos de 100 m. de las riberas de los ríos.
  - Zonas próximas a bosques o áreas de arbolado.
  - 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.

## Capítulo 5.6. Medidas para la separación de residuos

Los residuos se disgregarán convenientemente antes de depositarlos en los contenedores para su traslado a vertedero.

## Capítulo 5.7. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de los residuos

Los residuos serán trasladados a vertedero autorizado.

No existen instalaciones para manejo, u otras gestiones de los residuos, puesto que serán enviadas a contenedor. En la gestión de los contenedores o sacos industriales se cumplirá las especificaciones de la Ordenanza Municipal de Limpieza del Ayuntamiento de **Santa Pola**. Los residuos derivados de la ejecución del proyecto serán depositados en vertedero autorizado por la Comunidad Valenciana.

El promotor y titular de la instalación proyectada declara que conoce que está en la obligación de guardar los justificantes que acrediten los depósitos efectuados, y ponerlos a disposición de los servicios municipales en cuanto sea requerido para ello, y que el incumplimiento del depósito de los residuos (RCD) en lugares no autorizados dará lugar a la apertura del correspondiente expediente sancionador conforme a la Ley reseñada y demás disposiciones de aplicación.

## Capítulo 5.7. Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos

Concepto	Precio	Volumen m <sup>3</sup>	Presupuesto
Retirada tierras a vertedero	28,25 €/m <sup>3</sup>	230,96	6.524,62 €
<b>Total</b>			<b>6.524,62 €</b>

## Capítulo 6. Pliego de condiciones técnicas

### Capítulo 6.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

### Capítulo 6.2. Campo de aplicación

Este pliego de condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 66kV, así como centros de transformación. Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### Capítulo 6.3. Organización del trabajo

El contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de la Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### Capítulo 6.3.1. Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Por otra parte, en un plazo máximo de quince días, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando dos expedientes completos al Director de Obra. Las mejoras y variaciones del proyecto solo pueden ser aprobadas y por escrito por el Director de Obra.

149

#### Capítulo 6.3.2. Replanteo de la obra

El Director de Obra deberá hacer el replanteo de las mismas, entregando al Contratista, que correrá con los gastos del mismo, las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las obras. Se levantará por duplicado Acta de los datos entregados.

#### Capítulo 6.3.3. Recepción del material

El material suministrado deberá ser aprobado por el Director de Obra, siendo su vigilancia y conservación cuenta del Contratista.

#### Capítulo 6.3.4. Organización

El Contratista actuará de patrono legal, corriendo con la organización de la obra, de cuyos planes deberá informar al Director de Obra. En obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria de cuantos gastos haya de efectuar.

#### Capítulo 6.3.5. Ejecución de obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

#### Capítulo 6.3.6. Subcontratación de obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario, el adjudicatario podrá concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, dando conocimiento por escrito al Director de Obra y no excediendo el coste del 50% del presupuesto de la obra principal.

#### Capítulo 6.3.7. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución empezaran a contar a partir de la fecha de replanteo, estando el contratista obligado a cumplir con los plazos señalados en el contrato. El director de Obra podrá conceder la prórroga estrictamente necesaria cuando las circunstancias así lo requieran.

#### Capítulo 6.3.8. Recepción provisional

Se hará a los quince días siguientes a la petición del Contratista requiriendo la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta de conformidad, si este es el caso, comenzando a contar el plazo de garantía. Si no se hallase la obra en estado de ser recibida, se hará constar en el Acta, fijando al Contratista un plazo de ejecución para remediar los defectos observados, al final del cual se hará un nuevo reconocimiento. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### Capítulo 6.3.9. Periodo de garantía

Será el señalado en el contrato. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la obra.

#### Capítulo 6.3.10. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía o, en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y el representante del contratista, levantándose el Acta correspondiente por duplicado.

#### Capítulo 6.3.11. Pago de obras

Se hará sobre certificaciones parciales, expedidas por el Director de Obra, que se practicarán mensualmente, las cuales contendrán unidades de obra totalmente terminadas y ejecutadas en el plazo referido. La relación valorada que figure se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación. Estas certificaciones son rectificables por la liquidación definitiva o por Certificaciones posteriores.

#### Capítulo 6.3.12. Abono de los materiales acopiados

Se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación, cuando no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren a juicio del Director de Obra, quien lo reflejará en el acta de recepción de Obra. La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes.

#### Capítulo 6.3.13. Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo proyecto incluya el presente Pliego de condiciones generales, supone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

## Capítulo 6.4. Calidad de los materiales

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el ITC-RAT 13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### Capítulo 6.4.1. Transformadores de potencia

El transformador instalado en este centro de entrega de energía será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Este transformador se instalará, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de entrega de energía, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

El transformador, para mejor ventilación, estará situado en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

151

### Capítulo 6.4.2. Equipos de medida

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que esta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

### Capítulo 6.4.3. Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si los hubiere. A continuación, se conectará la aparatada de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

### Capítulo 6.4.4. Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.



### Capítulo 6.4.5. Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

### Capítulo 6.5. Pliego de condiciones particulares

#### Capítulo 6.5.1. Características de los materiales

Las características de todos los materiales empleados en la realización de la obra, estarán de acuerdo con las Normas de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (N.I.).

#### Capítulo 6.5.2. Ejecución de las instalaciones proyectadas

Las condiciones para la realización de la obra estarán de acuerdo con los Manuales Técnicos (M.T.).

### Capítulo 6.6. Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplirán las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### Capítulo 6.7. Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en la ITC-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

### Capítulo 6.8. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de almacenamiento, guantes, etc. y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

### Capítulo 6.9. Certificados y Documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos competentes, la documentación indicada a continuación:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Certificado de Decreto 88/2005 de 29 de abril, emitido por Organismo de Control Autorizado (OCA) para permiso de explotación de la Instalación, una vez se apruebe la instalación.

### Capítulo 6.10. Libro de Órdenes

Se dispondrá, durante la obra, de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la misma, incluyendo cada visita, revisión, etc.



## Capítulo 7. Ilustraciones

Ilustración 1: Apoyo a sustituir elegido para el desmantelamiento .....	7
Ilustración 2: Apoyo a sustituir elegido para el soterramiento .....	7
Ilustración 3: CTCS Ormazabal.....	8
Ilustración 4: Constitución de cable, según NI 56.43.01.....	16
Ilustración 5: Características MARCO – TAPA DE FUNDICIÓN (M2-T2), según MT 2.03.21....	18
Ilustración 6: Crucetas y semicrucetas rectas sin tirantes. Modelos de arriostramientos para las RC1-S, RC2-S, según NI 52.31.02. ....	22
Ilustración 7: Aisladores para avifauna. Diferentes modelos, según NI 2.22.01.....	23
Ilustración 8: apoyos de perfiles metálicos, según NI 52.10.01 .....	24
Ilustración 9: Montaje de forros sobre cadenas de amarre, según NI 52.10.01. ....	25
Ilustración 10: Forro para conectores por cuña a presión FOCP, según MT 2.22.01.....	25
Ilustración 11: Constitución de cable, según NI 56.43.01. ....	28
Ilustración 12: Características MARCO – TAPA DE FUNDICIÓN (M2-T2), según MT 2.03.21..	30
Ilustración 13: Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada Uca en función de la duración de la corriente de falta, según MT 2.23.35. ....	58



## Capítulo 8. Tablas

Tabla 1: Paralelismos con organismos afectados en el soterramiento .....	15
Tabla 2: Características HEPRZ, según MT 2.33.51. ....	16
Tabla 3: Características del conductor aéreo LA-56.....	19
Tabla 4: Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm <sup>2</sup> , de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV, según MT 2.33.51.....	21
Tabla 5: Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA, según MT 2.33.51. ....	21
Tabla 6: Crucetas y semicrucetas rectas normalizadas para apoyos de perfiles metálicos de celosía, según NI 52.31.02. ....	22
Tabla 7: Resumen de características del apoyo proyectado. ....	23
Tabla 8: Aisladores para avifauna. Diferentes modelos, según NI 2.22.01.....	23
Tabla 9: Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos, según NI 52.10.01. ....	24
Tabla 10: Resumen de características de puesta a tierra en el apoyo proyectado. ....	25
Tabla 11: Cruzamientos con organismos afectados en la línea subterránea de media tensión proyectada. ....	27
Tabla 12: Paralelismos con organismos afectados en la línea subterránea de media tensión proyectada. ....	27
Tabla 13: Características HEPRZ, según MT 2.33.51.....	28
Tabla 14: Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm <sup>2</sup> , de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV, según MT 2.33.51.....	31
Tabla 15: Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA, según MT 2.33.51. ....	31
Tabla 16: Especificaciones del cuadro de baja tensión en CTCS. ....	40
Tabla 17: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40. ....	40
Tabla 18: Número de cables en la interconexión Transformador- Cuadro de Baja tensión. ....	41
Tabla 19: Nivel de pérdidas y potencia acústica, según NI 72.30.00.....	43
Tabla 20: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40. ....	49
Tabla 21: Número de cables en la interconexión Transformador- Cuadro de Baja tensión. ....	49
Tabla 22: Datos de pérdidas caloríficas y nivel de potencia acústica. ....	51
Tabla 23: Resumen especificaciones electrodo puesta a tierra apoyo proyectado. ....	56
Tabla 24: Coeficiente de resistencia de puesta a tierra Kr, para cada tipo de electrodo utilizado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, según MT 2.23.35. ....	57
Tabla 25: Coeficiente de tensión de contacto Kc, para cada tipo de electrodo utilizado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, según MT 2.23.35.....	57
Tabla 26: Coeficiente de tensión de paso Kp, para cada tipo de electrodo utilizado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado, con los dos pies en el terreno, según MT 2.23.35. ....	60
Tabla 27: Factores de corrección por distancia entre ternas, según MT 2.31.01.....	62
Tabla 28: Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m, según MT 2.31.01.....	62
Tabla 29: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40. ....	66
Tabla 30: Datos de pérdidas caloríficas y nivel de potencia acústica. ....	75
Tabla 31: Fusibles limitadores para centros de transformación de i-DE, según MT 2.13.40. ....	77
Tabla 32: Datos de pérdidas caloríficas y nivel de potencia acústica. ....	83

Autor: Álvaro Padilla Reverte  
Director: Miguel López García



## Capítulo 9. Fichas Técnicas



# VULPREN® Class

HEPRZ1 AL

12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV



class  
VULPREN

## NORMAS

### CONSTRUCCIÓN

IBERDROLA NI 56.43.01  
UNE-HD 620-9E

### REACCIÓN AL FUEGO

UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1  
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2

## CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000014  
Clase F<sub>ca</sub>

## CONSTRUCCIÓN

### 1. CONDUCTOR

Aluminio de clase 2 según UNE-EN 60228.

### 2. PANTALLA SOBRE CONDUCTOR

Semiconductor extruido.

### 3. AISLAMIENTO

Etileno-propileno de alto módulo  
105 °C (HEPR).

### 4. PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO

Semiconductor extruido separable en frío.

### 5. PANTALLA METÁLICA

Hilos de cobre con cinta a contraespira.

### 6. CUBIERTA EXTERNA

Poliolefina tipo DMZ1.  
Se puede fabricar con clase E<sub>ca</sub>  
bajo demanda (cubierta DMZ2).  
Color rojo.

## APLICACIONES

Puede instalarse al aire, en bandejas  
o enterrado directamente o bajo tubo.

Cubierta resistente  
a la abrasión y al desgarró.

Fácil deslizamiento.

Libre de halógenos.

Resistencia a los rayos UVA  
(HD 605 S3 y UNE 211605).

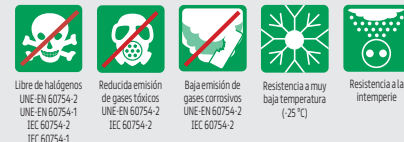
Temperatura máxima del conductor: 105°C.  
Temperatura ambiente mínima de servicio:  
-25 °C.

## CERTIFICACIONES

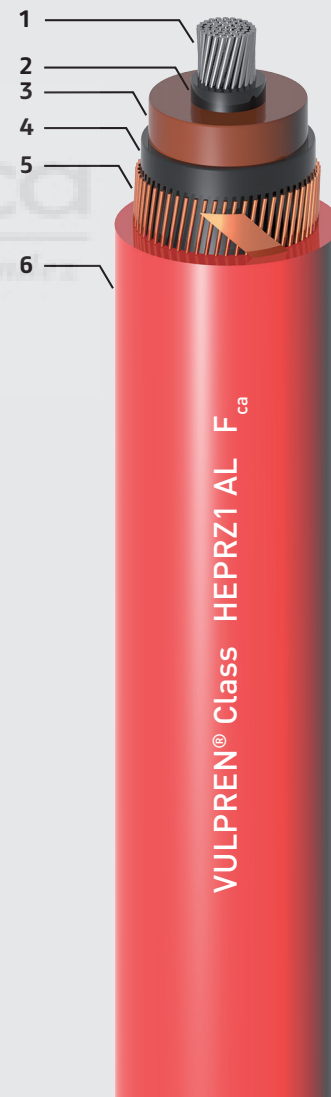


## NORMALIZADO POR

IBERDROLA



Resistencia a las radiaciones UV  
UNE 211605



DESCÁRGATE LA DOP  
(declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>

N° DoP 000014

General Cable

A Brand of Prysmian Group

Prysmian  
Group

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

##### 12/20 (24) kV

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm <sup>2</sup> )	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω /km)	Resistencia en corriente alterna a 105 °C (Ω /km)	Reactancia a 50 Hz (Ω /km)	Capacidad (μ F/km)
1X50/16 *	18,0	26,2	790	393	180	145	135	0,641	0,847	0,134	0,216
1X95/16	20,8	29,0	980	435	275	215	200	0,320	0,430	0,119	0,281
1X150/16 *	23,5	32,0	1205	480	360	275	255	0,206	0,277	0,112	0,329
1X240/16 *	27,6	36,1	1570	542	495	365	345	0,125	0,168	0,103	0,402
1X400/16 *	32,8	41,4	2115	621	660	470	450	0,0778	0,105	0,097	0,480
1X500/16	36,2	44,5	2625	668	775	540	515	0,0605	0,089	0,093	0,558
1X630/16 *	40,8	49,4	3075	741	905	615	590	0,0469	0,066	0,091	0,602

##### 18/30 (36) kV

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm <sup>2</sup> )	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω /km)	Resistencia en corriente alterna a 105 °C (Ω /km)	Reactancia a 50 Hz (Ω /km)	Capacidad (μ F/km)
1X50/16 *	25,0	33,0	1205	495	180	145	135	0,641	0,847	0,155	0,147
1X95/16	25,6	33,9	1323	509	275	215	200	0,320	0,430	0,128	0,202
1X150/25 *	27,2	36,6	1520	549	360	275	255	0,206	0,277	0,120	0,247
1X240/25 *	31,4	40,6	1905	609	495	365	345	0,125	0,168	0,110	0,299
1X400/25 *	36,4	45,7	2480	686	660	470	450	0,0778	0,105	0,103	0,360
1X500/16	40,0	49,4	3000	741	775	540	515	0,0605	0,089	0,099	0,400
1X630/16 *	44,7	54,1	3525	812	905	615	590	0,0469	0,066	0,096	0,446

\*Secciones normalizadas por Iberdrola.

(1) Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con UNE 211435 Tabla A.3.2. e ITC-LAT 06 del RLAT. Tres conductores dispuestos en trébol, al aire a 40 °C (a la sombra). Enterrados a 25 °C, 1 m de profundidad y 1,5 K.m/W.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

A continuación figuran los valores homopolares de resistencia reactancia y capacidad, útiles para cálculo de sistemas trifásicos desequilibrados.

En las tablas anteriores figuran los valores de secuencia directa e inversa, que son coincidentes entre sí.

#### 12/20 (24) kV

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm <sup>2</sup> )	Resistencia homopolar R <sub>o</sub> (Ω/km)	Reactancia homopolar X <sub>o</sub> (Ω/km)	Capacidad homopolar C <sub>o</sub> (μF/km)
1X50/16 *	1,484	0,517	0,216
1X95/16	1,159	0,506	0,281
1X150/16 *	1,041	0,501	0,329
1X240/16 *	0,955	0,496	0,402
1X400/16 *	0,902	0,494	0,480
1X500/16	0,882	0,493	0,538
1X630/16 *	0,864	0,492	0,602

#### 18/30 (36) kV

Sección conductor Al / pantalla Cu (mm <sup>2</sup> )	Resistencia homopolar R <sub>o</sub> (Ω/km)	Reactancia homopolar X <sub>o</sub> (Ω/km)	Capacidad homopolar C <sub>o</sub> (μF/km)
1X50/16 *	1,475	0,54	0,147
1X95/16	1,153	0,521	0,202
1X150/25 *	0,822	0,278	0,247
1X240/25 *	0,740	0,271	0,299
1X400/25 *	0,691	0,267	0,360
1X500/16	0,672	0,265	0,400
1X630/16 *	0,658	0,264	0,446

Valores homopolares ■





Centros de Transformación MT/BT para  
Soluciones de Redes de Distribución

## miniblok

Centro de transformación  
prefabricado compacto de superficie

Hasta 24 kV, 630 kVA

Norma IEC 62271-202

Reliable innovation. Personal solutions.

## Prólogo

En 1998 **Ormazabal** presentó su gama de centros de transformación prefabricados compactos, tanto de instalación en superficie, **miniblok**, como subterránea, **minisub**, caracterizados por estar equipados con un conjunto eléctrico compacto **mb**.

Desde entonces los centros de transformación prefabricados compactos han evolucionado con mayores prestaciones, adaptándose a las necesidades de la red de distribución en media tensión.

**miniblok** es un **Centro de Transformación Prefabricado Compacto**, tipo kiosco, de instalación en superficie y maniobra exterior de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto tipo agrupado (G) de media tensión **mb** de **Ormazabal**, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 24 kV.

Los centros de transformación prefabricados **miniblok** se usan en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) distribución pública, usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industrial, terciario y vehículo eléctrico) y energías renovables (parques eólicos, plantas fotovoltaicas, almacenamiento de energía, etc).

Su cuidado diseño exterior y las reducidas dimensiones minimizan su impacto visual, siendo indicado su uso cuando el espacio disponible es limitado tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

Estos Centros de Transformación ofrecen como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

En la actualidad más de 4500 **miniblok** han sido instalados en todo el mundo.

## Seguridad

- » Elevada seguridad para las personas frente a contactos directos accidentales, tensiones de paso y de contacto
- » Superficie de trabajo equipotencial
- » Acceso frontal ergonómico a todas las funcionalidades. Sin acceso a partes calientes
- » Foso de recogida de dieléctrico líquido
- » Puerta de dos hojas con fijación a 90° y 180° para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento
- » Circuitos de puesta a tierra de aluminio, incluyendo caja de interconexión tierras - neutro
- » Fácil conexión de acometida auxiliar desde grupo electrógeno y seccionamiento visible. Conexión de baja tensión protegida con grupo electrógeno conectado

## Fiabilidad

- » Montaje y equipamiento íntegro en fábrica (incluyendo en su configuración máxima: celdas de media tensión, transformador de distribución, cuadro de baja tensión con supervisión avanzada, unidades de automatización de media tensión, telegestión y comunicaciones)
- » Producto ensayado como unidad
- » Protección contra fuertes impactos externos
- » Sustitución rápida y sencilla del equipo eléctrico. Todos los elementos integrados en el equipo eléctrico
- » Carácter recuperable, tanto para instalaciones permanentes como temporales

## Eficiencia

- » Ventilación por circulación natural de aire, clase 10, a través de rejillas y salida perimetral superior
- » Facilidad de transporte dadas sus dimensiones y peso reducidos
- » Entrada/salida de cables de media tensión y baja tensión a través de orificios semiperforados en la base del edificio

## Sostenibilidad

- » Reducido impacto ambiental, visual y acústico
- » Componentes normalizados y estandar: 100 % compatibles con los centros convencionales
- » Bajo riesgo de vertidos de líquido dieléctrico a la vía pública, sin agresión al entorno

## Innovación continua

- » Entrada auxiliar de acometida de baja tensión para cables provenientes de un grupo electrógeno, situada en el lateral de la envolvente
- » Gran capacidad de integración estética en el entorno
- » Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 24 kV
- » Centro preparado para redes inteligentes

## Normativa

### IEC 62271-202

Centros de transformación prefabricados

### IEC 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparata de alta tensión.

### Bajo demanda:

Normas particulares de Compañía Eléctrica.

Reglamentaciones locales vigentes.

## Datos técnicos

### miniblok

- » Solución escalable que permite incrementar funcionalidades en cualquier momento aprovechando íntegramente la inversión realizada:
- » Envoltente monobloque de hormigón (base y paredes) más cubierta amovible.
- » Conjunto eléctrico compacto agrupado **mb** compuesto por:
  - » Aparata de media tensión con aislamiento integral en gas **cmcosmos-2lp** hasta 24 kV: Esquema eléctrico (RMU) de dos posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección mediante interruptor combinado con fusibles.
  - » Unidades de automatización de media tensión, telegestión, supervisión avanzada de baja tensión y comunicaciones de **Ormazabal** integradas en equipo eléctrico sin afectar a la envolvente.
  - » Transformador de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 24 kV de 250, 400 ó 630 kVA.
  - » Cuadro de baja tensión con embarrado aislado con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro con hasta tres cables por fase para acometida de baja tensión.
  - » Interconexiones por cable de media tensión y de baja tensión.
  - » Bastidor autoportante.
  - » Conexión de circuito de puesta a tierra de aluminio.
  - » Alumbrado y servicios auxiliares.

### Características técnicas

Tensión asignada	[kV]	24
Frecuencia	[Hz]	50
Arco Interno (clase IAC)		16 kA/0,5 s
<b>Transformador de distribución</b>		
Potencia	[kVA]	250/400/630
<b>Aparata media tensión</b>		
Intensidad asignada	[A]	
En barras		400/630
En derivación		400/630 (L) 200 (P)
Intensidad de corta duración	[kA]	16/20
<b>Nivel de aislamiento</b>		
Frecuencia industrial	[kV]	50/60
Impulso tipo rayo	[kV] <sub>CRESTA</sub>	125/145
<b>Cuadro de baja tensión</b>		
Tensión asignada	[V]	440
Intensidad asignada	[A]	1000
Intensidad asignada	[A]	400
Nº salidas		4/5

- » Opcionalmente: Dispositivos antivibración y Plataforma aislante.

### Dimensiones exteriores y pesos

	miniblok	miniblok.smart
Ancho	[mm]	2100
Fondo	[mm]	2100
Alto	[mm]	2240
Alto visto	[mm]	1600
Peso*	[kg]	7400
		8000

- » (\*) Con transformador de 630 kVA y sin telemando. Para otras configuraciones y/o valores consultar a **Ormazabal**

## Diseño



- 1 Envoltente de hormigón según IEC 62271-202
- 2 Conjunto eléctrico compacto: agrupado, CEADS-G según IEC 62271-212
  - 2.1 Celdas de media tensión hasta 24 kV
  - 2.2 Transformador de distribución hasta 630 kVA
  - 2.3 Cuadro de baja tensión con embarrado aislado y supervisión avanzada de baja tensión
- 3 Unidades de automatización de media tensión, telegestión, supervisión avanzada de baja tensión y comunicaciones
- 4 Parking de cables
- 5 Acceso lateral a intercambiador de tomas de transformador de distribución
- 6 Acometida auxiliar de baja tensión
- 7 Antena de comunicaciones

