



Promotor: UTE Cidacos

Proyecto: Línea aérea y subterránea de 13,2 kV de alimentación al C.T. "ETAP Fase 2" en el término municipal de Arnedillo (La Rioja)

Dirección: Polígono 9. Parcela 806. Arnedillo. La Rioja

Fecha: Octubre 2025

Autor: Rubén Alcázar Crespo
Ingeniero Técnico Industrial nº850

ÍNDICE

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ÍNDICE | 3 |
| MEMORIA | 11 |
| 1. Antecedentes | 11 |
| 2. Objeto | 11 |
| 3. Reglamentación | 11 |
| 4. Características de la red | 12 |
| 5. Descripción de las instalaciones..... | 13 |
| 6. Línea Aérea | 13 |
| 6.1. Apoyos nº474, nº475 y nº476 | 13 |
| 6.1.1. Aisladores | 13 |
| 6.1.2. Distancias de seguridad | 14 |
| 6.1.3. Cimentaciones monobloque | 18 |
| 6.2. Línea aérea de alta tensión | 18 |
| 6.2.1. Características de la línea | 18 |
| 6.2.2. Características del conductor | 19 |
| 6.2.3. Densidad máxima de corriente admisible | 19 |
| 6.2.4. Reactancia aparente..... | 19 |
| 6.2.5. Caída de tensión..... | 20 |
| 6.3. Cálculo mecánico..... | 21 |
| 6.3.1. Cálculos mecánicos de conductores | 21 |
| 6.3.2. Cálculos mecánicos del apoyo | 25 |
| 6.3.3. Criterios de cálculo | 26 |
| 6.3.3.1. Cargas verticales..... | 26 |
| 6.3.3.2. Cargas horizontales | 26 |
| 6.3.4. Hipótesis a aplicar | 28 |
| 6.3.5. Resultados cálculos mecánicos apoyos | 32 |
| 2ª HIPOTESIS | 32 |
| 3ª HIPOTESIS | 32 |
| 4ª HIPOTESIS | 33 |
| 6.4. Coeficientes de seguridad | 33 |
| 6.5. Paralelismos y cruzamiento | 35 |
| 6.6. Avifauna..... | 35 |
| 7. Puesta a tierras apoyos | 35 |
| 7.1. Generalidades..... | 35 |
| 7.2. Electrodo de puesta a tierra | 36 |
| 7.3. Unión electrodos de puesta a tierra | 36 |

| | | |
|---------|---|----|
| 7.4. | Conexión de apoyos a tierra | 36 |
| 7.5. | Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas | 36 |
| 7.5.1. | Apoyos no frecuentados..... | 37 |
| 7.5.2. | Apoyos frecuentados con calzado | 37 |
| 7.5.3. | Apoyos frecuentados sin calzado | 38 |
| 8. | Línea subterránea | 39 |
| 8.1. | Trazado de la línea | 39 |
| 8.2. | Cable de alimentación | 39 |
| 8.2.1. | Características | 39 |
| 8.2.2. | Potencia..... | 39 |
| 8.2.3. | Puesta a tierra..... | 39 |
| 8.3. | Caída de tensión..... | 40 |
| 8.4. | Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito | 41 |
| 8.5. | Canalización..... | 42 |
| 8.5.1. | En Calzada | 42 |
| 8.5.2. | En Acera o jardín | 42 |
| 8.6. | Arquetas | 42 |
| 9. | Centro de transformación | 43 |
| 9.1. | Generalidades..... | 43 |
| 9.1.1. | Características técnicas..... | 43 |
| 9.1.2. | Celdas de alta tensión | 44 |
| 9.1.3. | Conjuntos prefabricados para centros de transformación y centros de transformación prefabricados..... | 44 |
| 9.1.4. | Ventilación | 45 |
| 9.1.5. | Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de construcción..... | 45 |
| 9.1.6. | Señalizaciones e instrucciones..... | 45 |
| 9.1.7. | Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión | 46 |
| 9.1.8. | Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión | 47 |
| 9.1.9. | Sistemas contra incendios | 47 |
| 9.1.10. | Alumbrados especiales de emergencia..... | 49 |
| 9.2. | Celdas de Alta Tensión | 49 |
| 9.2.1. | Características Generales..... | 49 |
| 9.2.2. | Celda de línea | 50 |
| 9.2.3. | Celda de Protección con Interruptor Automático | 50 |
| 9.2.4. | Celda de Medida..... | 51 |
| 9.2.5. | Seguridad en celdas | 52 |
| 9.3. | Cables utilizados para medida | 52 |
| 9.4. | Transformador..... | 56 |
| 9.5. | Interconexión celda – transformador..... | 56 |

| | |
|--|----|
| 9.5.1. Terminales..... | 57 |
| 9.6. Interconexión transformador – cuadro de baja tensión..... | 57 |
| 9.6.1. Características de los cables | 57 |
| 9.6.2. Terminales..... | 57 |
| 9.7. Red de tierras del centro de transformación | 57 |
| 9.7.1. Puesta a tierra de protección..... | 58 |
| 9.7.1.1. Elementos a conectar..... | 58 |
| 9.7.2. Puesta a tierra de protección..... | 58 |
| 9.7.2.1. Elementos a conectar..... | 58 |
| 9.7.2.2. Descripción del electrodo | 58 |
| 9.7.3. Puesta a tierra de servicio..... | 58 |
| 9.7.3.1. Elementos a conectar..... | 58 |
| 9.7.4. Tierras interiores | 59 |
| 9.8. Instalaciones secundarias..... | 59 |
| 9.8.1. Alumbrado..... | 59 |
| 9.8.2. Protección contra incendios | 59 |
| 10. Ubicación de la medida | 60 |
| 11. Relación de propietarios afectados..... | 60 |
| 12. Conclusión | 60 |
| RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS | 62 |
| ANEXO DE CÁLCULOS DEL C.T..... | 70 |
| 1. Intensidad de alta tensión | 70 |
| 2. Intensidad de baja tensión | 70 |
| 3. Cortocircuitos | 70 |
| 3.1. Observaciones..... | 70 |
| 3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito | 71 |
| 3.2.1. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión..... | 71 |
| 3.2.2. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión..... | 71 |
| 4. Dimensionado del embarrado | 71 |
| 4.1. Comprobación por densidad de corriente | 72 |
| 4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica..... | 72 |
| 4.3. Cálculo por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible..... | 73 |
| 5. Dimensionado de la ventilación del C.T..... | 73 |
| 6. Limitación del nivel de ruido del C.T..... | 77 |
| 6.1. Limitación del nivel del ruido emitido | 78 |
| 7. Limitación de campos magnéticos en C.T. | 78 |
| 7.1. Cálculo de campos magnéticos en C.T..... | 79 |
| ANEXO CÁLCULOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO | 82 |
| 1. Introducción | 82 |
| 2. Red aguas arriba | 82 |

| | |
|--|-----|
| 3. Línea subterránea de alimentación al centro de transformación | 83 |
| 4. Transformador | 83 |
| CALCULO PUESTA A TIERRA APOYOS | 87 |
| 1. Datos de la red de distribución | 87 |
| 2. Puesta a tierra para el apoyo frecuentado con calzado (nº474 y nº476) | 87 |
| 3. Puesta a tierra para apoyos no frecuentados (nº475) | 89 |
| ANEXO DE CÁLCULOS RED DE TIERRAS | 92 |
| 1. Red de tierras | 92 |
| 1.1. Resistividad del terreno | 92 |
| 1.2. Diseño preliminar de la instalación de tierra | 92 |
| 1.2.1. Tierra de Protección | 92 |
| 1.2.2. Tierra de Servicio | 93 |
| 1.3. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras | 93 |
| 1.3.1. Tierra de Protección | 93 |
| 1.3.2. Tierras de Servicio | 96 |
| 1.4. Investigación de tensiones transferibles al exterior | 99 |
| 1.5. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo | 99 |
| ESTUDIO AVIFAUNA | 101 |
| 1. Objeto | 101 |
| 2. Medidas a aplicar | 101 |
| 3. Conclusión | 102 |
| ESTUDIO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA | 104 |
| 1. Justificación legal y objetivos | 104 |
| 2. Metodología de trabajo | 105 |
| 2.1. Fase 1: Delimitación del ámbito de estudio | 105 |
| 2.2. Fase 2: Recopilación de información territorial | 105 |
| 2.3. Fase 3: Análisis de Visibilidad | 105 |
| 2.4. Fase 4: Delimitación de unidades de paisaje | 106 |
| 2.5. Fase 5: Inventario de recursos paisajísticos | 106 |
| 2.6. Fase 6: Valoración de la Integración Visual | 106 |
| 2.7. Fase 7: Valoración de la Integración Paisajística | 107 |
| 2.8. Fase 8: Medidas de Integración paisajísticas y Programa de Implementación | 107 |
| 2.9. Fase 9: Cartografía y fotografías | 107 |
| 3. Descripción y definición del alcance de la actuación | 107 |
| 3.1. Antecedentes y objeto del proyecto | 107 |
| 3.2. Emplazamiento de la instalación | 107 |
| 3.3. Descripción del trazado de la línea | 107 |
| 4. Área de estudio | 108 |
| 5. Unidades de paisaje | 110 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.1. | Unidades de paisaje en un contexto local | 111 |
| 5.2. | Valor paisajístico | 111 |
| 5.2.1. | Metodología y criterios de valoración..... | 112 |
| 5.2.2. | Fichas de Valor Paisajístico | 115 |
| 5.3. | Objetivos de calidad paisajística | 116 |
| 6. | Recursos paisajísticos | 117 |
| 7. | Valoración de la integración paisajística | 117 |
| 7.1. | Identificación de fuentes potenciales de impacto paisajístico | 117 |
| 7.2. | Caracterización de los impactos potenciales | 117 |
| 7.2.1. | Fase de construcción | 118 |
| 7.2.2. | Fase de funcionamiento..... | 118 |
| 7.3. | Valoración de la integración paisajística | 118 |
| 7.3.1. | Fase de construcción | 118 |
| 7.3.2. | Fase de funcionamiento..... | 119 |
| 8. | Valoración de la integración visual | 119 |
| 8.1. | Análisis visual | 119 |
| 8.2. | Puntos de observación y cuencas visuales..... | 120 |
| 8.2.1. | Puntos de observación estáticos | 120 |
| 8.2.2. | Corredores visuales..... | 120 |
| 8.3. | Áreas de visibilidad | 121 |
| 8.4. | Identificación de impactos visuales..... | 123 |
| 8.5. | Valoración de la integración visual..... | 123 |
| 8.5.1. | Fase de construcción | 123 |
| 8.5.2. | Fase de funcionamiento..... | 123 |
| 9. | Programa de implementación de medidas de integración paisajística | 124 |
| 9.1. | Medidas preventivas de proyecto | 124 |
| 9.1.1. | Localización de la Línea Eléctrica | 124 |
| 9.1.2. | Análisis de alternativas..... | 124 |
| 9.2. | Medidas preventivas durante la fase de construcción | 125 |
| 9.2.1. | Medidas de mitigación de la intrusión visual durante de las obras | 125 |
| 9.2.2. | Protección y conservación de la vegetación existente | 126 |
| 9.3. | Medidas correctoras..... | 126 |
| | ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD | 128 |
| 1. | Introducción y justificación técnico-jurídica | 128 |
| 2. | Legislación aplicable | 128 |
| 3. | Identificación de trabajadores expuestos en la obra | 129 |
| 4. | Descripción de las obras..... | 129 |
| 5. | Descripción por fases del proceso..... | 129 |
| 5.1. | Fase de actuaciones previas: replanteo | 129 |
| 5.2. | Fase de excavaciones..... | 130 |

| | | |
|----------------------------|--|-----|
| 5.3. | Fase de colocación de tierras | 131 |
| 5.4. | Fase de acopio y transporte de materiales | 132 |
| 5.5. | Fase de montaje de equipos y cableado | 134 |
| 5.6. | Fase de conexonado a red | 135 |
| PLIEGO DE CONDICIONES..... | | 137 |
| 1. | Definición y alcance del pliego | 137 |
| 1.1. | Objeto..... | 137 |
| 1.2. | Documentos que definen las obras | 137 |
| 1.3. | Condiciones facultativas legales..... | 137 |
| 2. | Descripción de las obras..... | 137 |
| 2.1. | Zanjas y cimientos | 137 |
| 2.2. | Obras varias..... | 138 |
| 2.3. | Obras complementarias | 138 |
| 2.4. | Obligaciones del contratista..... | 138 |
| 2.5. | Modificaciones y mejoras | 139 |
| 2.6. | Conservación de las obras..... | 139 |
| 3. | Materiales, puesta en obra y características | 139 |
| 3.1. | Normas generales | 139 |
| 3.2. | Apertura de hoyos | 140 |
| 3.3. | Material para rellenos | 140 |
| 3.4. | Agua..... | 141 |
| 3.5. | Áridos para hormigones | 141 |
| 3.6. | Hormigones | 141 |
| 3.7. | Cintas aislantes | 142 |
| 3.8. | Conductores | 142 |
| 3.9. | Canalizaciones..... | 143 |
| 3.10. | Tomas de tierra | 143 |
| 4. | Disposiciones generales..... | 143 |
| 4.1. | Replanteo de la obra..... | 143 |
| 4.2. | Prescripción complementaria | 143 |
| 4.3. | Plazo de garantía | 144 |
| 4.4. | Tolerancias de ejecución | 144 |
| 4.5. | Tolerancias de utilización | 144 |
| 4.6. | Facilidades para la inspección | 144 |
| 4.7. | Significación de los ensayos y reconocimientos durante la ejecución de las obras | 144 |
| 4.8. | Precios | 144 |
| 4.9. | Unidades omitidas..... | 145 |
| 4.10. | Gastos de replanteo, liquidación, pruebas y ensayos..... | 145 |
| 4.11. | Programa de trabajo..... | 145 |

| | | |
|-------------|----------------------------|-----|
| 4.12. | Recepción provisional..... | 146 |
| 4.13. | Recepción definitiva..... | 146 |
| PRESUPUESTO | | 148 |
| PLANOS | | 152 |

MEMORIA

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

MEMORIA

1. ANTECEDENTES

La UTE Cidacos se encuentra construyendo una Estación de Tratamiento de Agua Potable en el polígono 9 parcela 806 en el término municipal de Arnedillo (La Rioja). Para poder dotar de energía eléctrica a dicho ETAP se ha diseñado una línea mixta aéreo-subterránea de alta tensión particular de 13,2 kV que dará servicio a un centro de transformación prefabricado con un transformador de 400 kVA.

El entronque se realiza de la línea aérea existente perteneciente a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U denominada "CIR. Cidacos STR Arnedo" (antigua línea a 13,2 kV Arnedo-Plan-Cidacos deriv. A C.T. Préjano) inscrita con el AT/19.332, para ello se sustituirá el actual apoyo nº174, por un nuevo apoyo de celosía nº174, entre los apoyos existentes nº173 y nº175, el nuevo apoyo nº474 con una cruceta recta con seccionador y con un vano destensado de 21,42 metros perteneciente a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes y objeto de otro proyecto en tramitación.

La instalación objeto de este proyecto, está formada por: tres apoyos de celosía (nº474, nº475 y nº476), línea aérea de alta tensión (con cable LA-56), línea subterránea (con cable HEPR-Z1 12/20 Kv 3x1x150 mm² + H16), y centro de transformación prefabricado con un transformador de 400 kVA denominado "ETAP Fase 2" (910407304), el cual está situado en la parcela 806, del polígono 9.

2. OBJETO

El objeto de la presente memoria, en unión de los demás documentos que componen este proyecto, es el de describir las instalaciones eléctricas de alta tensión, necesarias para la instalación de las actividades, que junto con los titulares y situaciones, se detallan a continuación:

- Promotor: UTE Cidacos .
- CIF:U75937458.
- Dirección fiscal: Avda. Ensanche de Vallecas, nº44, 28051, Madrid (Madrid).
- Situación: Polígono 9, parcela 806, 26589, Arnedillo (La Rioja).

3. REGLAMENTACIÓN

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (en adelante RLAT) y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias ITC BT-01 a ITC-BT 51.(Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, así como a las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT) aprobadas por Orden de 9 de Mayo de 2014.
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

El presente proyecto recoge las características de las siguientes normas:

- UNE 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- NE-EN 62271-1 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-200: Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-201 Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 60076-1 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60228 Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60947-7-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 7-1: Equipos auxiliares. Bloques de conexión para conductores de cobre.
- UNE-EN 60060-1 Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60071-1 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas (IEC 60071-1:2006).
- UNE-EN IEC 60071-2 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-IEC/TS 60479-1 Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales. (IEC/TS 60479-1:2005 + Corrigendum 1:2006).
- UNE-EN 62271-202 Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE-EN 60439-5 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (IEC 60439-5:2006).
- UNE 20324:1993/2M: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

Asimismo se ha tenido en cuenta lo establecido en las normas UNE y normas I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.AU.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA RED

- Clase de corriente: Alternativa trifásica
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal: 13,2 kV
- Tensión más elevada para el material: 24 kV

5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

De acuerdo con las condiciones establecidas por la compañía distribuidora de energía I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U, la derivación se realizará en el nuevo apoyo n°174 de la línea aérea de Alta Tensión denominada "Cir. Cidacos STR Arnedo" con AT/19.332 mediante un vano destensado de 21,42 metros, objeto de otro proyecto en tramitación redactado por el que suscribe propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

La instalación particular comienza en el apoyo n°474, a continuación, se une este apoyo con el apoyo n°475 mediante un vano aéreo de 50,64 metros, este apoyo, a su vez se une con el apoyo n°476 mediante un vano aéreo de 43,38 metros. El conductor utilizado es LA-56, con un total de 94,02 metros. En el apoyo n°476 se realiza un conversión aéreo-subterránea, desde el que parte la línea subterránea con una longitud de 10 metros y con cable HEPR-Z1 12/20 Kv 3x1x150 mm² + H16, hasta el centro de transformación prefabricado, con un transformador de 400 kVA, denominado "ETAP Fase 2" (910407304).

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad. I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

6. LÍNEA AÉREA

6.1. Apoyos n°474, n°475 y n°476

El proyecto consta de tres apoyos, el número 474, el número 475 y el número 476. El apoyo número 474 consta de fusibles XS y acera perimetral. Por otro lado, el apoyo número 476 consta de fusibles XS y autoválvulas, y la conversión aéreo-subterránea y acera perimetral.

Los apoyos utilizados son los siguientes:

- Apoyo número 474: Apoyo de celosía, con un esfuerzo nominal de 2.000 N y una altura nominal de 12 metros. Con cruceta recta RC2-25-T.
- Apoyo número 475: Apoyo de celosía, con un esfuerzo nominal de 1.000 N y una altura nominal de 12 metros. Con cruceta recta RC2-25-T.
- Apoyo número 476: Apoyo de celosía, con un esfuerzo nominal de 2.000 N y una altura nominal de 12 metros. Con cruceta recta RC2-25-T.
-

6.1.1. Aisladores

Los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 24 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores.

Los aisladores seleccionados, cumplen las prescripciones reglamentarias dadas en la tabla 12 de la ITC-LAT 07.

| Tensión más elevada para el material U _m Kv (valor eficaz) | Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz) | Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV (valor de cresta) |
|---|---|---|
| 24 | 50 | 95 125 145 |

En la tabla 14 de la ITC-LAT 07, se indican niveles de contaminación, ejemplos de entornos típicos y líneas de fuga mínimas recomendadas, los valores de las líneas de fuga, lo son para aisladores de vidrio y porcelana, en nuestro caso por tratarse de aisladores compuestos, para determinar los aisladores en función del nivel de contaminación, se ha aplicado lo indicado en las normas UNE 21909 y UNE-EN 62217 y en la norma NI 48.08.01.

El nivel de aislamiento será para un nivel de tipo I ligero, zona montañosa y agrícola. Se emplearán aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de alta tensión, según norma NI 48.08.01, las cadenas estarán formadas por un aislador cuyas características son:

Aislador tipo U70YB30P AL (PECA-1000-A)

| | |
|--|----------------|
| ○ Tensión más elevada | 30 kV |
| ○ Material | Composite |
| ○ Carga de rotura | 70 kN |
| ○ Línea de fuga | 1020 mm |
| ○ Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto. | 110 kV eficaz. |
| ○ Tensión a impulso tipo rayo positivo, valor cresta | 215 kV |
| ○ Tensión a impulso tipo rayo negativo, valor cresta | 230 kV |

6.1.2. Distancias de seguridad

De acuerdo con la ITC-LAT 07, las separaciones entre conductores, entre éstos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de 7 metros.

Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07, la mínima distancia de los conductores en su posición de máxima flecha, a cualquier punto del terreno, es:

$$D \geq D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ metros}$$

$$D_{el} = \text{Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada} = 0,22 \text{ m}$$

Si bien en la ITC-LAT 07, se indica con un mínimo de 6 m.

Distancia entre conductores

Vano 474 y 475

De acuerdo con el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} = 0,65 \cdot \sqrt{0,70 + 0} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,73 \text{ m}$$

Siendo:

D = Separación entre conductores en metros

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 de ITC-LAT 07, en nuestro caso al ser el ángulo de oscilación de 71° 93' con lo que: K = 0,65.

$$\tan \alpha = \frac{q \cdot d}{P} = \frac{60 \cdot 0,00945}{0,185} = 3,065 \quad \alpha = 71^{\circ}93'$$

q = Presión del viento provocada por un viento de 120 Km/h, sobre conductores de diámetro igual o menor de 16mm = 60 daN/m², según la ITC LAT-07 en su apartado 5.4.1.

d = Diámetro de los conductores 0,00945 m

P = Peso conductor = 0,185 daN/m

K' = Coeficiente depende de la tensión nominal de la línea, K' = 0,75.

F = Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3.

Hipótesis más desfavorable de cálculo de la flecha máxima en nuestro caso para un vano de regulación de 51 m la hipótesis más desfavorable es por temperatura dando un valor de flecha máxima de 0,7m

L = longitud en metros de la cadena de la suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L = 0.

D_{pp} = Distancia mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2, en función de la tensión más elevada de la línea.

Vano 475 y 476

De acuerdo con el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} = 0,65 \cdot \sqrt{0,57 + 0} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,68 \text{ m}$$

Siendo:

D = Separación entre conductores en metros

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 de ITC-LAT 07, en nuestro caso al ser el ángulo de oscilación de 71° 93' con lo que: K = 0,65.

$$\tan \alpha = \frac{q \cdot d}{P} = \frac{60 \cdot 0,00945}{0,185} = 3,065 \quad \alpha = 71^{\circ}93'$$

q = Presión del viento provocada por un viento de 120 Km/h, sobre conductores de diámetro igual o menor de 16mm = 60 daN/m², según la ITC LAT-07 en su apartado 5.4.1.

d = Diámetro de los conductores 0,00945 m

P = Peso conductor = 0,185 daN/m

K' = Coeficiente depende de la tensión nominal de la línea, K' = 0,75.

F = Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3.

Hipótesis más desfavorable de cálculo de la flecha máxima en nuestro caso para un vano de regulación de 43 m la hipótesis más desfavorable es por temperatura dando un valor de flecha máxima de 0,57m

L = longitud en metros de la cadena de la suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L = 0.

D_{pp} = Distancia mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2, en función de la tensión más elevada de la línea.

Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas, Tabla 15 punto 5.2 ITC-LAT-07:

- Tensión más elevada de la red U_s : 24 kV
- D_{el} : 0,22 m
- D_{pp} : 0,25 m

Distancia mínima entre los conductores y partes de puesta a tierra

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07, esta distancia no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,20 m.

En nuestro caso; $D_{el} = 0,22$ m. Según Tabla 15 punto 5.2 ITC-LAT-07

Distancia entre conductores

| Características del armado (mm) | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------|----------------------------|
| Núm. apoyo | Func. apoyo | Tipo armado | Altura útil conductor | RC | Distancia media Geométrica |
| 474 | AN-AM | C-2000-12 | 8,2 | RC-25 | 1,25 |
| 475 | AN-AM | C-1000-12 | 8,2 | RC-25 | 1,25 |
| 476 | FL | C-2000-12 | 8,2 | RC-25 | 1,25 |

Distancia al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3, de la ITC LAT 07, queden por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)} = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ m}$$

Si bien en la ITC-LAT 07, se indica con un mínimo de 6 m.

Distancia a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada y, en el caso de igual tensión; la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será de cargo del propietario de la nueva línea de modificación de la línea ya instalada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)} = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ m}$$

Según la ITC-LAT 07, el mínimo será:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.

- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)} = 1,8 + 0,25 = 2,05 \text{ m}$$

El valor de la distancia adicional D_{add} , se obtiene de la tabla 17 de la ITC LAT-07

Distancia a bosques, árboles y masas de arbolado

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)} = 1,5 + 0,22 = 1,72 \text{ m}$$

Con un mínimo de 2 metros.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical.

Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpios de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales. Asimismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

Los pliegos de condiciones para nuevas contrataciones de mantenimiento de líneas incorporarán cláusulas relativas a las especies vegetales adecuadas, tratamiento de calles, limpieza y desherbado de los márgenes de las líneas como medida de prevención de incendios.

6.1.3. Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t \right) + F_v \cdot \left(\frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} \cdot t \right)$$

F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg

h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

t = Profundidad de la cimentación en m.

F_v = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.

h_t = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde: $M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$, $M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$

Siendo:

M₁ = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

M₂ = Momento debido a las cargas verticales.

K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm² x cm)

a = Anchura de la cimentación en metros.

p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

6.2. Línea aérea de alta tensión

6.2.1. Características de la línea

| | |
|-------------------------------------|-------------------|
| Forma de la corriente | Alterna trifásica |
| Número de circuitos (Nc) | 1 |
| Número de conductores por haz (Nh) | 1 |
| Tensión nominal entre fases (UI) | 13,2 kV |
| Frecuencia (f) | 50 Hz |
| Potencia aparente nominal (Sn) | 50 kVA |
| Factor de potencia estimado (cos φ) | 0,9 |
| Longitud total del cable (L) | 114 m |

| | |
|--------------|----------------------|
| Tensión (kv) | 13,2 |
| Conductor | LA56 (47-AL1/8-ST1A) |

| | |
|------------------|---|
| Número fases | 3 |
| Número cond/fase | 1 |

6.2.2. Características del conductor

| TIPO DE CONDUCTOR 47-AL1/8ST1A (LA 56) | |
|--|-----------|
| Sección de aluminio (mm ²) | 46,8 |
| Sección de acero (mm ²) | 7,79 |
| Sección total (mm ²) | 54,6 |
| Composición | 6 + 1 |
| Diámetro de los alambres (mm) | 3,15 |
| Diámetro aparente (mm) | 9,45 |
| Carga mínima de rotura (daN) | 1629 |
| Módulo de elasticidad (daN/mm ²) | 7900 |
| Coefficiente de dilatación lineal (°C-1) | 0.0000191 |
| Masa aproximada (kg/km) | 188,8 |
| Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km) | 0,6129 |
| Densidad de corriente (A/mm ²) | 3,651 |

6.2.3. Densidad máxima de corriente admisible

La densidad máxima de admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITC 07 del RLAT.

De la tabla 11 del indicado apartado anterior, e interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor, se tiene que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

- Sección nominal 50 mm² $\partial_{AL} = 4,00 \text{ A/mm}^2$
- Sección nominal 70 mm² $\partial_{AL} = 3,55 \text{ A/mm}^2$

INTERPOLANDO

Sección nominal (LA-56): 54,6 mm² $\partial_{AL} = 3,897 \text{ A/mm}^2$

La composición del cable, es 6 + 1, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,937, con lo que la densidad de corriente será:

$$\partial_{AL} \cdot (CR) = 3,897 \text{ A/mm}^2 \times 0,937 = 3,736 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{MAX} = \partial_{AL} \times \text{Sección nominal} = 3,736 \times 54,6 = 203,98 \text{ A}$$

6.2.4. Reactancia aparente

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente expresión:

$$X = w \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

y sustituyendo L, coeficiente de autoinducción, por la expresión:

$$L = \left[0,5 + 4,605 \cdot \log \left(\frac{D}{r} \right) \right] \cdot 10^{-4} \text{ (H/km)}$$

Sustituyendo L, en la expresión de la reactancia se obtiene::

$$X = w \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[0,5 + 4,605 \cdot \log \left(\frac{D}{r} \right) \right] \cdot 10^{-4} (\Omega/km)$$

Donde:

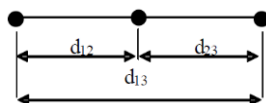
X = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.

f = Frecuencia de la red en hercios = 50.

D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

r = Radio del conductor en milímetros.

El valor D se determina a partir de las distancias entre conductores d_{12} , d_{23} y d_{13} , que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos, y cuyo esquema es:



$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

| Separación entre conductores M | Tipo de cruceta | d_{12} mm | d_{23} mm | d_{31} mm | D mm | L H/Km | X Ω /Km |
|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|------|----------|----------------|
| 1 | Recta | 1000 | 1000 | 2000 | 1260 | 0,001167 | 03667 |
| 1,25 | Recta | 1250 | 1250 | 2500 | 1575 | 0,001212 | 0,3807 |
| 1,25 | Recta | 1500 | 1500 | 3000 | 1890 | 0,001248 | 0,3921 |
| 2 | R o Bov | 2000 | 2000 | 4000 | 2520 | 0,001306 | 0,4102 |
| 1,75 | Bov-poste | 1750 | 1750 | 3456 | 2196 | 0,001278 | 0,4016 |
| 2 | Bov-poste | 2000 | 2000 | 3715 | 2459 | 0,001301 | 0,4087 |

A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos se emplea el valor medio de los cuatro mayores por ser los armados de más frecuente uso, por lo que::

$$X = 0,403 \Omega/Km$$

6.2.5. Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perdictancia) viene dada por la fórmula:

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

$$\Delta U\% = \frac{400 \cdot 0,094 \cdot (0,6619 + (0,403 \cdot 0,403))}{10 \cdot 13,2^2} = 0,01849\%$$

Donde:

ΔU = Caída de la tensión compuesta, expresada en V

I = Intensidad de la línea en A

X = Reactancia por fase en Ω/km

R = Resistencia por fase en Ω/km

$\cos\varphi$ = factor de potencia

L = Longitud de la línea en kilómetros

Potencia máxima a transportar

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{MAX} \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 13,2 \cdot 203,98 \cdot 0,9 = 4.197,16 \text{ kW}$$

Donde:

U = Tensión de la línea en kV

I_{MAX} = Intensidad máxima de la línea en A, calculada en el apartado anterior 5.4.3

$\cos\varphi$ = factor de potencia

6.3. Cálculo mecánico

6.3.1. Cálculos mecánicos de conductores

El cálculo mecánico del conductor se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores, además, el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que la tracción de trabajo de los conductores a 15°C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).
- Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición a) se puede prescindir de la consideración de la 4ª hipótesis en el cálculo de los apoyos de alineación y de ángulo, siempre que en ningún caso las líneas que se proyecten tengan apoyos de anclaje distanciados a más de 3 km. (ITC-LAT 07 apartado 3.5.3)

Al establecer la condición b) se tiene en cuenta el tense al límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo. EDS (tensión de cada día, Every Day Stress). (ITC-LAT 07 apartado 3.2.2).

Atendiendo a las condiciones anteriores establecemos para las tres zonas reglamentarias, (A, B y C) una carga mecánica del conductor a 15° C, sin sobrecarga de 225 daN, valor equivalente al 15 % de la carga de rotura. A efectos de tracción máxima se establece el valor máximo de 485 daN en zona A y 530 daN en zonas B y C con lo que se garantiza un coeficiente de seguridad 3,38 y 3,09 respectivamente.

En este proyecto se ha optado por un vano destensado por lo que a efectos de tracción máxima se establece el **valor máximo de tense de 530 daN**.

La línea está situada a una altitud entre 500 y 1000 metros sobre el nivel del mar por lo que según la ITC-LAT 07 apartado 3.1.3. se considerarán las hipótesis para Zona B.

Cálculo sobrecargas (zona B)

Peso del conductor:

Peso del conductor ($P_{\text{conductor}}$) = 188.8 kg/km; $188.8 \times (0,98/1000) = 0,185 \text{ daN/m}$.

Sobrecarga por viento (ITC LAT-07 3.1.2.1):

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, excepto en las líneas de categoría especial, donde se considerará un viento mínimo de 140 km/h (38,89 m/s) de velocidad. Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La acción del viento, en función de su velocidad V_v en km/h, da lugar a las fuerzas que a continuación se indican sobre los distintos elementos de la línea.

La presión del viento en los conductores causa fuerzas transversales a la dirección de la línea, al igual que aumenta las tensiones sobre los conductores.

Considerando los vanos adyacentes, la fuerza del viento sobre un apoyo de alineación será, para cada conductor del haz:

$$F_c = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ daN}$$

siendo:

d : diámetro del conductor, en metros.

a_1, a_2 : longitudes de los vanos adyacentes, en metros. La semisuma de a_1 y a_2 es el vano de viento o eolovano, a_v .

q : presión del viento:

$$q = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right) \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \text{ para conductores de } d \leq 16 \text{ mm}$$

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right) \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} \text{ para conductores de } d > 16 \text{ mm}$$

En nuestro caso el diámetro del conductor menor a 16 mm (9,5 mm)

Presión del viento:

$$q = 60 \cdot \left(\frac{120}{120} \right) \frac{\text{daN}}{\text{m}^2} = 60 \text{ daN/m}^2$$

Sobrecarga por viento:

$$P_v = q \cdot d \left(\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right) = 60 \cdot 0,00945 = 0,567 \text{ daN/m}$$

Sobrecarga total por viento:

$$P_v = \sqrt{(P_{\text{conductor}})^2 + (P_{\text{viento}})^2} = \sqrt{0,185^2 + 0,567^2} = 0,596 \text{ daN/m}$$

Sobrecarga por hielo (ITC LAT-07 3.1.3):

Las sobrecargas serán las siguientes:

- Zona A: No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

- Zona B: Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: $0,18 \times \sqrt{d}$ daN por metro lineal siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.
- Zona C: Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: $0,36 \times \sqrt{d}$ daN por metro lineal siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

Los valores de las sobrecargas a considerar para cada zona podrán ser aumentados, si las especificaciones particulares de las empresas distribuidoras o de transporte responsables del servicio así lo estableciesen.

Se considera sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo

Diámetro del conductor 9,5 mm

Peso del manguito de hielo

$$P_h = 0,18 \cdot \sqrt{d} \left(\frac{daN}{m} \right) = 0,18 \cdot \sqrt{9,45} = 0,553 \text{ daN/m}$$

Sobrecarga total por hielo:

$$P_{hielo} + P_{conductor} = 0,553 \text{ daN} + 0,185 \text{ daN} = \mathbf{0,738 \text{ daN/m}}$$

Cálculo tracción máxima admisible (ITC LAT-07 3.2.1)

La tracción máxima admisible de los conductores no resultara superior a la carga de rotura dividida por 3, por tratarse de conductores de alambre.

$$\text{Tracción máxima admisible del cable} = 1.629 \text{ daN} / 3 = 543 \text{ daN} > 530 \text{ daN}$$

Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible

Hipótesis por Tracción máxima de hielo

Sobrecarga por hielo a una temperatura de -15°C (225daN)

Hipótesis por Tracción máxima viento

Sobrecarga por viento a una temperatura de -10°C

Cálculo flechas máximas (ITC LAT-07 3.2.3)

De acuerdo con la clasificación de las zonas de sobrecarga definidas en el apartado 3.1.3, se determinará la flecha máxima de los conductores y cables de tierra en las hipótesis siguientes:

En zonas A, B y C:

- Hipótesis de viento.–Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según el apartado 3.1.2, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de + 15 °C.
- Hipótesis de temperatura.–Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio

de la línea. Para las líneas de categoría especial, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 85 °C para los conductores de fase ni inferior a + 50 °C para los cables de tierra. Para el resto de líneas, tanto para los conductores de fase como para los cables de tierra, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 50 °C.

- c) Hipótesis de hielo.–Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el apartado 3.1.3, a la temperatura de 0 °C.

En las líneas de categoría especial y de primera categoría, cuando por la naturaleza de los conductores y condiciones del tendido sea preciso prever un importante proceso de fluencia durante la vida de los conductores, será preciso tenerlo en cuenta en el cálculo de las flechas, justificando los datos que sirvan de base para el planteamiento de los cálculos correspondientes.

Cálculo de fenómenos vibratorios (ITC LAT-07 3.2.2)

Se recomienda que la tracción a temperatura de 15°C no supere el 15%, sino se va a realizar un estudio de amortiguamiento y no se van a instalar dispositivos de amortiguamiento.

Tensión de cada día (Sobrecarga de su propio peso a una temperatura de 15°C)

Según tabla del anexo C del MT 2.21.60 de tendido tensión máxima de **530 daN** (Vano de regulación de 110 m)

Flecha 1,77 m a 15°C

$EDS\% = (\text{tensión de cada día a } 15^{\circ}\text{C} / \text{Carga de rotura del cable}) \times 100$

$EDS\% = (158/1629) \times 100 = \mathbf{9,699\%}$

Según tabla del anexo C del MT 2.21.60 de tendido tensión máxima de **530 daN** (Vano de regulación de 120m)

Flecha 2,16 m a 15°C

$EDS\% = (\text{tensión de cada día a } 15^{\circ}\text{C} / \text{Carga de rotura del cable}) \times 100$

$EDS\% = (154/1629) \times 100 = \mathbf{9,45\%}$

6.3.2. Cálculos mecánicos del apoyo

Datos de partida:

| APOYO | | L. VANO (m) | | TENSE MAX. (kg) | | COTA DEL TERRENO (m) | ÁNGULO INT. (Cent.) | ALTURA ÚTIL (m) | ZONA | TIPO TERRENO | SEGURIDAD REFORZADA |
|-------|---------|-------------|-----------|-----------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------------|------|--------------|---------------------|
| N.º | FUNCIÓN | ANTERIOR | POSTERIOR | ANTERIOR | POSTERIOR | | | | | | |
| 474 | AN-AM | 21,42 | 50,64 | 481 | 541 | 674,59 | 157 | 9,44 | B | Normal | No |
| 475 | AN-AM | 50,64 | 43,38 | 541 | 525 | 674,00 | | 9,71 | B | Normal | No |
| 476 | FL | 43,38 | 0 | 525 | 0 | 673,23 | | 9,44 | B | Normal | No |

6.3.3. Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores.

6.3.3.1. Cargas verticales

- Carga vertical permanente (Pvp):(kg)

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right]$$

Siendo:

a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.

P_{cond}: Peso propio del conductor.

P_{cad}: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.

n: Número de conductores.

h1 y h2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).

T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- Sobrecarga por hielo (S_h):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

Ph: Sobrecarga de hielo. En zona B = 0,18. (Kg/m); en zona C = 0,36. (kg/m).

Siendo d el diámetro del conductor (mm).

6.3.3.2. Cargas horizontales

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):(kg)

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

q: Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo $q = 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2$ Kg/m² cuando

$d \leq 16\text{mm}$ y $q = 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2$ kg/m² cuando $d \geq 16\text{mm}$.

d: diámetro del conductor en mm.

- Resultante de ángulo (R_a):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- Desequilibrio de tracciones (D_t):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
Un > 66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
Un ≤ 66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
Un > 66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
Un ≤ 66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de anclaje:
Un > 66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
Un ≤ 66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:
100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.
- Rotura de conductores (R_c):
La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
Rotura de un solo conductor o cable de tierra.
Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):
El 50% en líneas de 1 o 2 conductores por fase.
El 75% en líneas de 3 conductores.
No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.
- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.
- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:
Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):
El 100% para líneas con un conductor por fase.
El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.
- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.
Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

6.3.4. Hipótesis a aplicar

Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los apoyos serán las que se especifican en las tablas adjuntas, según el punto 3.5.3 de la ICT-LAT-07.

APOYOS DE LÍNEAS SITUADAS EN ZONA B

| Tipo de apoyo | Tipo de esfuerzo | 1ª hipótesis (viento) | 2ª hipótesis | | 3ª hipótesis (Desequilibrio de tracciones) | 4ª hipótesis (Rotura de conductores) |
|---|------------------|--|--|---|--|---|
| | | | (Hielo) | (Hielo + Viento) | | |
| Suspensión de alineación o suspensión de ángulo | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: <ul style="list-style-type: none">○ Conductores y cables de tierra.○ Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: <ul style="list-style-type: none">–Conductores y cables de tierra.–Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: <ul style="list-style-type: none">–Conductores y cables de tierra.–Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | |
| | L | No aplica | | | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:

1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

| Tipo de apoyo | Tipo de esfuerzo | 1ª hipótesis (viento) | 2ª hipótesis | | 3ª hipótesis (Desequilibrio de tracciones) | 4ª hipótesis (Rotura de conductores) |
|---|------------------|--|--|--|---|---|
| | | | (Hielo) | (Hielo + Viento) | | |
| Amarre de Alineación o Suspensión de Ángulo | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: –Conductores y cables de tierra. –Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: –Conductores y cables de tierra. –Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | |
| | L | No aplica. | | | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:

1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

| Tipo de apoyo | Tipo de esfuerzo | 1ª hipótesis (viento) | 2ª hipótesis | | 3ª hipótesis (Desequilibrio de tracciones) | 4ª hipótesis (Rotura de conductores) |
|-----------------------|------------------|---|---|---|--|---|
| | | | (Hielo) | (Hielo + Viento) | | |
| Anclaje de Alineación | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | |
| Anclaje de Ángulo | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: –Conductores y cables de tierra. –Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: –Conductores y cables de tierra. –Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | |
| | L | No aplica. | | | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.) |

| Tipo de apoyo | Tipo de esfuerzo | 1ª hipótesis (viento) | 2ª hipótesis | | 3ª hipótesis (Desequilibrio de tracciones) | 4ª hipótesis (Rotura de conductores) |
|---------------|------------------|--|--|---|---|--|
| | | | (Hielo) | (Hielo + Viento) | | |
| Fin de línea | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | No aplica. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: –Conductores y cables de tierra. –Apoyo. | No aplica. | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: –Conductores y cables de tierra. –Apoyo. | | No aplica. |
| | L | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4). | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4). | | | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:

1.ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de –10°C en zona B y –15°C en zona C.

Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de –15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

6.3.5. Resultados cálculos mecánicos apoyos

1ª HIPOTESIS

| | | | | Esfuerzos verticales viento | | Esfuerzos horizontales viento | | | | |
|-----------|---------------|----------|--------|-----------------------------|------------|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|
| N.º apoyo | Función apoyo | Cruceta | Torre | Fase (kg) | Total (kg) | Fase (kg) | | Total (kg) | | Esfuerzo equivalente (kg) |
| | | | | | | Transversal | Longitudinal | Transversal | Longitudinal | |
| 474 | AN-AM | RC2-25-T | C-2000 | 18 | 53 | 361 | 39 | 1083 | 118 | 1201 |
| 475 | AN-AM | RC2-25-T | C-1000 | 32 | 95 | 67 | 13 | 200 | 39 | 239 |
| 476 | FL | RC2-25-T | C-2000 | 12 | 37 | 32 | 466 | 97 | 1398 | 1495 |

2ª HIPOTESIS

| | | | | Esfuerzos verticales hielo | | Esfuerzos horizontales hielo | | | | |
|-----------|---------------|----------|--------|----------------------------|------------|------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|
| N.º apoyo | Función apoyo | Cruceta | Torre | Fase (kg) | Total (kg) | Fase (kg) | | Total (kg) | | Esfuerzo equivalente (kg) |
| | | | | | | Transversal | Longitudinal | Transversal | Longitudinal | |
| 474 | AN-AM | RC2-25-T | C-2000 | 15 | 44 | 339 | 57 | 1016 | 170 | 1186 |
| 475 | AN-AM | RC2-25-T | C-1000 | 63 | 190 | 0 | 16 | 0 | 48 | 48 |
| 476 | FL | RC2-25-T | C-2000 | 19 | 58 | 0 | 525 | 0 | 1575 | 1575 |

3ª HIPOTESIS

| | | | | Esfuerzos verticales | | Esfuerzos horizontales | | | | |
|-----------|---------------|----------|--------|----------------------|------------|------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|
| N.º apoyo | Función apoyo | Cruceta | Torre | Fase (kg) | Total (kg) | Fase (kg) | | Total (kg) | | Esfuerzo equivalente (kg) |
| | | | | | | Transversal | Longitudinal | Transversal | Longitudinal | |
| 474 | AN-AM | RC2-25-T | C-2000 | 15 | 44 | 332 | 77 | 995 | 230 | 1225 |
| 475 | AN-AM | RC2-25-T | C-1000 | 63 | 190 | 0 | 81 | 0 | 244 | 244 |
| 476 | FL | RC2-25-T | C-2000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

4ª HIPOTESIS

| | | | | Esfuerzos verticales | | Esfuerzos horizontales | | | | | | | |
|-----------|---------------|----------|--------|----------------------|------------|------------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------------|
| N.º apoyo | Función apoyo | Cruceta | Torre | Fase (kg) | Total (kg) | Fase con rotura (kg) | | Fase sin rotura (kg) | | Total (kg) | | Esfuerzo equivalente (kg) | Momento torsor (kg*m) |
| | | | | | | Transversal | Longitudinal | Transversal | Longitudinal | Transversal | Longitudinal | | |
| 474 | AN-AM | RC2-25-T | C-2000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 475 | AN-AM | RC2-25-T | C-1000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 476 | FL | RC2-25-T | C-2000 | 19 | 58 | 0 | 0 | 0 | 525 | 0 | 1049 | 1049 | 656 |

Nota: Se ha prescindido de la consideración de la 4ª hipótesis, excepto en los apoyos final de línea, de acuerdo con lo indicado en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 07 del reglamento de líneas.

6.4. Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. En este sentido, las hipótesis se clasifican de acuerdo con el cuadro siguiente:

| Tipo de apoyo | Hipótesis Normales | Hipótesis Anormales |
|---------------|--------------------|---------------------|
| Alineación | 1ª, 2ª | 3ª, 4ª |
| Angulo | 1ª, 2ª | 3ª, 4ª |
| Anclaje | 1ª, 2ª | 3ª, 4ª |
| Fin de línea | 1ª, 2ª | 4ª |

TABLA Elementos metálicos

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a: 1,5 para las hipótesis normales, y 1,2 para las hipótesis anormales.

| Apoyo | Función apoyo | Tipo de torre | Tipo de seg. | Hipótesis 1ª (Viento 120 Km/h) | | | Hipótesis 2ª (Hielo + Viento = 60 km/h) | | | Hipótesis 3ª (Desequilibrio) | | | Hipótesis 4ª (Rotura Fase) | |
|-------|---------------|---------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|---|--------------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------------|
| | | | | Esfuerzo equiv. incidente (Kg) | Esfuerzo máximo admisible (Kg) | Coef. Seg. | Esfuerzo equiv. incidente (Kg) | Esfuerzo máximo admisible (Kg) | Coef. Seg. | Esfuerzo equiv. incidente (Kg) | Esfuerzo máximo admisible (Kg) | Coef. Seg. | Torsión compuesta (Áng y FL) | |
| | | | | | | | | | | | | | Esf.Eq. incidente (Kg) | Mom.Tor. incidente (Kg x m) |
| 474 | AN-AM | C-2000 | Normal | 1201 | 2070 | 2,59 | 1186 | 2340 | 2,96 | 1225 | 2340 | 2,86 | --- | --- |
| 475 | AN-AM | C-1000 | Normal | 239 | 1050 | 6,58 | 48 | 1215 | 37,97 | 244 | 1215 | 7,48 | --- | --- |
| 476 | FL | C-2000 | Normal | 1495 | 2070 | 2,08 | 1575 | 2340 | 2,23 | 0 | --- | --- | 1049 | 656 |

Tablas de cálculo

APOYOS

| | | | | | Características del armado (m) | Comprobación distancia entre conductores en el apoyo (m) | |
|-------|---------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|--|-------------------------------|
| APOYO | | Tipo de torre | Tipo de cruceta | Altura útil (m) | Medida de la cruceta | Distancia entre fases exigida mínima | Distancia existente Fase-fase |
| N.º | FUNCIÓN | | | | | | |
| 474 | AN-AM | C-2000-12 | RC2-25-T | 9,44 | 2,5 | 0,66 | 1,32 |
| 475 | AN-AM | C-1000-12 | RC2-25-T | 9,71 | 2,5 | 0,66 | 1,39 |
| 476 | FL | C-2000-12 | RC2-25-T | 9,44 | 2,5 | 0,6 | 1,39 |

6.5. Paralelismos y cruzamiento

En el trazado de la línea no existen paralelismos.

El cruzamiento de la línea será con una finca agrícola con arbolado de 3 metros de altura, ver planos SS01 y MT01, la altura mínima de los conductores a dichos árboles será de 5,95 metros.

Cruzamientos con arboles

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hilo según el apartado 3.2.3, de la ITC-LAT-07, queden situado por encima de cualquier punto de bosques, árboles y masas de arbolado, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + 0,22 = 1,72 \text{ metros}$$

D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para 24 kV = 0,22 m.

Con un mínimo de 2 metros según el Reglamento.

El cruzamiento existente de la línea ente los apoyos nº474, nº475 y nº476 con los árboles de la finca contará con una altura mínima de los conductores de 2 metros. Siendo la altura real sobre los árboles de 5,94 m, tal y como se aprecia en el plano MT01.

6.6. Avifauna

Considerándose las disposiciones legales que afectan a la comunidad de la Rioja sobre la avifauna.

Se tendrán en cuenta:

- Real 32/1998, de 30 de abril, por el que se establecen normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de Alta tensión, Decreto 223/2008 de 15 de febrero.
- Reglamento de Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación , Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- 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.
- Normativa particular de la empresa distribuidora.

Las medidas adoptadas se exponen en el anexo de Avifauna.

7. PUESTA A TIERRAS APOYOS

7.1. Generalidades

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

Los electrodos de puesta a tierra empleados son de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que garanticen una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables.

7.2. Electrodo de puesta a tierra

Los electrodos de puesta a tierra se dispondrán de las siguientes formas:

- a) Electrodos horizontales de puesta a tierra constituidos por cables enterrados, desnudos, de cobre de 50 mm², dispuestos en forma de bucles perimetrales.
- b) Picas de tierra verticales, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro, y de 1,5 metros de longitud, que podrán estar formadas por elementos empalmables.

7.3. Unión electrodos de puesta a tierra

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

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

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

7.4. Conexión de apoyos a tierra

Todos los apoyos de material conductor deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

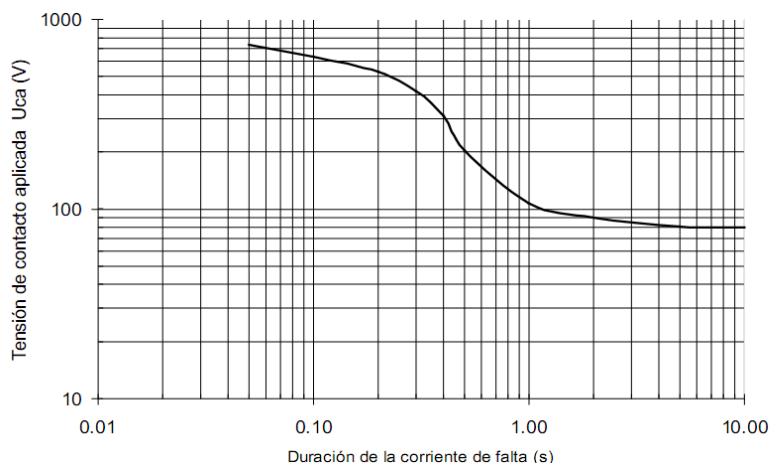
Además, todos los apoyos frecuentados, deben ponerse a tierra.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico. Los chasis de los aparatos de maniobra podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

7.5. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa. En la ITC-LAT 07 del RLAT, se establecen los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca} , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta. Estos valores se dan en la figura 1:



Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos. Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el RCE.

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

Elección del sistema de puesta a tierra y cálculo de la resistencia de tierra.

7.5.1. Apoyos no frecuentados

El electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos no frecuentados, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, proporcionará un valor de la resistencia de puesta a tierra lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. Dicho valor, será conseguido mediante la utilización de una sola pica de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrada a 0,5 m de profundidad. Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, los, se añadirán picas al electrodo enterrado, siguiendo la periferia del apoyo, hasta completar un anillo de cuatro picas.

7.5.2. Apoyos frecuentados con calzado

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 0,60 m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm² de sección, enterrado a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

7.5.3. Apoyos frecuentados sin calzado

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados sin calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm² de sección, enterrado a 1 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. (véase figura 4).

Para el caso de apoyos no frecuentados el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, que garantiza la actuación de las protecciones en un tiempo inferior a 5 segundos, para la intensidad de defecto a tierra correspondiente, en función de la tensión nominal de la red, será según la compañía suministradora de energía .

| Tensión nominal de la red Un (kV) | Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω) |
|--------------------------------------|---|
| 13,2 | 150 |
| 15 | 175 |
| 20 | 230 |

A continuación se definen, para los diferentes sistemas de puesta a tierra adoptados por la compañía suministradora en cada una de las subestaciones, los valores adoptados para la corriente máxima de defecto a tierra, empleados para la verificación de las configuraciones tipo de los sistemas de puesta a tierra descritos anteriormente.

| Tensión nominal de la red Un (kV) | Tipo de puesta a tierra | Reactancia equivalente X (Ω) LTH | Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra (A) |
|-----------------------------------|-------------------------|---|--|
| 13,2 | Rígido | 1,87 | 4500 |
| 13,2 | Reactancia 4 Ω | 4,5 | 1863 |
| 15 | Rígido | 2,1 | 4500 |
| 15 | Reactancia 4 Ω | 4,5 | 2117 |
| 20 | Reactancia 5,2 Ω | 5,7 | 2228 |
| 20 | Zig-zag 500 A | 25,4 | 500 |
| 20 | Zig-zag 1000 A | 12,7 | 1000 |

Si esto no es así, o si los tiempos obtenidos son inferiores a 0,1 s (valor límite especificado en el apartado 1.1 de la MIE-RAT 13 del RCE), y a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes se recurren al empleo de medidas adicionales, tal como establece la ITC-LAT 07 del RLAT. Estas medidas, pueden ser:

- Macizo de hormigón con mallazo unido al electrodo de puesta a tierra, de 1,2 m de ancho, perimetral con la cimentación del apoyo.
- Sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo o aislantes que impidan el contacto con las partes metálicas puestas a tierra.
- Acera de hormigón, de 1,20 m, perimetral con la cimentación del apoyo.

Con objeto de que la tensión de contacto sea cero, se considera exclusivamente el caso “a”, emplazándose una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del apoyo.

En el caso de adoptar esta medida adicional, no será necesario calcular la tensión de contacto aplicada ya que es cero, pero será necesario cumplir con los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas. Para ello deberá tomarse como referencia lo establecido en la MIERAT 13 del RCE.

Aplicando alguno de los métodos sancionados por la práctica, se determina la tensión de paso máxima que aparece en la instalación.

En este caso se determinarán dos valores de la tensión de paso:

- a. Tensión de paso máxima en las proximidades del electrodo, con los dos pies en el terreno.
- b. Tensión de paso con un pie en la acera y otro en el terreno. El valor de la tensión de paso con un pie en la acera y otro en el terreno coincide con el valor máximo de la tensión de contacto, caso de tener la persona los pies situados a 1 m de la acera perimetral.

8. LÍNEA SUBTERRÁNEA

8.1. Trazado de la línea

La línea subterránea de media tensión de 13,2 kV partirá del apoyo nº476, y transcurre en canalización entubada hasta la celda de línea del nuevo centro de transformación en proyecto. Cuenta con una longitud aproximada de 10 metros.

8.2. Cable de alimentación

8.2.1. Características

El conductor a emplear tendrá las siguientes características:

- Denominación: HEPRZ1 12/20 kV de 1x 50 mm² Al + H16.
- U₀/U:12/20 kV.
- N.º y sección de los conductores: 3x50 mm² Al.
- Aislamiento: Etileno propileno de alto modulo (HEPR)
- Imáx. Régimen permanente: 135 A
- Fabricación según UNE-HD 620-9-E (tipo 9E-1)

8.2.2. Potencia

La potencia máxima que puede transportar el cable en condiciones normales de instalación en régimen permanente será:

- En 13,2 kV => 3.086,51 kW
- En 20 kV => 4.676,54 kW

Superior a la previsión de carga prevista en condiciones normales de explotación de la línea.

8.2.3. Puesta a tierra

En los extremos de la línea se colocará un dispositivo que permita poner a tierra (seccionador de puesta a tierra) los cables, en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad.

Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas, flejes de protección mecánica y herrajes de fijación de los terminales estarán también puestos a tierra.

8.3. Caída de tensión

En el siguiente cálculo sólo se tendrán en cuenta la resistencia eléctrica y la reactancia de la línea, que toman los siguientes valores para el cable seleccionado.

- Resistencia máxima en C.A. y a 20°C : 0,641 Ω /Km (según tabla 1 del MT 2.51.01)
- Reactancia X por fase: 0,080 Ω /Km (según tabla 1 del MT 2.51.01)

Intensidad máxima a transportar es de:

$$I_{max} = S_{trafo} / (\sqrt{3} \cdot U_{nominal}) = 400.000 / (\sqrt{3} \cdot 13.200) = 17,50A$$

A dicho valor de la intensidad máxima, se le aplicarán los siguientes coeficientes de corrección, según las condiciones de instalación:

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

| Tipo de instalación | Sección del conductor mm ² | Resistividad térmica del terreno k.m/W | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|
| | | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3 |
| Cables en interior de tubos enterradas | 150 | 1,14 | 1,12 | 1,10 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,82 |

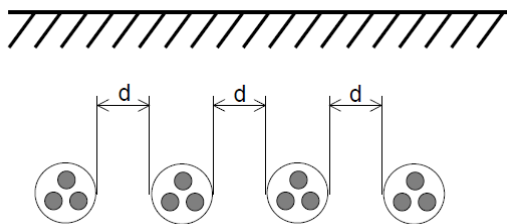
La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La siguiente tabla, muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

| Resistividad térmica del terreno (k.m/W) | Naturaleza del terreno y grado de humedad |
|--|---|
| 0,40 | Inundado |
| 0,50 | Muy húmedo |
| 0,70 | Húmedo |
| 0,85 | Poco húmedo |
| 1,00 | Seco |
| 1,20 | Arcilloso muy seco |
| 1,50 | Arenoso muy seco |
| 2,00 | De piedra arenisca |
| 2,50 | De piedra caliza |
| 3,00 | De piedra granítica |

Para el caso que nos ocupa, el terreno será húmedo, con una resistividad térmica de 0,7 k.m/W, por lo que deberemos aplicar un coeficiente de corrección de 1,14.

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

| Tipo de instalación | Separación de los ternos | Número de ternas de la zanja | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Cables bajo tubo | En contacto (d = 0) | 0,80 | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,49 |



Para el caso concreto que nos ocupa, el coeficiente a aplicar será de 0,7, ya que se trata de tres cables unipolares en la zanja que estarán en contacto.

Factor de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m.

| Profundidad (m) | Cables bajo tubo de sección | |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|
| | $\leq 185 \text{ mm}^2$ | $> 185 \text{ mm}^2$ |
| 0,80 | 1,02 | 1,03 |

Para el caso concreto que nos ocupa, el coeficiente a aplicar será de 1,02, ya que se trata de una canalización realizada a una profundidad de 0,8 m.

Teniendo en cuenta estos coeficientes, la intensidad máxima será:

$$I_{\max} = 17,50 \times 1,14 \times 0,70 \times 1,02 = 14,24 \text{ A}$$

La caída de tensión total de la línea será:

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

Dónde:

- L : Longitud de la línea en Km
- I: Intensidad en A
- R: Resistencia de la línea en Ω/Km
- X: Reactancia de la línea en Ω/Km
- $\cos \varphi$: 0.8 ; $\sin \varphi$: 0.6 .

Por lo tanto la caída de tensión es:

$$\Delta V = 0,010 \cdot 14,24 \cdot \sqrt{3} \cdot ((0,206 \cdot 0,8) + (0,075 \cdot 0,6))$$

$$\Delta V = 0,14 \text{ V}$$

$$\Delta V\% = \frac{0,14 \cdot 100}{13.200} = 0,0010\%$$

8.4. Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito

La intensidad de cortocircuito máxima proporcionada por la compañía es de 16 kA.

Teniendo en cuenta que el conductor tiene una sección de 50 mm² por tanto admite una intensidad máxima de cortocircuito de 22,25 kA durante 0,2 segundos.

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

Dónde:

K = 199 (según la tabla 26 de la ITC-LAT-06)

S = 50 mm²

Considerando $t = 0,2$ segundo, como más desfavorable, que es el tiempo de actuación de los elementos de protección, podemos afirmar que el conductor queda suficientemente protegido contra cortocircuitos.

8.5. Canalización

Los cables circulan entubados en el interior, en un plano de tres tuberías de PE de 160 mm de diámetro interior con asiento superior e inferior de hormigón H-125.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m. en acera o tierra, ni de 0,8 m. en calzada.

8.5.1. En Calzada

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,58 m, una altura mínima de zanja de 1,00 m y una altura mínima del asiento de arena de 0,28 m.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se coloca una solera de limpieza de hormigón H125 sobre la que se depositan los tubos de canalización.

A continuación, se coloca otra capa de hormigón H125 por encima de los tubos hasta la cota de 0,28 m con respecto a la parte inferior de la zanja y envolviéndolos completamente.

Por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento con hormigón H125.

Después se coloca un firme de hormigón de H125 de 0,25 m de espesor y finalmente se repone el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

La canalización puede observarse en el plano MT02.

8.5.2. En Acera o jardín

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,58 m, una altura mínima de zanja de 0,80 m y una altura mínima del asiento de arena de 0,28 m.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se coloca una solera de limpieza de hormigón H125 sobre la que se depositan los tubos de canalización.

A continuación, se coloca otra capa de hormigón H125 por encima de los tubos hasta la cota de 0,28 m con respecto a la parte inferior de la zanja y envolviéndolos completamente.

Por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento con hormigón H125.

Después se coloca un firme de hormigón de H125 de 0,10 m de espesor y finalmente se repone el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

La canalización puede observarse en el plano MT02.

8.6. Arquetas

En el diseño de las líneas de AT se ha evitado en lo posible los cambios de dirección de los tubos.

Para la alimentación al centro de transformación proyectado se realizarán cuatro arquetas simples, que se instalarán a lo largo de la canalización, una de ellas se instalará frente a la sala donde está el centro de transformación.

Las arquetas usadas podrán ser del tipo normalizada por Iberdrola. De tronco piramidal de 1x1 y acabado en superficie en una base de 0.7x 0.7. No se instalarán tapas con el logotipo de Iberdrola.

Las arquetas dispondrán en su base inferior de dos ladrillos que tienen la función de drenaje en las posibles filtraciones de agua que pudieran producirse.

9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

9.1. Generalidades

El centro de transformación proyectado, estará situado en la planta baja junto al apoyo nº477, en un local prefabricado, de dimensiones y características indicadas en el plano MT07, e irá situado como se puede ver en los planos SS01, MT02 y MT03.

Las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T. son:

9.1.1. Características técnicas

El edificio deberá disponerse de forma que quede cerrado para impedir el acceso de las personas ajenas al servicio.

El edificio tendrá entradas diferentes para personal y equipos. Cuando existan puertas destinadas al paso de equipos o piezas de grandes dimensiones, la puerta para la entrada y salida de personal podrá ser un postigo que forme parte de aquella.

Las puertas de acceso al edificio en que estén situados los equipos de alta tensión y se usen para el paso del personal de servicio o para permitir su maniobra, serán en general abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto. Las puertas tendrán un sistema de retención de forma que puedan quedar abiertas mientras exista en el interior personal de servicio. Cuando estas puertas abran sobre caminos públicos, deberán poder abatirse sobre el muro exterior de fachadas. En las instalaciones en que se deba trabajar con las puertas cerradas, estas deben disponer de un sistema que permita franquearlas fácilmente desde el interior y que dificulte el acceso desde el exterior al personal ajeno al servicio

Las puertas o salidas de los recintos donde existan instalaciones de alta tensión se dispondrán de tal forma que su acceso sea lo más corto y directo posible. Si las características geométricas de dicho recinto lo hacen necesario, se dispondrá de más de una puerta de salida. Para salidas de emergencia se admite el uso de barras de deslizamiento, escaleras de pates y otros sistemas similares, siempre que su instalación sea de tipo fijo. En los centros de transformación sin personal permanente para su servicio de maniobra no será necesario disponer de más de una puerta de salida.

En las proximidades de elementos con tensión o de máquinas en movimiento no protegidas se prohíbe el uso de pavimentos deslizantes.

No obstante lo prescrito anteriormente, se podrán utilizar escaleras fijas verticales o de gran pendiente para realizar operaciones de engrase, revisión u otros usos especiales.

Cuando en la instalación de alta tensión se trabaje con las puertas de acceso abiertas se tomarán medidas preventivas que impidan el acceso inadvertido a las personas ajenas al servicio. Cuando los accesos existentes en el pavimento, destinados a escaleras, pozos o

similares estén abiertos, deberán disponerse protecciones perimetrales señalizadas para evitar accidentes.

El acceso a las máquinas y aparatos principales deberá ser fácil y permitirá colocarlos y retirarlos sin entorpecimiento, exigiéndose la existencia de dispositivos instalados o rápidamente instalables que, en el caso de aparatos pesados, permitan su desplazamiento para su revisión, reparación o sustitución.

Los conjuntos prefabricados para centros de transformación cumplirán la norma UNE-EN 50532. Podrán instalarse en el interior de un edificio o recinto destinado a centros de transformación, o podrán suministrarse con una envolvente formando un centro de transformación prefabricado.

9.1.2. Celdas de alta tensión

Cuando se utilicen celdas prefabricadas, estas cumplirán con los requisitos establecidos en la ITC 16,17 o 18, que les sea aplicable en función de la tensión de servicio y naturaleza de la envolvente.

Cuando en instalaciones de alta tensión, se utilicen dos o más equipos ubicados en celdas de tipo abierto que contengan aceite u otro dieléctrico inflamable con capacidad superior a 50 litros, se establecerán tabiques de separación entre equipos adyacentes que contengan fluido inflamable, a fin de cortar en lo posible los efectos de la propagación de una explosión y la proyección de líquido inflamable a otros equipos. Para los tabiques de separación entre transformadores de potencia se aplicará lo establecido en el apartado 5.1.d. 4.2.3 Estos tabiques de separación deberán ser de un material con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción, y mecánicamente resistentes. Cuando tengan que servir de apoyo a los aparatos presentarán la debida solidez.

Los interruptores de aceite o de otros dieléctricos inflamables, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe localmente, dispondrán de envoltentes o tabiques de material incombustible con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción, y mecánicamente resistentes con

9.1.3. Conjuntos prefabricados para centros de transformación y centros de transformación prefabricados

Los centros de transformación prefabricados cumplirán con la norma UNE-EN62271-202. En centros de transformación subterráneos instalados en ubicaciones donde se puedan estacionar o circular vehículos la cubierta deberá soportar como mínimo una carga de 50 kN en una superficie de 600 cm².

Los componentes de un conjunto prefabricado para un centro de transformación, cumplirán el ensayo de calentamiento de sus correspondientes normas funcionando simultáneamente a sus intensidades asignadas.

Tanto en los conjuntos prefabricados para centros de transformación como en los centros de transformación prefabricados se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc.) para evitar posibles daños a las personas.

El fabricante deberá informar de las características de su producto en los catálogos e información técnica facilitada a los proyectistas y/o usuarios finales en cuanto a la intensidad de cortocircuito soportada y su duración en caso de arco interno. Por su parte el proyectista o propietario de la instalación deberá comprobar que las potencias de cortocircuito en el

lugar de la instalación y los tiempos de actuación de las protecciones son compatibles con las intensidades de defecto interno y duración que pueden soportar los equipos de acuerdo con la información facilitada por el fabricante.

Para que un conjunto prefabricado pueda ser montado en el exterior deberá haber superado previamente los ensayos de protección contra la intemperie que se indican en la norma UNE-EN 62271-1.

En los conjuntos prefabricados independientemente de su ubicación, el calentamiento máximo admisible de las partes accesibles en las zonas de maniobra respecto a la temperatura ambiente será de 40 K. 4.3.2.7 En los centros de transformación prefabricados las envolventes que tengan partes accesibles a personas ajenas al servicio, alcanzarán como máximo un calentamiento de 30 K, respecto a la temperatura ambiente.

9.1.4. Ventilación

Para conseguir una buena ventilación en las instalaciones con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas y salidas de aire adecuadas, en el caso en que se emplee ventilación natural. La ventilación podrá ser forzada, en cuyo caso la disposición de los conductos será la más conveniente según el diseño de la instalación eléctrica, y dispondrán de dispositivos de parada automática para su actuación en caso de incendio. En centros de transformación la ventilación podrá ser directa al exterior, o cuando lo permita la reglamentación específica que afecte a la compartimentación, indirecta a través de un local con ventilación al exterior.

Los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

9.1.5. Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de construcción

Las entradas de las líneas eléctricas aéreas al interior de los edificios que alojan las instalaciones eléctricas de interior se realizarán a través de aisladores pasantes dispuestos de modo que eviten la entrada de agua, o bien utilizando conductores provistos de recubrimientos aislantes.

Las conexiones de alta tensión a través de muros o tabiques en el interior de edificios únicamente podrán hacerse por orificios de las dimensiones necesarias para mantener las distancias a masa, bien por medio de aisladores pasantes, o bien utilizando conductores provistos de recubrimientos aislantes.

En el caso en que se usen conductores desnudos, será obligatorio establecer un paso franco para la posible intensidad de defecto desde el dispositivo de apoyo en el muro al sistema de tierras de protección.

9.1.6. Señalizaciones e instrucciones

Toda instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión, o cualquier otro tipo de accidente. A este fin se tendrá en cuenta:

- a) Todas las puertas que den acceso a los recintos en que se hallan aparatos de alta tensión, estarán provistas de la señal normalizada de riesgo eléctrico.
- b) Todas las máquinas y aparatos principales, celdas, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en que su identificación se pueda hacer claramente a simple vista.
- c) Deben colocarse carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características de la instalación o su equipo lo requieran.
- d) En zonas donde se prevea el transporte de máquinas o aparatos durante los trabajos de mantenimiento o montaje se colocarán letreros indicadores de gálbos y cargas máximas admisibles.
- e) En los locales principales, y especialmente en los puestos de mando y oficinas de jefes o encargados de las instalaciones, existirán esquemas de dichas instalaciones, al menos unifilares, e instrucciones generales de servicio.
- f) Las señales, placas y advertencias deben estar hechas de material duradero e insensible a la corrosión e impresas con caracteres indelebles.

9.1.7. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión

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

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Podrán utilizarse los cálculos y comprobaciones recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación proyectada se ajuste a las condiciones técnicas de cálculo previstas en el proyecto tipo.

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

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- b) La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.
- e) En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores. Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta

tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

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

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

Cuando el recinto donde se ubica la instalación de alta tensión se encuentre dentro de edificios de viviendas y no se pueda demostrar el cumplimiento de los límites mediante cálculos, se adoptarán medidas adicionales para cumplir dichos niveles. Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

9.1.9. Sistemas contra incendios

Para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

- a) La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- c) La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- d) La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- e) La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Para los edificios contemplados en el párrafo a) del apartado 2 de la Instrucción ITC-RAT 14, destinados a albergar instalaciones de categoría especial, 1ª y 2ª categoría, se aplicarán las disposiciones reguladoras de la protección contra el incendio en los establecimientos industriales, y para los del párrafo c) las del Código Técnico de la Edificación, en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y, en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

Además y con carácter general se adoptarán las medidas siguientes:

- a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.
Si se utilizan aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del aparato o transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de gujarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados, se dimensionarán para recoger la totalidad del líquido dieléctrico del equipo con mayor capacidad.

Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con punto de combustión igual o superior a 300° C será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

b) Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles. Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en b.2). Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. En caso de instalaciones ubicadas en edificios destinados a otros usos la eficacia será como mínimo 21A-113B. Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

b.2) Sistemas fijos. En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Asimismo en aquellas instalaciones con otros equipos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de en el conjunto de aparatos también deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Se dispondrá de un sistema de alarma que prevenga al personal de la actuación del sistema contra incendios, provisto de un tiempo de retardo suficiente para poder evacuar el recinto.

Si la instalación de alta tensión está integrada en un edificio de uso de pública concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio dichas potencias se reducirán a 630 kVA y 2520 kVA y los volúmenes a 400 litros y 1600 litros respectivamente. La actuación de estos sistemas fijos de extinción de incendios será solamente obligatoria en los compartimentos en los que existan aparatos con dieléctrico inflamable o combustible.

Si los transformadores o equipos utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Las instalaciones fijas de extinción de incendios podrán estar integradas en el conjunto general de protección del edificio. Deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucción de funcionamiento, pruebas y mantenimiento.

En el proyecto de la instalación se recogerán los criterios y medidas adoptadas para alcanzar la seguridad contra incendios exigida.

c) Resistencia al fuego de la envolvente.

Las instalaciones eléctricas ubicadas en el interior de locales o recintos situados en el interior de edificios destinados a otros usos constituirán un sector de incendios independiente.

d) Pantallas y sectores de incendios.

En todas las instalaciones, cuando se instalen juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

El proyecto de diseño de las instalaciones de interior de categoría especial, 1ª y 2ª categoría ubicadas en el interior de un casco urbano definirá los sectores de incendios necesarios para limitar la propagación del incendio. La sectorización

definida en el proyecto tendrá como mínimo los siguientes sectores de incendio independientes:

- Para cada transformador de potencia.
- Para todas las celdas del mismo nivel de tensión.
- Para la galería de cables en su punto de acceso a la subestación. El foso de cables situado debajo de la sala de celdas podrá ser el mismo sector de incendios que la sala de celdas.
- Para la sala de equipos (condensadores, baterías de acumuladores y servicios auxiliares, etc.).

La resistencia al fuego de cada sector será al menos de 90 minutos, excepto para los sectores de transformadores y galerías de cables que será al menos de 120 minutos.

En el caso de modificaciones de instalaciones existentes se tratará de cumplir estos requisitos en la medida de lo posible teniendo en cuenta las limitaciones físicas y de espacio de la instalación existente.

9.1.10. Alumbrados especiales de emergencia

En las instalaciones que tengan personal permanente para su servicio de maniobra, así como en aquellas otras que por su importancia lo requieran deberán disponerse los medios propios de alumbrados especiales de emergencia de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

9.2. Celdas de Alta Tensión

9.2.1. Características Generales

Las celdas estarán bajo envolvente metálica con aislamiento libre de SF₆.

Las celdas contendrán dispositivos fijos o desconectables con aparamenta con envolvente metálica, utilizando el aire como aislamiento principal junto con el corte en vacío.

Las celdas cumplirán lo especificado en la Norma ISO 14001.

| | | Tensión nominal | |
|--|-------|-----------------|-----------|
| | Ur | kV | 24 |
| Nivel de aislamiento | Ud | 50/60 Hz, 1 min | 50 |
| | | (kV rms) | 60 |
| Nivel de aislamiento | Up | 1,2/50 μ s | 125 |
| | | (kV pico) | 145 |
| Intensidad nominal | Ir | A | 400 - 630 |
| Intensidad de Dorta duración admisible | Ik/tk | kA/1 s | 12.5 |
| | | | 16 |
| | | kA/ 3s | 630 |
| | | | 20 |
| | | | 62,5 |
| Capacidad de cierre (50 Hz) | Ima | kA | 50 |
| | | | 630 |
| | | | 40 |
| | | | 31,5 |
| Unidades IM, IMC, IMB | A | | 630 |
| NSM cables , NSM barras | A | | 630 |
| QM, QMC, QMB | kA | | 20 |
| PM | kA | | 25 |
| CVM | kA | | N/D |
| CVM con fusibles | kA | | N/D |
| DMV-A, DMV-D | kA | | 630 |

| | | |
|--------|----|-----|
| DMVL-A | kA | 630 |
| DMVL-D | kA | 630 |
| DMV2 | kA | 630 |

A continuación, se relacionan el número de celdas que conforman en centro de transformación, así como el número y tipo de transformadores AT/BT.

9.2.2. Celda de línea

La celda de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en vacío, con un interruptor seccionador de 3 posiciones con entorno aire y vacío, la interrupción de vacío en derivación (SVI) se ejecuta mediante la derivación de la corriente a través del interruptor de vacío mientras la cuchilla del seccionador se abre después de que la corriente se interrumpa en las botellas de vacío.

Características eléctricas:

| | | Tensión nominal | |
|---|-------|-----------------|-----------|
| | Ur | kV | 24 |
| Nivel de aislamiento | Ud | 50/60 Hz, 1 min | 50 |
| | | (kV rms) | 60 |
| Nivel de aislamiento | Up | 1,2/50 μ s | 125 |
| | | (kV pico) | 145 |
| Intensidad nominal | Ir | A | 400 - 630 |
| Intensidad de Corta duración admisible | Ik/tk | kA/1 s | 12.5 |
| | | | 16 |
| | | kA/ 3s | 630 |
| | | | 20 |
| | | | 62,5 |
| Capacidad de cierre (50 Hz) | Ima | kA | 50 |
| | | | 40 |
| | | | 31,5 |
| | | | 400 - 630 |
| Unidades IM, IMC, IMB | A | | 630 |
| NSM cables , NSM barras | A | | 630 |
| QM, QMC, QMB | kA | | 20 |
| PM | kA | | 25 |
| CVM | kA | | N/D |
| CVM con fusibles | kA | | N/D |
| DMV-A, DMV-D | kA | | 630 |
| DMVL-A | kA | | 630 |
| DMVL-D | kA | | 630 |
| DMV2 | kA | | 630 |

Características físicas:

- Ancho: 500 mm
- Fondo: 1030 mm
- Alto: 1.600 mm

9.2.3. Celda de Protección con Interruptor Automático

El centro de transformación contará con una celda de protección, con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda de protección con interruptor automático, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con Interruptor-seccionador de tres posiciones (celda con mando AV/ AMV) y Seccionador de tres posiciones (celda con mando RAV/RAMV).

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características eléctricas:

| | | Tensión nominal | |
|---|-----------------|-----------------|-----------|
| | Ur | kV | 24 |
| Nivel de aislamiento | Ud | 50/60 Hz, 1 min | 50 |
| | | (kV rms) | 60 |
| Nivel de aislamiento | Up | 1,2/50 μ s | 125 |
| | | (kV pico) | 145 |
| Intensidad nominal | Ir | A | 400 - 630 |
| Intensidad de Dorta duración admisible | Ik/tk | kA/1 s | 12.5 |
| | | | 16 |
| | | kA/ 3s | 630 |
| | | | 20 |
| | | | 630 |
| Capacidad de cierre (50 Hz) | I _{ma} | | 62,5 |
| | | kA | 50 |
| | | | 630 |
| | | | 40 |
| | | | 630 |
| | | | 31,5 |
| | | | 400 – 630 |
| Unidades IM, IMC, IMB | A | | 630 |
| NSM cables , NSM barras | A | | 630 |
| QM, QMC, QMB | kA | | 20 |
| PM | kA | | 25 |
| CVM | kA | | N/D |
| CVM con fusibles | kA | | N/D |
| DMV-A, DMV-D | kA | | 630 |
| DMVL-A | kA | | 630 |
| DMVL-D | kA | | 630 |
| DMV2 | kA | | 630 |

Características físicas:

- Ancho: 500 mm
- Fondo: 1030 mm
- Alto: 1.600 mm

9.2.4. Celda de Medida

El centro de transformación contará con una celda de medida, con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Frecuencia asignada: 50/60 Hz
- Corriente asignada (interconexión general de embarrado y celdas): 400/630 A
- Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial: 50 kV

Características físicas:

- Ancho: 750 mm
- Fondo: 1.110 mm
- Alto: 1.600 mm

Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI
De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:
- Transformadores de tensión
 - Relación de transformación: $13.200 - 20 / \sqrt{3} - 110 / \sqrt{3} \text{ V}$
 - Sobretensión admisible: 1,9 Un durante 8 horas
 - Potencia: 10 VA
 - Clase de precisión: 0,5
- Transformadores de intensidad
 - Relación de transformación: 15 - 30/5 A
 - Intensidad térmica: 3KA (seg. 1)
 - Sobreint. admisible en permanencia: $F_s \leq 5$
 - Potencia: 10 VA
 - Clase de precisión: 0,5 S

9.2.5. Seguridad en celdas

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

9.3. Cables utilizados para medida

Serán de tipo inductivo, tres de Tensión y tres de Intensidad. Cumplirán lo prescrito en la norma UNE-EN 60044-2 (Tensión) y UNE-EN-60044-1 (Intensidad). El secundario de los

transformadores de Medida deberá estar exclusivamente dedicado a la medida destinada a la liquidación de energía y, eventualmente otros secundarios dedicados a otros fines, como protecciones, calidad de suministro etc. Cuando existan otros secundarios deberá asimismo garantizarse que se mantiene la precisión de la clase de transformación para el rango de cargas establecido.

Será obligatorio instalar, en los secundarios de los transformadores de medida dispositivos que permitan la separación, para su verificación o sustitución, de los aparatos por ellos alimentados o la inserción de otros, sin necesidad de desconectar la instalación y en el caso de los transformadores de intensidad, sin interrumpir la continuidad del circuito secundario. Estos dispositivos se ubicarán en el armario de medida.

Los transformadores de medida se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación o eventual sustitución. Los secundarios de los transformadores deberán estar conectados a tierra individualmente y a su vez a una toma de tierra general que puede ser la de herrajes de las celdas o instalación general de toma de tierra.

Para instalaciones nuevas el sistema de medida será de 4 hilos.

Podrán ser utilizados hasta el momento de su sustitución por equipo nuevo aquellos transformadores que alimenten a sistemas de medida de 3 o 4 hilos, siempre que su clase de precisión sea igual o mejor que la indicada en el cuadro siguiente.

| Tipo | Transformadores de Tensión | Transformadores de Intensidad |
|------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,5 | 0,5 |
| 2 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 |

Para instalaciones nuevas tendrán que cumplir las siguientes clases de precisión:

| Tipo | Transformadores de Tensión | Transformadores de Intensidad |
|------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,2 | 0,2 S |
| 2 | $\leq 0,5$ | $\leq 0,5$ S |
| 3 | ≤ 1 * | ≤ 1 S * |

(*) Estas clases de precisión indicadas son informativas y podrán variar en función de lo que finalmente indiquen las ITC respecto a estos puntos de medida, el día que se publiquen. los tipos 1, 2 y 3 de clientes están definidos en el punto 6.4 del MT 2.80.14.

Transformador de Tensión.

El cableado de interconexión entre los transformadores y el dispositivo de verificación instalado en el armario de medida tendrá la sección suficiente para garantizar una caída de tensión inferior al uno por mil y en ningún caso es inferior a 2,5 mm².

Para el cálculo adecuado de la sección del cableado se tiene en cuenta el número de contadores y registradores conectados en cada secundario.

Los cables que se emplearán desde el centro de transformación hasta el módulo de medida son los que se indican a continuación, teniendo en cuenta la distancia desde el centro de transformación hasta el módulo de medida que será de 160 metros, y según la norma de Iberdrola "MT 2.80.14 Edición 04 fecha: mayo, 2023"

Tabla Resumen de longitud máxima de cables entre los transformadores de tensión y el equipo de medida en función de la sección y de la carga real (medida) de los TT.

| TABLA RESUMEN (Transformadores Tensión) | | | | | | |
|---|------|---|-----|-----|-------|-------|
| Distancia (m) | | Secciones usuales en mm ² Cu | | | | |
| | | 2,5 | 6 | 10 | 16 | 25 |
| Carga real (VA) | 2,5 | 229 | 550 | 917 | 1.467 | 2.292 |
| | 5 | 115 | 275 | 458 | 734 | 1.146 |
| | 7,5 | 76 | 183 | 306 | 489 | 764 |
| | 10 | 57 | 138 | 229 | 367 | 573 |
| | 12,5 | 46 | 110 | 183 | 293 | 458 |
| | 15 | 38 | 92 | 153 | 245 | 382 |
| | 20 | 29 | 69 | 115 | 183 | 287 |
| | 25 | 23 | 55 | 92 | 147 | 229 |

La potencia del transformador de tensión es en función de la carga en VA real, según lo indicado en el párrafo siguiente.

El conjunto de la carga simultánea sobre todos los devanados de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. Nunca está por debajo del 25 % de aquella, ni el factor de potencia es inferior a 0,8, aunque para ello sea preciso intercalar cargas artificiales, resistencias de compensación para ajustar al 25% de la potencia de precisión.

La relación de transformación de los transformadores de tensión es un número entero tal, que la tensión nominal del primario está comprendida entre el 80% y el 120% de la tensión nominal del circuito de potencia primario de acuerdo con la tensión de la red.

La tensión del secundario es de 110/ V para medida. Se utiliza un segundo secundario de 110/3 V para protección contra ferro resonancia en los productores o en aquellas instalaciones que así lo requieran.

Como norma general y para $V_n \leq 36$ kV, los transformadores de tensión son de aislamiento seco a base de resinas sintéticas y cumplen las normas indicadas.

A continuación, se relacionan los casos de relación de transformación usados de acuerdo a la tensión nominal de la red.

| Tensión nominal de Red (V) | Tensión primaria del t\t. | Tensión más elevada en kV | Tensión secundaria del t\t | Potencia del t\t en VA | Clase del t\t |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------|--------------------------------|
| 11.000 | $11.000/\sqrt{3}$ | 12 | 110/ $\sqrt{3}$ (para todas las tensiones primarias) | Según la carga EM | En función del tipo de cliente |
| 13.200 | $13.200/\sqrt{3}$ | 17,5 | | | |
| 15.000 | $16.500/\sqrt{3}$ | 17,5 | | | |
| 20.000 | $22.000/\sqrt{3}$ | 24 | | | |
| 30.000 | $33.000/\sqrt{3}$ | 36 | | | |
| 45.000 | $44.000/\sqrt{3}$ | 52 | | | |
| 66.000 | $66.000/\sqrt{3}$ | 72,5 | | | |
| 132.000 | $132.000/\sqrt{3}$ | 145 | | | |
| 220.000 ^[1] | $222.000/\sqrt{3}$ | 240 | | | |
| 396.000 ^[1] | $396.000/\sqrt{3}$ | 420 | | | |

[1] relaciones informativas

Transformador de intensidad

La carga máxima del secundario dedicado a medida fiscal está comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión.

La sección del cable empleado para la interconexión entre el transformador de intensidad y el equipo de medida nunca es inferior a 2,5 mm² y su carga máxima es inferior a 4 VA o no puede superar el 100% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).

Cálculo de la longitud máxima de cables en función de la sección y la Potencia de Precisión de los TI (para una Carga Real Estimada = 100% de la P. Precisión) (P.O. en vigor).

Para los transformadores de intensidad la sección a utilizar es de 4x2,5mm² apantallado, queda justificado en la siguiente tabla extraída de la norma de Iberdrola "MT 2.80.14 Edición 02 Fecha: Febrero, 2016"

| TABLA RESUMEN (Transformadores Intensidad) | | | | | | |
|--|----|---|-----|-----|-----|-----|
| Distancia (m) | | Secciones usuales en mm ² Cu | | | | |
| | | 2,5 | 6 | 10 | 16 | 25 |
| Pot. Precisión (VA) | 10 | 28 | 68 | 114 | 182 | 284 |
| | 15 | 43 | 102 | 171 | 273 | 426 |

Las distancias indicadas se refieren a la longitud real en metros entre los transformadores de intensidad y el equipo de medida.

La relación de transformación de los transformadores de intensidad es tal que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45% (o 20% para transformadores de clase S) de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del transformador.

Para determinar la potencia de diseño de idoneidad de relación de transformación se utilizan los siguientes criterios:

- Puntos de medida de fronteras de clientes: La potencia de diseño de idoneidad de relación de transformación es la potencia contratada del cliente. En caso de varias potencias, se toma la potencia máxima contratada.
- Puntos de medida de fronteras de generación: La potencia de diseño de idoneidad de relación de transformación es la potencia aparente del grupo. La potencia de diseño de servicios auxiliares, en caso de existir, es la potencia del transformador de servicios auxiliares. En los casos de fronteras de instalaciones acogidas a las modalidades de autoconsumo, la relación de los transformadores tiene en cuenta el balance energético generador/cliente a propuesta del responsable de la medida validada por el encargado de la lectura.
- Puntos de medida de fronteras de distribución con transporte: La potencia de diseño de idoneidad de relación es la del elemento de menor potencia en el circuito en que se inserta el punto de medida. En aquellos circuitos donde existan elementos conectados en paralelo, éstos se consideran como un solo elemento cuya potencia aparente nominal sea la suma de las potencias aparentes de cada uno. Independientemente de lo anterior, en los casos que la explotación de funcionamiento de dichas fronteras así lo aconsejen pueden establecerse relaciones de transformación diferentes a propuesta del responsable del punto de medida validada por el operador del sistema.
- Puntos de medida en fronteras de distribución con distribución: La potencia de diseño de idoneidad de relación es la máxima potencia del año anterior. En los casos en que no se disponga de dicho valor, la potencia de diseño es propuesta por los distribuidores y validada por el operador del sistema.

Independientemente de lo anterior, el encargado de la lectura puede solicitar la modificación de la relación de transformación si tras el análisis de los datos de medida en cierre definitivo durante 18 meses consecutivos en un punto de medida se establece que el transformador

está midiendo fuera del rango de medida para el que ha sido diseñado para más del 20% de las medidas horarias. La modificación del transformador es por cuenta del responsable del punto de medida en los plazos establecidos en el artículo 14 del Reglamento unificado de puntos de medida.

La relación de transformación de intensidad debe ser un número entero.

Como norma general, para $V_n \leq 36$ kV, los transformadores son de aislamiento seco.

Gama de intensidades normalizadas:

Los valores de intensidad primaria nominal típicos son: 5, 10, 15, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 600, 1200 y 1500 A.

Se recomienda el uso de la doble relación de transformación en el primario por conexión serie paralelo del mismo, de cara a su validez ante posibles futuras disminuciones o aumentos de potencia.

Intensidad nominal secundaria (Is) es 5 A.

9.4. Transformador

El centro de transformación está formado por un transformador de potencia 400 kVA con tensión primaria de 13,2 kV y tensión secundaria de 420 V.

El transformador tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración mediante ester natural.

| | |
|--|--------------------------|
| Potencia [KVA] | 400 |
| Tensión nominal primaria [kV] | 13,2 |
| Regulación en el primario | + 2,5% + 5% + 7,5% + 10% |
| Tensión asignada secundaria en vacío [V] | 420 |
| Grupo de conexión | Dyn11 |
| Líquido aislante | Ester Natural |

9.5. Interconexión celda – transformador

Se empleará cable aislado de las siguientes características:

- Tipo: HEPRZ1(AS) 12/20 KV
- U_o/U : 12/20 kV .
- Sección: 50 mm².
- Cuerda: Circular aluminio.
- Imáx. régimen permanente: 200 A. (según tabla 13 ITC-LAT 06)
- N.º cables por fase: 1x50 mm² Al

Las conexiones del cable de unión celdas-transformador de potencia serán:

- En Celda: Terminales enchufables acodados de 250 A, instalación interior, 24 kV. para cable HEPRZ1 (AS) 12/20 kV. de 1x50 mm² Al, según Recomendación UNESA 5.205 A.
- En Transformador: Terminales premoldeados de instalación interior para cable HEPRZ1 12/20 kV. tipo Elastimold 24 MSC-GA + 10 TL o similar, o terminales enchufables de las siguientes características eléctricas:
 - U_n más elevada material: 24 kV.
 - Imáx de servicio: 200 A
 - Sobrecarga admisible 8 horas: 300 A.

9.5.1. Terminales

Los cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla y características eléctricas:

- Tensión asignada [kV]: 12/20 (24 kV)
- Intensidad asignada [A]: 200

Estos terminales deberán cumplir con la Norma de Iberdrola NI 56.80.02 sobre Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.

9.6. Interconexión transformador – cuadro de baja tensión

9.6.1. Características de los cables

La interconexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión se hará con cables de características:

- Tipo: Al RZ1-K.
- U_0/U : 0,6/1 kV.
- Sección: 240 mm².
- Imáx. régimen permanente: 399 A.
- N.º cables por fase: 3x240 mm² Al
- N.º de cables por neutro: 1x240 mm² Al

La denominación del cable es RZ1-K 0,6/1 KV 4x(3x240) mm²/F + 1x240 mm²/N + 1x150 mm²/TT Al

9.6.2. Terminales

Los cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos de Aluminio – Cobre del tipo TBI-M12/240 definidos en la Norma de Iberdrola NI 58.20.71 sobre Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión.

Los terminales se conectarán al cable por punzonado profundo tanto en bornas de BT del transformador como en el armario de BT.

La tornillería usada será de acero inoxidable.

9.7. Red de tierras del centro de transformación

Para el diseño de la puesta a tierra deberán cumplirse las tensiones de paso y de contacto establecidas en el Apartado 1 sobre Prescripciones generales de seguridad del ITC RAT 13 (Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión).

Según la instrucción ITC RAT 13 es posible el empleo de un electrodo único, en los centros de transformación conectados a una red general si se cumple que la alimentación en alta tensión al centro de transformación forme parte de una red de cables subterráneos con envolventes conductoras, de suficiente conductibilidad.

Para cada línea de puesta a tierra (protección y servicio) se instalará una caja de seccionamiento debidamente señalizada, salvo en caso de líneas de puesta a tierra unidas que se dispondrá una única caja de seccionamiento.

9.7.1. Puesta a tierra de protección

9.7.1.1. Elementos a conectar

A la red de tierra de protección se conectarán los elementos siguientes:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Cuba del transformador.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio del centro de maniobra.
- Envolvente metálica del cuadro.
- Celda de alta tensión (en dos puntos).
- Los blindajes metálicos de los cables.

9.7.2. Puesta a tierra de protección

9.7.2.1. Elementos a conectar

A la red de tierra de protección se conectarán los elementos siguientes:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Cuba del transformador.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio del centro de maniobra.
- Envolvente metálica del cuadro.
- Celda de alta tensión (en dos puntos).
- Los blindajes metálicos de los cables.

9.7.2.2. Descripción del electrodo

El electrodo seleccionado, **CPT-CT-A-(4,5x5,5)-8P2**, tiene una disposición rectangular con cable de cobre desnudo de sección de 50 mm² especificado en NI 54.10.01., sobre conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión.

Se emplearán picas lisas de acero-cobre recubiertas de cobre que cumplirán con la Norma de Iberdrola NI 50.26.01 sobre picas cilíndricas de acero-cobre.

El electrodo consiste en cable de cobre desnudo de sección 50 mm² enterrado a una profundidad de 0,5 m que une 8 picas de acero-cobre en disposición rectangular recubiertas de cobre, de diámetro 14 mm y longitud 2 m.

En el interior del centro de transformación y hasta la primera pica el conductor discurrirá aislado de sección de 50 mm² con tensión de aislamiento 0,6/1 kV del tipo DN-RA.

9.7.3. Puesta a tierra de servicio

9.7.3.1. Elementos a conectar

A la red de tierra de servicio se conectarán los elementos siguientes:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Limitadores, descargadores, pararrayos para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.

El electrodo seleccionado, **CPT-CTL-5P2**, consiste en cable de cobre aislado de sección 50 mm² con tensión de aislamiento 0,6/1 kV del tipo DN-RA, enterrado a una profundidad de 0,5 m que une 5 picas en disposición lineal de acero-cobre recubiertas de cobre, de diámetro 14 mm y longitud 2 m separadas entre sí 3 m. El electrodo seleccionado se ha elegido cumpliendo que la resistencia de tierra que presenta al paso de la corriente no sea superior a 20 Ω (Recomendación UNESA).

Si existen zonas de cruce del cable de la línea de puesta a tierra de servicio con el electrodo de puesta a tierra de protección, éstas deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm.

9.7.4. Tierras interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán 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 realizará con cable de 50 mm² 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 IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 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 IP54.

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

9.8. Instalaciones secundarias

9.8.1. Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al centro de transformación.

9.8.2. Protección contra incendios

De acuerdo con la instrucción MIE-RAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

10. UBICACIÓN DE LA MEDIDA

La medida se realizará en alta tensión. La ubicación del armario de medida estará situada en planta baja junto a la puerta de entrada a la ETAP, tal y como se puede observar en los planos SS01, MT01, MT03, MT04 y MT15.

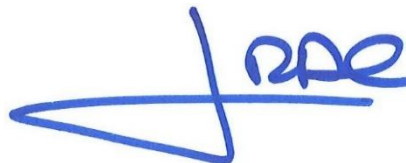
11. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS

La relación de propietarios afectados se detalla en hojas anexas.

12. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto, en unión de los demás documentos que componen este proyecto, creemos haber descrito la instalación que nos ocupa, la que sometemos a la consideración de los Organismos Competente para su aprobación.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL
C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS

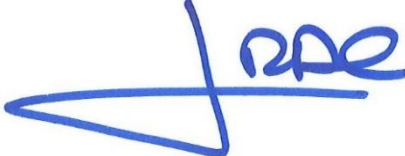
TÉRMINO MUNICIPAL: Arnedillo (La Rioja)

D. CATASTRALES

AFECCIÓN

| Finca S/P | Polígono N.º | Parcela N.º | Naturaleza | Titular | Longitud tendido (m) | Anchura conduct. (m) | Zona servidumbre vuelo (m²) | Zona corte Arbolado (m²) | N.º apoyo S/P | Ocupación apoyo (m²) (1) | Anillo sistema tierras (m) (2) |
|--|-----------------|----------------|------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|---|
| 1 | 9 | 526 | Agraria | Calvo Pérez Modesto Hdos. | 49,28 | 2,5 | 162,69 | 11,56 | 474 | 11,56 | 3,0 x 3,0 |
| 5 | 9 | 806 | Agraria | --- | 43,71 | 2,5 | 175,29 | 1 11,56 | 475 476 | 1 11,56 | 2 picas 3,0 x 3,0 |
| (1) Incluye, en su caso, la acera perimetral necesaria. (2) En los casos en que es exterior a la superficie de ocupación del apoyo. Se instalará a una profundidad entre 0,5 y 1 m. | | | | | | | | | | | |

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025





Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja

Parque de San Adrián nº 5, 1º
26071 Logroño (La Rioja)
Tfno. 941 519040
Fax 941 519041
E-mail: care@larioja.org

ACTA ADQUISICIÓN POR MUTUO ACUERDO

FINCA Nº: 1653 - 5613

Suscrita en la expropiación forzosa motivada por las obras comprendidas en el Proyecto Técnico denominado "ABASTECIMIENTO A VARIOS MUNICIPIOS DE LA RIOJA. SISTEMA CIDACOS".

DATOS DEL PROPIETARIO

NOMBRE Y APELLIDOS: CALVO PEREZ MODESTO HDOS
D.N.I.: 16373287R
DIRECCIÓN: CL STA EULALIA SOMERA
26589 - ARNEDILLO LA RIOJA

En CELAHORRA, a 02 de AGOSTO de 2024, se reúnen:

* Por El Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja, en su calidad de Perito designado por la Administración Pública expropiante D. Antonio Gurriá de la Torre.

* Por la propiedad D./DÑA. CALVO PEREZ MODESTO HDOS, como propietario/a de la finca abajo reseñada que en documentos al efecto acredita.

al objeto de formalizar un acuerdo entre las partes para la adquisición por la Administración Pública de los bienes y derechos que se detallan, conforme a la posibilidad prevista en el artículo 24 de la Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954.

DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA AFECTADA POR LA EXPROPIACIÓN

DATOS CATASTRALES

MUNICIPIO: Arnedillo
POLÍGONO: 9
PARCELA: 526

SUPERFICIES AFECTADAS (m² | ud)

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| EXPROPIACIÓN DEFINITIVA:..... | 2 |
| SERVIDUMBRE DE ACUEDUCTO:..... | - |
| SERVIDUMBRE DE LÍNEA ELECTRICA:..... | 1106 |
| OCUPACIÓN TEMPORAL:..... | - |
| ARQUETAS:..... | - |
| POZOS:..... | - |
| POSTES:..... | 1,5 (suponen 29 m²) |

Expuesto los respectivos puntos de vista de las partes comparecientes en lo relativo al valor de los bienes, se conviene libremente y por mutuo acuerdo su adquisición por la Administración Pública, en las cantidades que se señalan.

VALORACIÓN

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|------------------|--------|--------------------|--------|---|
| EXPROPIACIÓN DEFINITIVA | 2 | m ² x | 1,80 | €/m ² = | 3,60 | € |
| SERVIDUMBRE DE ACUEDUCTO | - | m ² x | | €/m ² = | | € |
| SERVIDUMBRE DE LÍNEA ELÉCTRICA | 1106 | m ² x | 0,90 | €/m ² = | 995,40 | € |
| Ocupación temporal | - | m ² x | | €/m ² = | | € |
| ARQUITECTAS | - | ud x | | €/ud = | | € |
| PLUMBER | - | ud x | | €/ud = | | € |
| PAVOS | 1,5 | ud x | 600,00 | €/ud = | 900,00 | € |

Nota: está previsto la realización de las obras sin causar daños al cultivo. En cualquier caso, en supuesto de que se dañe, se indemnizarán según los siguientes precios:

Olive almendro frutal: 100 €/ud Viña: 20 €/ud
Chopo 60 €/ud

TASACIÓN: 1.899,00 # €#

OBSERVACIONES:

Dicha indemnización comprende todos los conceptos derivados de la ocupación, servidumbre de acueducto, daño emergente, lucro cesante y cuantos derechos e intereses pudieran corresponder al titular firmante contra el Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja como consecuencia de estas Obras.

El presente acuerdo no será firme hasta tanto haya sido aprobado por la Junta de Gobierno del Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja a cuyo momento se difieren los efectos previstos en el mencionado artículo 24, quedando responsable el propietario titular por evicción y saneamiento, conforme a derecho, y siendo la adquisición por la Administración libre de cargas, a tenor de lo preceptuado por el artículo 8 de la mencionada Ley de Expropiación Forzosa.

La propiedad autoriza a la Administración expropiante a ocupar la finca objeto del presente acuerdo, que adquirirá carácter de ACTA DE OCUPACIÓN una vez se le adjunte el justificante de pago de la tasación acordada.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, se levanta la presente ACTA por triplicado ejemplar, en el lugar y fecha indicados.

EL PERITO DE LA ADMINISTRACIÓN:

Fdo: Antonio Gurriá de la Torre

POR LA PROPIEDAD

Fdo: CALVO PEREZ MODESTO PEDRA

Aprobado el presente Convenio de Mutuo Acuerdo por delegación de la Junta de Gobierno del Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja (BOR nº 135 de 11/11 2019)

En Logroño, a 6 de Septiembre de 2024
EL GERENTE DEL CONSORCIO

Fdo: Juan José G. Barrio



III. Otras disposiciones y actos

CONSORCIO DE AGUAS Y RESIDUOS DE LA RIOJA

Expediente de expropiación forzosa de los bienes y derechos afectados por la ejecución de las obras de abastecimiento a varios municipios de La Rioja, Subsistema Cidacos, y aprobación definitiva del proyecto modificado de abastecimiento a varios municipios de La Rioja, Subsistema Cidacos, en los municipios de Arnedillo, Santa Eulalia Bajera, Herce, Arnedo y Quel y las correspondientes relaciones de bienes y derechos afectados. Inicio y necesidad de ocupación

202302280097556

III.727

La Junta de Gobierno del Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja, ha adoptado con fecha 31 de enero de 2023, acuerdo en relación con el expediente de referencia, cuya parte dispositiva dice como sigue:

- Iniciar el expediente de expropiación forzosa para ocupar los bienes y adquirir los derechos que sean necesarios para ejecutar las obras comprendidas en el Proyecto de obras de abastecimiento a varios municipios de La Rioja, Subsistema Cidacos, y Proyecto modificado de abastecimiento a varios municipios de La Rioja, Subsistema Cidacos, en los municipios de Arnedillo, Santa Eulalia Bajera, Herce, Arnedo y Quel (La Rioja)
- Hacer constar que las referidas obras están incluidas en el Plan director de abastecimiento a poblaciones de la Comunidad Autónoma de La Rioja y que en el Proyecto figura una relación concreta e individualizada, con descripción de sus aspectos materiales, de los bienes cuya ocupación es necesaria para la realización de aquéllas. En consecuencia, según lo establecido en los artículos 17 y siguientes de la Ley de Expropiación Forzosa y el artículo 13.b) de la Ley Autonómica 7/2021, se entiende declarada la utilidad pública, la necesidad de ocupación de aquellos bienes y la urgencia de la expropiación.
- Aprobar la relación concreta e individualizada de los bienes cuya ocupación es necesaria para la ejecución de las obras incluidas en el Proyecto de referencia, que queda incorporada a este acuerdo como Anexo, junto con el gasto que supone el abono del justo precio e indemnizaciones que resulten de aplicación.
- Hacer pública la relación aprobada en el punto anterior, mediante su inserción en el Tablón de Anuncios del Consorcio, en el de los ayuntamientos de Alcanadre, Aldeanueva de Ebro, Alfaro, Arnedillo (Arnedillo y Santa Eulalia Somera), Arnedo, Ausejo, Autol, Bergasa, Calahorra, Corera, El Redal, El Villar de Arnedo, Galilea, Herce, Ocón (Aldealobos, Los Molinos de Ocón y Pipaona), Pradejón, Quel, Rincón de Soto, Santa Eulalia Bajera y Tudelilla y, publicación en el Boletín Oficial de La Rioja y diario La Rioja y notificar individualmente en cuanto a la parte dispositiva del presente acuerdo a cada uno de los propietarios de las fincas afectadas a los efectos previstos en el artículo 21 de la Ley de Expropiación Forzosa.
- Designar como representantes de la Administración expropiante en el expediente indistintamente a Victoria Barbi Martínez, Oscar Campo Santillán, Ángel Castillo González, Gabriela Seco Campos, María Ferreiro Sopena, Pilar Villena Cucho, Montserrat Ladrón Jiménez y Juncal Fernández Silvestre, funcionarios todos ellos de este Consorcio.
- Designar indistintamente como peritos de la Administración en el expediente a los Ingenieros Antonio Gurriá de la Torre y Roberto Lahera Sáez, en virtud de contrato de servicios suscrito con este Consorcio, y a Ángel Castillo González y Noel Bayo Melero, funcionarios ambos de este Consorcio.

El presente acuerdo pone fin a la vía administrativa y contra el mismo cabe interponer Recurso de Reposición en el plazo de un mes a contar desde el día siguiente al de su notificación ante la Junta de Gobierno del Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja de conformidad con los artículos 123 y 124 de la Ley 39/2015 de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las administraciones públicas; y 22.1 de la Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954; o directamente recurso contencioso-administrativo ante el Juzgado de igual clase de Logroño, en el plazo de dos meses también contados a partir del día siguiente al de la recepción de la presente notificación con los requisitos y en las condiciones previstas en la

Ley reguladora de dicha jurisdicción de 13 de julio de 1998, sin que puedan simultanearse ambos recursos y sin perjuicio de cuantas otras acciones estimen los interesados oportuno ejercer en defensa de sus derechos.

Logroño a 27 de febrero de 2023.- La Secretaria General, Victoria Barbi Martínez.

| N proy | Pgno | Parc | Titular | DNI | Sup exprop Def M2 | Sup Serv Acued M2 | Sup Serv Lin Ekect M2 | Sup Ocup Temp M2 |
|--------|------|------|-------------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 1034 | 9 | 498 | Manso Saenz Maria Dolores | ***7245** | 329 | - | - | - |
| 1234 | 11 | 76 | Perez Fernandez Marta Antonia | ***0805** | - | 5 | - | 44 |
| 1293a | 11 | 75 | Del Pozo Campus Guillermina | ***5483** | - | 16 | - | 144 |
| 1293b | 11 | 75 | Del Pozo Campus Irene | ***6315** | - | 16 | - | 144 |
| 1293c | 11 | 75 | Del Pozo Campus Miguel Angel | ***8791** | - | 16 | - | 144 |
| 1293d | 11 | 75 | Del Pozo Campus Roberto | ***7730** | - | 16 | - | 144 |
| 1294 | 11 | 77 | Saez De La Camara Diez S | 0 | - | - | - | 70 |
| 1328 | 9 | 499 | Montalvo Iñigo Pedro Antonio | ***5417** | 105 | - | - | - |
| 1337 | 11 | 78 | Vicuña Peña Zacarias | 0 | - | - | - | 32 |
| 1360 | 9 | 490 | Rubio Saenz Julia | ***0825** | 2 | - | - | - |
| 1371 | 11 | 53 | Villena Ruiz Sandra | ***6911** | - | 25 | - | 272 |
| 1473 | 11 | 74 | Fernandez Calvo Jose Roberto | ***9540** | - | - | - | 42 |
| 1615 | 9 | 524 | Garrido Ezquerro Jose A Hdos | ***6538** | 6 | - | - | - |
| 1643 | 9 | 522 | Garrido Ezquerro Jose A Hdos | ***6538** | 146 | - | - | - |
| 1653 | 9 | 526 | Calvo Perez Modesto Hdos | ***7328** | 2 | - | - | - |
| 1709 | 11 | 36 | Moreno Moreno Francisco Hdos | ***9059** | - | 13 | - | 79 |
| 1749 | 11 | 50 | Lopez Lazaro Ciro Hdos | ***7308** | - | 12 | - | 117 |
| 1760 | 11 | 46 | Vicuña Peña Zacarias | 0 | - | - | - | 67 |
| 1869 | 11 | 47 | Perez Latorre Felix Hdos | ***6563** | - | - | - | 20 |
| 1876 | 11 | 45 | Benito Peña Juan Hdos | ***7310** | - | - | - | 51 |
| 1877 | 11 | 44 | Garcia Lasanta Ricardo | ***7657** | - | 6 | - | 51 |
| 1884 | 11 | 40 | Martinez Calvo Mariano | ***9832** | - | - | - | 52 |
| 1926 | 11 | 33 | Iñigo Ibañez Vidal | 0 | - | 8 | - | 92 |
| 1934 | 11 | 37 | Iñigo Gil Cecilio | 0 | - | - | - | 67 |
| 1953 | 11 | 35 | Peña Garcia Cirilo | | - | - | - | 6 |
| 1988 | 11 | 34 | Iñigo Garrido Maria Teresa | ***4099** | - | 6 | - | 42 |
| 2051 | 8 | 1264 | Peña Moreno Luis | 0 | - | - | - | 15 |
| 2162 | 1 | 756 | Olalla Munilla Angela | ***6539** | - | 5 | - | 159 |
| 3250 | 7 | 845 | Garrido Calvo Luis | 0 | - | 2 | - | 27 |
| 3251 | 11 | 347 | Ayuntamiento De Arnedillo | P2601700D | - | 15 | - | 106 |
| 3252 | 11 | 344 | Simon Mata Angel | 0 | - | 10 | - | 51 |
| 3253 | 11 | 346 | Ayuntamiento De Arnedillo | P2601700D | - | - | - | 31 |
| 3254 | 11 | 339 | Saez Gonzalez Clotilde | 0 | - | - | - | 19 |
| 3255 | 11 | 320 | Ayuntamiento De Arnedillo | P2601700D | - | 24 | - | 178 |
| 3256 | 11 | 325 | Vizmanos Hernandez Vicente | 0 | - | - | - | 15 |
| 3257 | 11 | 389 | Vizmanos Calvo Angel | 0 | - | 28 | - | 181 |
| 3262 | 1 | 803 | Garcia Saenz Maria Nieves | ***9321** | - | - | - | 61 |
| 3263 | 1 | 802 | Moreno Simon Miguel Angel | ***0906** | - | - | - | 48 |
| 3264 | 1 | 801 | Sota Fuentes Trinidad | ***7321** | - | - | - | 70 |
| 3265 | 1 | 799 | Bobadilla Lopez Amparo | ***4268** | - | - | - | 166 |
| 3266 | 1 | 792 | Santolalla Peña Saturnino | 0 | - | 115 | - | 745 |
| 3267 | 1 | 768 | Peña Garcia Juan | 0 | - | - | - | 17 |
| 3268 | 1 | 767 | Tejada Peña Roberto | ***6818** | - | 16 | - | 112 |
| 3269 | 1 | 766 | Lopez Vicuña Lorenzo | 0 | - | 35 | - | 202 |
| 3270 | 1 | 771 | Lopez Marrodan Eugenio Hdos | ***7314** | - | - | - | 5 |
| 3271 | 1 | 746 | Martinez Rabanera Isabel | ***5809** | - | 18 | - | 88 |

| N proy | Pgno | Parc | Titular | DNI | Sup exprop Def M2 | Sup Serv Acued M2 | Sup Serv Lin Ekect M2 | Sup Ocup Temp M2 |
|--------|------|-------|------------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 3272 | 1 | 745 | Iñigo Moreno Pilar | ***7307** | - | - | - | 67 |
| 3273a | 1 | 744 | Iñigo Moreno Pilar | ***7307** | - | - | - | 32 |
| 3273b | 1 | 744 | Lopez Iñigo María Pilar | ***4030** | - | - | - | 32 |
| 3274 | 1 | 747 | Garcia Jimenez Avelina | 0 | 4 | 39 | - | 74 |
| 3275 | 1 | 743 | Peña Moreno Higinio | ***5809** | - | - | - | 83 |
| 3276 | 1 | 748 | Vizmanos Lopez Maria Cruz | 0 | - | 25 | - | 89 |
| 3277 | 1 | 749 | Iñigo Gil Cecilio | 0 | - | 30 | - | 196 |
| 3278 | 1 | 742 | Peral Del Pozo Maria Pilar L | ***2163** | - | - | - | 7 |
| 3279 | 1 | 750 | Peña Benito Jose | ***7315** | - | 23 | - | 134 |
| 3280a | 1 | 751 | Calvo Ezquerro Miguel | ***0375** | - | - | - | 84 |
| 3280b | 1 | 751 | Calvo Ezquerro Teodoro | ***1870** | - | - | - | 84 |
| 3280c | 1 | 751 | Hernandez Hernandez Felix | ***6964** | - | - | - | 84 |
| 3280d | 1 | 751 | Hernandez Hernandez Jose | ***7585** | - | - | - | 84 |
| 3281 | 1 | 752 | Rubio Arpon Juan | 0 | - | 27 | - | 193 |
| 3282 | 7 | 787 | Arnedo Garrido Ezequiel | 0 | - | 57 | - | 675 |
| 3283 | 7 | 798 | Calvo Perez Modesto Hdos | ***7328** | - | 20 | - | 256 |
| 3284 | 7 | 369 | Tejada Peña Luis | ***3827** | - | 15 | - | 157 |
| 3285 | 7 | 368 | Moreno Calvo Francisca | ***3523** | - | 12 | - | 139 |
| 3286 | 7 | 370 | Ayuntamiento De Arnedillo | P2601700D | - | - | - | 54 |
| 3288 | 7 | 356 | Rubio Rabanera Maria Rosario | ***8285** | - | 45 | - | 447 |
| 3289 | 7 | 357 | Rubio Rabanera Maria Rosario | ***8285** | - | - | - | 87 |
| 3290 | 7 | 844 | Calvo Herce Mario | ***2539** | - | 9 | - | 65 |
| 3291 | 7 | 843 | Ibañez Calvo Julia Hdos | ***7355** | - | 9 | - | 98 |
| 3292 | 7 | 842 | Ibañez Garrido Jacinto | | - | 12 | - | 158 |
| 3293 | 7 | 840 | Ayuntamiento De Arnedillo | P2601700D | - | - | - | 94 |
| 3294 | 2 | 677 | Ascarza Solano Rufina | 0 | - | 20 | - | 118 |
| 3295 | 2 | 60003 | Desconocido | 0 | - | 5 | - | 86 |
| 3299 | 9 | 36 | Ayuntamiento De Arnedillo | P2601700D | - | - | - | 135 |
| 5611 | 9 | 522 | Garrido Ezquerro Jose A Hdos | ***6538** | - | - | 44 | - |
| 5612 | 9 | 524 | Garrido Ezquerro Jose A Hdos | ***6538** | 16 | - | 343 | - |
| 5613 | 9 | 526 | Calvo Perez Modesto Hdos | ***7328** | 29 | - | 1.106 | - |
| 5615 | 9 | 534 | Jimenez Ascarza Anastasio | ***4896** | 5 | - | 22 | - |

| N Proy | Ref catastral | Titular | DNI | Sup Serv Acued M2 | Sup Ocup temp M2 |
|--------|----------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|
| 5000a | 2632508WM6723S0001WE | Martinez Mazo Maria Isabel | ***4825** | - | 33 |
| 5000b | 2632508WM6723S0001WE | Martinez Mazo Cesar Luis | ***8607** | - | 33 |
| 5000c | 2632508WM6723S0001WE | Martinez Mazo Emilia-Azucena | ****0446* | - | 33 |
| 5000d | 2632508WM6723S0001WE | Mazo Hernaez Maria De Los Angeles | ***4042** | - | 33 |
| 5000e | 2632508WM6723S0001WE | Arroyo Mazo Federico | ***6949** | - | 33 |
| 5000f | 2632508WM6723S0001WE | Arroyo Mazo Jose Ramon | ***7818** | - | 33 |
| 5000g | 2632508WM6723S0001WE | Mazo Rubio Julia | ***3629** | - | 33 |
| 5000h | 2632508WM6723S0001WE | Mazo Hernaez Inmaculada Isabel | ***4706** | - | 33 |

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

ANEXO DE CÁLCULOS DEL C.T.

1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

- P = Potencia del transformador en kVA.
- U = Tensión compuesta primaria en kV = 13,2 kV.
- I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

| Potencia del transformador (kVA) | I_p (A) |
|----------------------------------|-----------|
| 400 | 17,50 |

Siendo la intensidad total primaria de 17,50 Amperios.

2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{P - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- P = Potencia del transformador en kVA.
- W_{fe} = Pérdidas en el hierro.
- W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.
- U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.42 kV.
- I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

| Potencia del transformador (kVA) | I_p (A) |
|----------------------------------|-----------|
| 400 | 544,86 |

3. CORTOCIRCUITOS

3.1. Observaciones

La intensidad de cortocircuito es de 16 kA, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- P_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
 - U = Tensión primaria en kV.
 - I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.
- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:
No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.
 - Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U}$$

Siendo:

- P = Potencia del transformador en kVA.
- U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.
- U = Tensión secundaria en carga en voltios.
- I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

3.2.1. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

La intensidad de cortocircuito es de 16 kA, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

3.2.2. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

| Potencia del transformador (kVA) | U_{cc} (%) | I_{ccs} (kA) |
|----------------------------------|--------------|----------------|
| 400 | 2,5 | 21,99 |

Siendo:

- U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- I_{ccs} : Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El embarrado de las celdas está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal otras funciones: 400 A.
- Límite térmico (1 seg.): 16 kA eff.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

4.1. Comprobación por densidad de corriente

Para la intensidad nominal de 400 A, el embarrado de las celdas es de tubo de cobre de diámetro exterior de Ø20 mm, lo que equivale a una sección de 314 mm². La densidad de corriente es de 1.27 A/mm².

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible en régimen permanente es de 630 A. Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30° C sobre la temperatura ambiente.

4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 KA eficaces y 40 KA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13.85 * 10^{-7} * f * \frac{I_{cc}^2}{d} * L * \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

- F = Fuerza resultante en Nw.
- f = coeficiente en función de cosφ, siendo f = 1 para cosφ = 0.
- I_{cc} = intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces.
- d = separación entre fases = 350 mm.
- L = longitud tramos embarrado = 750 mm.

y substituyendo, F = 484 Nw.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = F/L = 0.0645 \text{ Kg/mm.}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

$$M_{MAX} = q * L^2 / 12 = 3086 \text{ Kg mm.}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior D = 20 mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Siendo $W = 785 \text{ mm}^3$.

- o La fatiga máxima es $M_{MAX}/W = 3,93 \text{ Kg/mm}^2$
- o Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:
 $\sigma = 19 \text{ Kg/mm}^2 \gg \sigma \text{ máx.}$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

4.3. Cálculo por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 298 de 1981 por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\delta\theta}}$$

Siendo:

- S = sección de cobre en $\text{mm}^2 = 314 \text{ mm}^2$.
- $\alpha = 13$ para el cobre.
- t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.
- I = Intensidad eficaz en Amperios.
- $\delta\theta = 180^\circ\text{C}$ para conductores inicialmente a t^a ambiente.

Si reducimos este valor en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para $I = 16 \text{ kA}$:

$$t = \delta\theta \cdot \left(\frac{S \cdot \alpha}{I}\right)^2$$

y substituyendo tenemos que $t = 9,76 \text{ s}$.

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

5. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

El objeto de la ventilación de los CT es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga). A título orientativo se especifican a continuación las pérdidas en transformadores tomados del anexo I del Reglamento (UE) N°548/2014.

Cuadro I.1: Pérdidas máximas debidas a la carga y en vacío (en W) para transformadores de potencia trifásicos medianos sumergidos con una bobina de $U_m \leq 24\text{kV}$ y otra de $U_m \leq 1,1\text{kV}$

| Potencia asignada (kVA) | 1ª etapa (a partir del 1 de julio de 2015) | | 2ª etapa (a partir del 1 de julio de 2021) | |
|-------------------------|---|---|---|---|
| | Pérdidas máximas debidas a la carga P_k (W) (*) | Pérdidas máximas en vacío P_o (W) (*) | Pérdidas máximas debidas a la carga P_k (W) (*) | Pérdidas máximas en vacío P_o (W) (*) |
| ≤ 25 | C_k (900) | A_o (70) | A_k (600) | $A_o - 10\%$ (63) |
| 50 | C_k (1 100) | A_o (90) | A_k (750) | $A_o - 10\%$ (81) |
| 100 | C_k (1 750) | A_o (145) | A_k (1 250) | $A_o - 10\%$ (130) |
| 160 | C_k (2 350) | A_o (210) | A_k (1 750) | $A_o - 10\%$ (189) |
| 250 | C_k (3 250) | A_o (300) | A_k (2 350) | $A_o - 10\%$ (270) |
| 315 | C_k (3 900) | A_o (360) | A_k (2 800) | $A_o - 10\%$ (324) |
| 400 | C_k (4 600) | A_o (430) | A_k (3 250) | $A_o - 10\%$ (387) |
| 500 | C_k (5 500) | A_o (510) | A_k (3 900) | $A_o - 10\%$ (459) |
| 630 | C_k (6 500) | A_o (600) | A_k (4 600) | $A_o - 10\%$ (540) |
| 800 | C_k (8 400) | A_o (650) | A_k (6 000) | $A_o - 10\%$ (585) |
| 1 000 | C_k (10 500) | A_o (770) | A_k (7 600) | $A_o - 10\%$ (693) |
| 1 250 | B_k (11 000) | A_o (950) | A_k (9 500) | $A_o - 10\%$ (855) |
| 1 600 | B_k (14 000) | A_o (1 200) | A_k (12 000) | $A_o - 10\%$ (1080) |
| 2 000 | B_k (18 000) | A_o (1 450) | A_k (15 000) | $A_o - 10\%$ (1 305) |
| 2 500 | B_k (22 000) | A_o (1 750) | A_k (18 500) | $A_o - 10\%$ (1 575) |
| 3 150 | B_k (27 500) | A_o (2 200) | A_k (23 000) | $A_o - 10\%$ (1 980) |

(*) Las pérdidas máximas para potencias asignadas en kVA que quedan entre las indicadas en el cuadro I.1 se obtendrán por interpolación lineal.

La renovación de aire

La renovación del aire puede hacerse por:

- Ventilación natural por convección, preferible siempre que sea posible, basada en la reducción del peso específico del aire al aumentar su temperatura.
- Disponiendo unas aberturas para la entrada de aire en la parte inferior del local donde está ubicado el CT y otras aberturas en la parte superior del mismo para la salida del aire, se obtiene, por convección, una renovación permanente del aire.
- Ventilación forzada, con extractor, cuando la natural no sea posible por las características de ubicación del CT.

El volumen de aire a renovar es función de:

- las pérdidas totales del transformador o transformadores del CT,

- la diferencia de temperaturas del aire entre la entrada y la salida. La máxima admisible 20°C 15°C según recomendación UNESA),
- diferencia de alturas entre el plano medio de la abertura inferior o bien del plano medio del transformador y el plano medio de la abertura superior de salida.

Ventilación del local

- Determinación de la altura y las secciones de los orificios de ventilación.
En el caso general de refrigeración natural (AN), la ventilación del local o de la envolvente tiene por objeto disipar por convección natural las calorías producidas por las pérdidas totales del transformador en funcionamiento. Una correcta ventilación se consigue con un orificio de entrada de aire fresco y limpio de sección S en la parte inferior del local y de un orificio de salida de aire S' situado en la parte superior, en la pared opuesta del local y a una altura H del orificio de entrada (figuras 1 y 2).

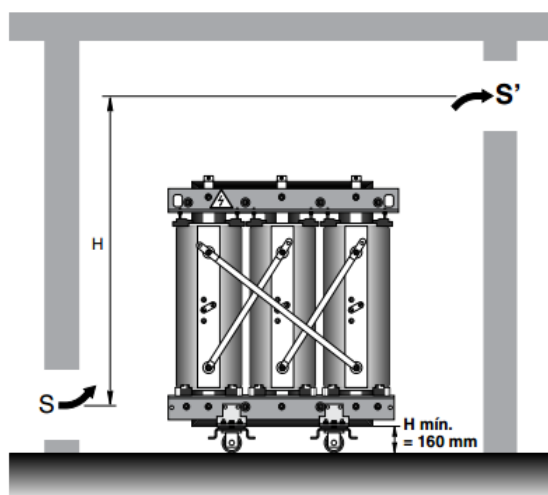


Figura 1.

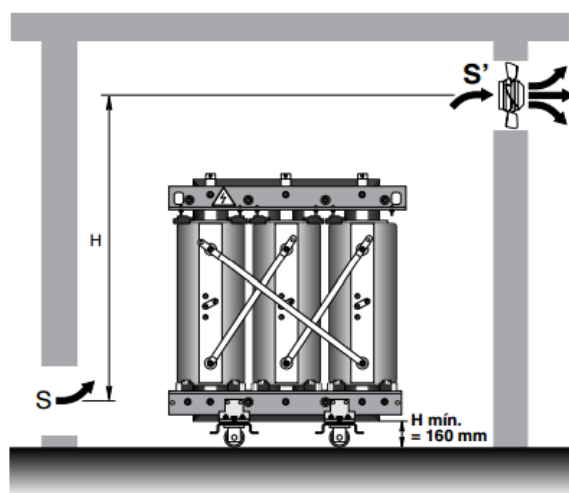


Figura 2

Para garantizar una ventilación eficaz del transformador mediante una circulación de aire suficiente, es obligatorio mantener una altura mínima de 150 mm bajo la parte inferior en tensión, colocando las ruedas del transformador o en su defecto una altura equivalente.

Debe observarse que una circulación de aire restringida conlleva una reducción de la potencia nominal del transformador.

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

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

donde,

- S = superficie en m², 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 según NI 72.30.00, más las pérdidas de los cuadros de BT, cuando circula por sus embarrados la corriente de baja tensión asignada del transformador.
- 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

En función de la diferencia de altura de los centros de las rejillas, y en función del trafo instalado, se calculará la superficie mínima de las rejillas.

En el caso que nos ocupa, para un transformador a una tensión de 13,2 kV con una potencia de 630 kVA y una diferencia de altura de 1 metros entre ejes de las rejillas obtenemos que:

$$S = \frac{3,64}{0,24 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{15^3 \cdot 1,42}} = 0,55 \text{ m}^2$$

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

$$S' = 1,1 \cdot S = 1,1 \cdot 0,55 = 0,60 \text{ m}^2$$

Donde,

S = superficie del orificio de llegada de aire limpio (deduciendo las rejillas) expresada en m².

S' = superficie del orificio de salida de aire (deduciendo las rejillas) expresada en m².

Por lo tanto las rejillas de ventilación proyectadas contarán con unas dimensiones de:

- Rejilla de entrada de aire: 1,24 m x 0,67 m = 0,83 m² (mayor que los 0,55 m² calculados)
- Rejilla de salida de aire: 1,20 m x 0,63 m = 0,76 m² (menor que los 0,60 m² calculados).

Observaciones complementarias

- La superficie S' de la ventana de salida debe ser mayor que la superficie S de la abertura de entrada, ya que con el aumento de la temperatura, el volumen del aire de salida es mayor. Se admite una relación S' = 1,1 * S
- Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (ITC RAT-14), los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

- En los centros de transformación situados en edificios de otros usos el conducto de ventilación tendrá su boca de salida de forma que el aire expulsado no moleste a los demás usuarios del edificio. Los conductos de ventilación deberán respetar los sectores de incendio del edificio, que establecen según el tipo de edificio en esta ITC-RAT 14 y en el Código Técnico de la edificación.
- En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF₆, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público. En los locales con instalaciones aisladas por SF₆ y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada. Los locales con instalaciones aisladas con SF₆ y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF₆ a la temperatura y presión normales, debe tenerse en cuenta el volumen de gas de las botellas de SF₆ en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.
- En el caso que la entrada de aire sea horizontal, conviene que esta entrada en el suelo de debajo del transformador sea ajustada en lo posible al perímetro inferior del transformador, para que el aire frote más eficazmente sus superficies verticales (aletas y radiadores en los transformadores en aceite, superficies de los arrollamientos capsulados en los secos).

6. LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO DEL C.T.

Los índices de ruido medidos en el exterior se ajustarán a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicable a áreas urbanizadas existentes

| Tipo de área acústica | | Índices de ruido | | |
|-----------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| | | L _{K,d} | L _{K,e} | L _{K,n} |
| e | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica. | 60 | 60 | 50 |
| a | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial. | 65 | 65 | 55 |
| d | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c. | 70 | 70 | 65 |
| c | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos | 73 | 73 | 63 |
| b | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial | 75 | 75 | 65 |

El centro de transformación se ubica en un área de uso residencial, por lo que según la tabla anterior, los objetivos de calidad acústica para ruidos en áreas residenciales son:

- L_a = 75 dB
- L_e = 75 dB
- L_n = 65 dB

6.1. Limitación del nivel del ruido emitido

El vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión. (Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo), establece en el apartado 4.8 de la ITC-RAT-14, la necesidad de diseñar las instalaciones de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1357/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Para el cálculo del nivel de ruido transmitido al exterior de la instalación, se considera:

- El único elemento emisor de ruido será el transformador.
- El edificio que albergará el transformador es una envolvente prefabricada constituida hormigón, al igual que el suelo y techo.

Los cerramientos atenuarán prácticamente la totalidad del ruido emitido por el transformador, y en todo caso, los niveles de ruido transmitidos al exterior serán siempre menores al valor límite de inmisión permitido de 65 dBA (valor más restrictivo de la Tabla A del RD 1367/2007).

7. LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN C.T.

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

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Podrán utilizarse los cálculos y comprobaciones recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación proyectada se ajuste a las condiciones técnicas de cálculo previstas en el proyecto tipo.

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

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- b) La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

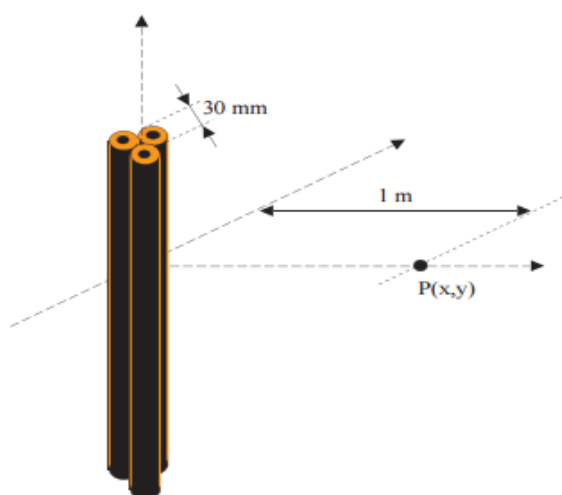
e) En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores.

7.1. Cálculo de campos magnéticos en C.T.

Se calculará las partes de la instalación del centro de transformación que consideramos más desfavorables, que serían los tramos de líneas tanto de 13,2 kV como de baja tensión que discurren con una disposición en forma paralela y con una separación entre ellas de 0,2 metros entre las fases de 13,2 kV en el tramo que conecta las celdas con el transformador y de 0,15 metros entre las fases de baja tensión en el tramo que conecta entre el transformador y el cuadro de baja tensión. Todo ello a 1 metro de distancia de los conductores.

El valor del campo magnético generado por un circuito trifásico de longitud infinita se reduce considerablemente si se tiene en cuenta la longitud real del circuito, por lo que tendremos en cuenta la longitud del tramo que nos afecta a la hora de calcular el campo magnético generado en el punto elegido.

La fórmula a aplicar para realizar estos cálculos es la ecuación de Biot y Savart, descrita a continuación:



$$B(\text{longitud infinita}) \approx \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2}$$

$$B(\text{longitud infinita}) \approx B(\text{longitud finita}) \cdot \text{sena}$$

Donde:

- Frecuencia = 50 Hz.
- B: Campo magnético
- μ_0 : permeabilidad magnética del aire ($\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$)
- I: Intensidad máxima que discurre por circuito
- d: Distancia entre conductores
- L: Longitud real del circuito

Los cálculos se realizarán para una potencia máxima de transformador de 400 kVAs.

a) Tramo líneas de 13,2 kV entre celdas y trafo:

Tomamos para el cálculo los siguientes valores:

- d = 0,2 m

- Intensidad en el lado de media tensión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{400.000}{\sqrt{3} \cdot 13.200} = 17,50A$$

- $L = 10 \text{ m}$

Sustituyendo los valores, obtenemos:

$$B(\text{longitud infinita}) \approx \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} = 1,1655 \cdot 10^{-6}T$$

$$B(\text{longitud infinita}) = 1,17 \mu T$$

Para una longitud infinita:

$$B(\text{longitud } L) \approx B(\text{longitud infinita}) \cdot \text{sen} \alpha$$

$$\text{sen} \alpha(10m) = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + 1^2}} = 0,981$$

$$B(\text{longitud } 10m) = 1,17 \cdot \text{sen}(15m) = 1,14 \mu T < 100 \mu T$$

b) Tramo líneas de baja tensión entre trafo y cuadro de B.T.

Tomamos para el cálculo los siguientes valores:

- $d = 0,15 \text{ m}$
- Intensidad en el lado de media tensión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{400.000}{\sqrt{3} \cdot 420} = 549,86A$$

- $L = 10 \text{ m}$

Sustituyendo los valores, obtenemos:

$$B(\text{longitud infinita}) \approx \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} = 2,794 \cdot 10^{-5}T$$

$$B(\text{longitud infinita}) = 27,94 \mu T$$

Para una longitud infinita:

$$B(\text{longitud } L) \approx B(\text{longitud infinita}) \cdot \text{sen} \alpha$$

$$\text{sen} \alpha(10m) = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + 1^2}} = 0,981$$

$$B(\text{longitud } 10m) = 27,94 \cdot \text{sen}(10m) = 27,40 \mu T < 100 \mu T$$

Por tanto, tanto en el tramo de media tensión entre las celdas y cada transformador como en el tramo de baja tensión entre cada transformador y el cuadro de baja, los valores obtenidos son inferiores al máximo permitido de $100 \mu T$.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



ANEXO CÁLCULOS CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

ANEXO CÁLCULOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se muestran las corrientes de cortocircuito previstas para la instalación en base a elegir correctamente los poderes de corte de los dispositivos de protección contra cortocircuitos, fusibles e interruptores magnetotérmicos, que protegen a las líneas.

2. RED AGUAS ARRIBA

La Intensidad de cortocircuito trifásico en el punto de toma es 16 kA y la tensión nominal de la red es de 13.200 V, según datos de la empresa suministradora.

A partir de estos datos se calcula la impedancia, resistencia y reactancia de cortocircuito en la red aguas arriba, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$Z_{cc} = \frac{1,1 \cdot V^2}{S_{cc}} \cdot 10^3$$

Donde:

- V, es la tensión de la alimentación de la red en KV.
- S_{cc}, es la potencia de cortocircuito en el punto de conexión en MVA.
- Z_{cc}, es la impedancia de cortocircuito en mΩ.

Donde:

$$X_{cc} = 0,995 \cdot Z_{cc}$$

- X_{cc}, es la reactancia de cortocircuito en mΩ.

Donde:

$$R_{cc} = 0,1 \cdot X_{cc}$$

- R_{cc}, es la resistencia de cortocircuito en mΩ.

Sustituyendo por los valores correspondientes en las ecuaciones se obtienen los valores buscados:

$$Z_{cc1} = \frac{1,1 \cdot 13,2^2}{366} = 0,52 \, \Omega$$

$$X_{cc1} = 0,995 \cdot 0,52 = 0,5211 \, \Omega$$

$$R_{cc1} = 0,1 \cdot 0,5211 = 0,05211 \, \Omega$$

Conocidos estos valores se calcula la corriente de cortocircuito en la red aguas arriba mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc1} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc1}} = \frac{13.200}{\sqrt{3} \cdot 0,52} = 14,55 \, kA$$

Esto quiere decir que el interruptor – seccionador de la red de Media Tensión tendrá un poder de corte superior a estos 14,55 kA.

3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALIMENTACIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Es necesario calcular, la atenuación que produce el cable en las corrientes de cortocircuito.

El cable que discurre desde el apoyo n°476 hasta el centro de transformación es de Aluminio con una sección de 50 mm² y está instalado enterrado.

La longitud del conductor por fase es de 10 m.

Los valores de resistencia del cable para una temperatura de 20°C y de reactancia para una frecuencia de 50 Hz son los siguientes:

$$R_{20^{\circ}C} = 0,641 \, \Omega/Km \qquad X_{50Hz} = 0,080 \, \Omega/Km$$

Luego el conductor presenta una resistencia y reactancia a lo largo del recorrido de:

$$R_{L1} = n \cdot R_{20^{\circ}C} \cdot L = 3 \cdot 0,641 \cdot 10 = 19,23 \, m\Omega$$

$$X_{L1} = n \cdot X_{50Hz} \cdot L = 3 \cdot 0,080 \cdot 10 = 2,4 \, m\Omega$$

Resultando que:

$$R_{CC2} = 52,11 + 19,23 = 71,34 \, m\Omega$$

$$X_{CC2} = 521,1 + 2,4 = 523,45 \, m\Omega$$

El valor de la impedancia de cortocircuito para este tramo se calcula de la siguiente forma:

$$Z_{CC2} = \sqrt{R_{CC2}^2 + X_{CC2}^2} = \sqrt{71,34^2 + 523,45^2} = 528,29 \, m\Omega$$

Conocidos estos valores se calcula la corriente de cortocircuito en la red aguas arriba mediante la siguiente expresión:

$$I_{CC2} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot Z_{CC2}} = \frac{13.200}{\sqrt{3} \cdot 528,29} = 14,43 \, kA$$

Esto quiere decir que los interruptores – seccionadores de las tres celdas del centro de maniobra tendrán un poder de cierre asignado sobre cortocircuito (valor de cresta) de la red de Media Tensión superior a 14,43 kA.

4. TRANSFORMADOR

Los valores de resistencia y de reactancia debidos a la red de aguas arriba y al cable de conexión se refieren al secundario del transformador de la forma siguiente:

$$R'_{CC3} = \frac{R_{CC2}}{m^2} \qquad X'_{CC3} = \frac{X_{CC2}}{m^2}$$

Siendo m la relación de transformación del transformador que tiene un valor de:

$$m = \frac{V_s}{V_p} = \frac{13.200}{420} = 31,43$$

Luego estos valores de resistencia y reactancia referidos al secundario son los siguientes:

$$R'_{CC3} = \frac{71,34}{31,43^2} = 0,072 \, m\Omega$$

$$X'_{CC3} = \frac{523,29}{31,43^2} = 0,530 \, m\Omega$$

Para el cálculo de la resistencia que presenta el transformador se aplica la siguiente fórmula:

$$R_T = \frac{W_{CU} \cdot V_S^2}{S_N^2}$$

Donde:

- W_{CU} , son las pérdidas en carga del transformador en W
- V_S , es la tensión en bornes del secundario en V
- S_N , es la potencia nominal del transformador en VA

Sustituyendo en la ecuación anterior por los valores correspondientes del transformador se obtiene una resistencia de:

$$R_T = \frac{3.250 \cdot 420^2}{400.000^2} = 3,58 \text{ m}\Omega$$

El valor de la impedancia del transformador se calcula mediante la expresión siguiente:

$$Z_T = \frac{V_{CC} \cdot V_S^2}{100 \cdot S_N}$$

Donde:

- V_{CC} , es la tensión de cortocircuito del transformador en %.
- V_S , es la tensión en el secundario en V
- S_N , es la potencia aparente del transformador en VA

Sustituyendo por los parámetros característicos del transformador en la ecuación anterior se obtiene:

$$Z_T = \frac{2,5 \cdot 420^2}{100 \cdot 400.000} = 11,03 \text{ m}\Omega$$

El valor de la reactancia de cortocircuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{11,03^2 - 3,58^2} = 10,43 \text{ m}\Omega$$

La resistencia y reactancia hasta el transformador referidos a la red de baja tensión son:

$$R'_{CC4} = R'_{CC3} + R_T = 0,0072 + 3,58 = 3,66 \text{ m}\Omega$$

$$X'_{CC4} = X'_{CC3} + X_T = 0,530 + 10,43 = 10,96 \text{ m}\Omega$$

El valor de la impedancia de cortocircuito para el lado de baja tensión, se calcula de la siguiente forma:

$$Z_{CC4} = \sqrt{R'^2_{CC4} + X'^2_{CC4}} = \sqrt{3,66^2 + 10,96^2} = 11,55 \text{ m}\Omega$$

Conocidos estos valores se calcula la corriente de cortocircuito en la red aguas abajo del transformador mediante la siguiente expresión:

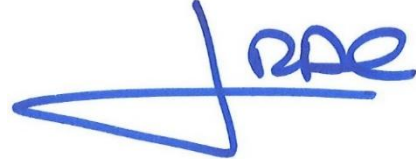
$$I_{CC4} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot Z_{CC4}} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 11,55} = 20,99 \text{ kA}$$

Como la relación $\frac{R}{X} = 0,33$, el factor K según la curva K = f($\frac{R}{X}$) es igual a 1,4 y por tanto la punta de corriente de conexión puede tomar el valor:

$$I = 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{CC} = 41,57 \text{ KA}$$

Este dato de corriente de cortocircuito será el existente en el lado de B.T. del transformador. La corriente de cortocircuito para el interruptor automático a colocar en el cuadro general de baja tensión tendrá por lo menos un poder de corte de 42 kA.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

CALCULO PUESTA A TIERRA APOYOS

1. DATOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

- Tensión nominal de la línea : 13.2 kV
- Intensidad máxima de falta a tierra : $I_{1f} = 1863 \text{ A}$
- Resistividad del terreno : $\rho = 400 \Omega \text{m}$
- Características de actuación de las protecciones:
 - $I'_{1f \times t} = 400,$

| Tensión nominal de la red U_n (kV) | Tipo de puesta a tierra | Reactancia equivalente $X (\Omega)$ LTH | Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra (A) |
|--------------------------------------|-------------------------|---|--|
| 13,2 | Reactancia limitadora | 4,5 | 1.863 |

2. PUESTA A TIERRA PARA EL APOYO FRECUENTADO CON CALZADO (Nº474 Y Nº476)

A la línea de tierra de Puesta a tierra de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Pararrayos.
- Cuba del transformador.
- El apoyo se conectará también a la línea de tierra de protección

El sistema de puesta a tierra para que la tensión de contacto sea cero, va a ser una acera perimetral de hormigón se instalara 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondeos de diámetro no inferior a 4mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m.

El electrodo que se va a utilizar va ser cable desnudo de cobre de 50mm², enterrado a una profundidad de 0,5 m a una distancia perimetral del apoyo de 2 metros con cuatro picas en sus esquinas de acero cobrizado de 14mm de diámetro y 2 m de longitud.

- Datos del electrodo

| Dimensiones de la cimentación a (m) x b (m) | Dimensiones electrodo / profundidad | Designación |
|---|-------------------------------------|---------------|
| 1,0 x 1,0 | 3,0 x 3,0 / 0,5 | CPT-LA-30/0,5 |

Según el MT 2.23.35, para este electrodo se obtienen los siguientes valores

- $K_r = 0,118 \Omega/\Omega \text{m}.$
- $K_c = 0,036 \text{ V}/A \times (\Omega \text{m})$
- $K_{p1} = 0,024 \text{ V}/A \times (\Omega \text{m})$ (Con los dos pies en el terreno)
- $K_{p2} = 0,068 \text{ V}/A \times (\Omega \text{m})$ (Con un pie en el terreno y otro en la acera)

- Resistencia de tierra media para un determinado electrodo de puesta a tierra:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,118 \cdot 400 = \mathbf{47,2 \, \Omega}$$

- Reactancia equivalente de la subestación es:

$$X_{LTH} = 4,5 \, \Omega \text{ (opción más desfavorable en I-DE Redes Eléctricas Inteligentes)}$$

- Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo:

$$I'_{IF} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{LTH}^2 + R_T^2}} = \frac{1,1 \cdot 13.200}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{4,5^2 + 47,2^2}} = \mathbf{176,81 \, A}$$

- Cálculo de la tensión de contacto admisible de la instalación:

$$U_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_{IF} = 0,036 \cdot 400 \cdot 176,81 = \mathbf{2.546,02 \, V}$$

- Cálculo de la tensión de contacto aplicada:

$$U_{ca} = \frac{U_c}{1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_b}} = \frac{2.546,02}{1 + \frac{2.000 + 1.200}{2 \cdot 1.000}} = \mathbf{979,24 \, V}$$

- Tiempo de actuación de la protección es:

$$T = \frac{400}{I'_{IF}} = \frac{400}{176,81} = \mathbf{2,26 \, s}$$

Este tiempo no es válido porque para un tiempo de actuación de menos de 2s-5s deberíamos tener unos valores de U_{ca} entre 90-81 V en nuestro caso han sido de 979,24 V. Tablas de RLAT de valores de la tensión admisible de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta.

Por lo que se ha adoptado la medida adicional de acera perimetral para que la tensión de contacto sea cero.

- Cálculo de la tensión de paso máxima (con los dos pies en el terreno):

$$U_{p1max} = K_p \cdot \rho \cdot I'_{IF} = 0,024 \cdot 400 \cdot 176,81 = \mathbf{1.697,35 \, V}$$

- Cálculo de la tensión de paso aplicada (con los dos pies en el terreno):

$$U_{pa1} = \frac{U_{p1max}}{1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{Z_b}} = \frac{1.697,35}{1 + \frac{2 \cdot 2.000 + 6 \cdot 400}{1.000}} = \mathbf{229,37 \, V}$$

- Cálculo de la tensión de paso máxima (con un pie en la acera y uno en el terreno):

$$U_{p2max} = K_p \cdot \rho \cdot I'_{IF} = 0,068 \cdot 400 \cdot 176,81 = \mathbf{4.809,15 \, V}$$

- Cálculo de la tensión de paso aplicada (con un pie en la acera y uno en el terreno):

$$U_{pa2} = \frac{U_{p2max}}{1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_{suelo} + 3 \cdot \rho_{hormigón}}{Z_b}} = \frac{4.809,15}{1 + \frac{2 \cdot 2.000 + 3 \cdot 400 + 3 \cdot 3.000}{1.000}} = \mathbf{316,39 \, V}$$

- Tiempo de actuación de la protección es:

$$T = \frac{400}{I'_{IF}} = \frac{400}{176,81} = \mathbf{2,26 \, s}$$

Según el RCE, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a:

$$U_{padm} = 10 \cdot \frac{K}{t^n}$$

Siendo $K = 75,5$ y $n=0,18$ para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos, según la tabla 5 de la ITC LAT 07, artículo 7.3.4.1.

$$U_{padm} = 10 \cdot \frac{75,5}{2,26^{0,18}} = 651,82 \text{ V}$$

Por lo tanto, a la vista de los resultados obtenidos, el electrodo seleccionado **CPT-LA-30/0,5** cumple con los requisitos del reglamento:

- Resistencia a tierra menor de 50 ohmios.
- -Tensión admisible de paso mayor la tensión de paso aplicada.

$$U_{padm} > U_{pa1} \rightarrow 651,82V > 229,37 \text{ V}$$

$$U_{padm} > U_{pa2} \rightarrow 651,82V > 316,39$$

$$R_t < 50 \Omega. \rightarrow 47,2 \Omega < 50 \Omega$$

3. PUESTA A TIERRA PARA APOYOS NO FRECUENTADOS (Nº475)

A la línea de tierra de Puesta a tierra de Protección se deberán conectar el apoyo. El sistema de puesta a tierra consiste en una pica de tierra de acero cobrizado de 14mm de diámetro y 1,5 m de longitud, enterrado a una profundidad de 0,5 m. La cual se unirá a la estructura metálica del apoyo mediante cable desnudo de cobre de 50mm².

Para este caso se elige un electrodo formado por 2 picas cuyo coeficiente K_r , indicado en la tabla 5, del MT 2.23.35, tiene por valor:

$$K_r = 0,244 \Omega/\Omega \cdot m.$$

- Resistencia de tierra

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,244 \cdot 400 = 97,6 \Omega$$

- Reactancia equivalente de la subestación es:

$$X_{LTH} = 4,5 \Omega \text{ (opción más desfavorable en I-DE Redes Eléctricas Inteligentes)}$$

- Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo:

$$I'_{IF} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{LTH}^2 + R_T^2}} = \frac{1,1 \cdot 13.200}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{4,5^2 + 97,6^2}} = 85,80 \text{ A}$$

La protección automática, instalada para el caso de faltas a tierra, para la intensidad máxima de defecto a tierra ($I'_{1F} = I_{1F} = 4.500 \text{ A}$), actúa en un tiempo:

$$T = \frac{400}{I'_{IF}} = \frac{400}{85,80} = 0,21 \text{ s}$$

$$T = 0,21 \text{ s} < 0,1 \text{ s}$$

Para un valor de la intensidad de defecto de 85,80 A, el tiempo de actuación de la protección será:

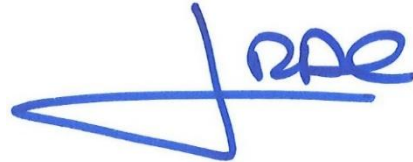
$$T = \frac{400}{I'_{IF}} = \frac{400}{85,80} = 4,66 \text{ s}$$

$$T = 4,66 \text{ s} < 5 \text{ s}$$

En nuestro caso, con la característica proporcionada de las protecciones se cumple, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, que:

- El tiempo de actuación de las protecciones es inferior a 1 s (para la corriente máxima de defecto a tierra).
- El electrodo utilizado, con valor de resistencia de puesta a tierra menor o igual de 150Ω , es válido para garantizar la actuación automática de las protecciones en caso de defecto a tierra.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



ANEXO RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

ANEXO DE CÁLCULOS RED DE TIERRAS

1. RED DE TIERRAS

Para el diseño de la puesta a tierra deberán cumplirse las tensiones de paso y de contacto establecidas en el Apartado 1 sobre Prescripciones generales de seguridad de la ITC RAT 13, Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, así como la norma MTDYC 2.11.31 sobre "Criterios de ejecución de puesta a tierra de los Centros de Transformación".

1.1. Resistividad del terreno

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 100 Ωm .

1.2. Diseño preliminar de la instalación de tierra

1.2.1. Tierra de Protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el documento MT 2.11.33 "Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kV", editado por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: **CPT-CT-A-(4,5x5,5) + 8P2** del MT 2.11.33.
- Parámetros característicos:
 $K_r = 0,07182 \Omega/(\Omega\cdot\text{m})$.
 $K_{r'} = 0,088 \Omega/(\Omega\cdot\text{m})$.
- Descripción:
Estará constituido por 8 picas formando un rectángulo unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Se emplearán picas lisas de acero-cobre recubiertas de cobre que cumplirán con la Norma de Iberdrola NI 50.26.01 sobre picas cilíndricas de acero-cobre.

El electrodo consiste en cable de cobre desnudo de sección 50 mm² enterrado a una profundidad de 0,5 m que une 5 picas de acero-cobre en disposición lineal recubiertas de cobre, de diámetro 14 mm y longitud 2 m.

En el interior del centro de transformación y hasta la primera pica el conductor discurrirá aislado de sección de 50 mm² con tensión de aislamiento 0,6/1 kV del tipo DN-RA.

1.2.2. Tierra de Servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: **CPT-CTL-5P** del MT 2.11.33.
- Parámetros característicos:
 $K_r = 0,0852 \Omega/(\Omega \cdot m)$.
 $K_p = 0,01455 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$.
- Descripción:
 Estará constituido por 5 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 12 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($= 37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

1.3. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

1.3.1. Tierra de Protección

Electrodo seleccionado: **CPT-CT-A-(4,5x5,5) + 8P2**

- **Cálculo, consideración de calzado:**
 Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:
 - Electrodo utilizado: CPT-CT-A-(4,5x6,5) + 8P2:
 $K_r = 0,07182 \Omega/\Omega m$ (según la tabla A1.1.1 del MT 2.11.33)
 $K_r' = 0,088 \Omega/\Omega m$ (según anexo I del MT 2.11.33)

- Resistencia a tierra del C.T.

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,07182 \cdot 100 = 7,18 \, \Omega$$

- Resistencia r_e

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_r'}{N} = \frac{100 \cdot 0,088}{2} = 4,40 \, \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{7,18 \cdot 4,40}{7,18 + 4,40} = 2,73 \, \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{2,73}{7,18} = 0,38 \, \Omega$$

- Resistencia equivalente de la subestación

$$X_{LTH} = 1,863 \, \Omega$$

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

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 13.200}{0,38 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{7,18^2 + \left(\frac{1,863}{0,38}\right)^2}} = 2.537,41$$

- **Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto interior y exterior del propio centro de transformación**

- Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el exterior del CT, se emplazará una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del centro de transformación. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a un punto de la puesta a tierra de protección del centro de transformación mediante soldadura por fusión aluminotérmica C50-Fe 4 mm Ø.
- Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el interior, en la envolvente de hormigón (piso, techo y paredes laterales) del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté en contacto con una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior.
- Las paredes, tapas, puertas y rejillas que den al exterior del centro, se conectarán a la puesta a tierra de protección del centro de transformación.

- **Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso**

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación con los dos pies en el terreno.

$$K_{P.t-t} = 0,01482 \, \text{V/A}(\Omega\text{m}) \text{ (según la tabla A1.1.1 del MT 2.11.33)}$$

$$U'_{p1} = K_{p,t-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1F} = 0,01482 \cdot 100 \cdot 0,38 \cdot 2.537,41 = 1.428,59 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación con un pie en la acera y otro en el terreno.

$$K_{p,a-t} = 0,03516 \text{ V/A}(\Omega\text{m}) \text{ (según la tabla A1.1.1 del MT 2.11.33)}$$

$$U'_{p2} = K_{p,a-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1F} = 0,03516 \cdot 100 \cdot 0,38 \cdot 2.537,41 = 3.389,29 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión de máxima aplicada a la persona con los dos pies en el terreno

$$U'_{pa1} \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}} = \frac{1.428,59}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1000}} = 255,11 \text{ V}$$

- Determinación de la tensión de máxima aplicada a la persona con un pie en la acera y el otro en el terreno

$$U'_{pa2} \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}} = \frac{3.389,29}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 237,01$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones)

$$t = \frac{I'_{1Fpt}}{I'_{1Fp}} = \frac{400}{2.537,41} = 0,16 \text{ s}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RCE.
Según la figura 3 del punto 5.3.4.1 de la MT 2.11.33, el valor de la tensión de contacto aplicada máxima admisible es, para el tiempo especificado de 0,16s:

$$U_{ca} = 528 \text{ V}$$

Por lo tanto, el valor de la tensión de paso aplicada máxima para el tiempo especificado, utilizando la expresión $U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$, es de:

$$U_{pa} = 5.280 \text{ V}$$

- Verificación del cumplimiento con la tensión de paso.
Como $U'_{pa1} = 255,11 \text{ V} < 5.280 \text{ V}$ y $U'_{pa2} = 237,01 < 5.280$ el **electrodo considerado CPT-CT-A(4,5x5,5)+8P2 cumple con el requisito reglamentario**. Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor $R_T = 7,18 \Omega$, valor inferior al exigido por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U., de 100Ω según se especifica en la tabla 4 de la MT 2.11.33.

- **Tensión que aparece en la instalación**

$$V = I'_{1Fp} \cdot R_{TOT} = 2.537,41 \cdot 2,73 = 6.923,18 \text{ V}$$

Como $V = 6.923,18 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$, el **electrodo considerado CPT-CT-A(4,5x5,5)+8P2 cumple con el requisito establecido por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.**, ya que la tensión de aislamiento de los cuadros de baja tensión del CT es de 10 kV, según el anexo 1 del MT 2.11.33.

1.3.2. Tierras de Servicio

Electrodo seleccionado: **CPT-CTL-5P2**

- Resistencia de tierra del Centro de Transformación

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,0852 \cdot 100 = 8,52 \Omega$$

- K_r' : coeficiente de resistencia de puesta a tierra más desfavorable de los CTs adicionales conectados a través de las pantallas (0,088 $\Omega\text{m}/\Omega$) o coeficiente de resistencia de puesta a tierra más desfavorable del apoyo para el caso de pantallas desconectadas (0,128 $\Omega\text{m}/\Omega$).
- Resistencia r_e :

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_r'}{N} = \frac{100 \cdot 0,088}{2} = 4,40 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{8,52 \cdot 4,40}{8,52 + 4,40} = 2,90 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{2,90}{8,52} = 0,34 \Omega$$

- Reactancia equivalente de la subestación es:

$$X_{LTH} = 1,863 \Omega \text{ (opción más desfavorable en Iberdrola)}$$

- Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra:

$$I'_{IF} = \frac{c \cdot U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 13.200}{0,34 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{8,52^2 + \left(\frac{1,863}{0,34}\right)^2}} = 2.431,19 \text{ A}$$

$$I'_{IF} = 2.431,19 \text{ A}$$

- Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso.
 - a) Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación.

$$U_{pa} = K_p \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{IF} = 0,01455 \cdot 100 \cdot 0,34 \cdot 2.431,19 = 1.204,68 \text{ V}$$

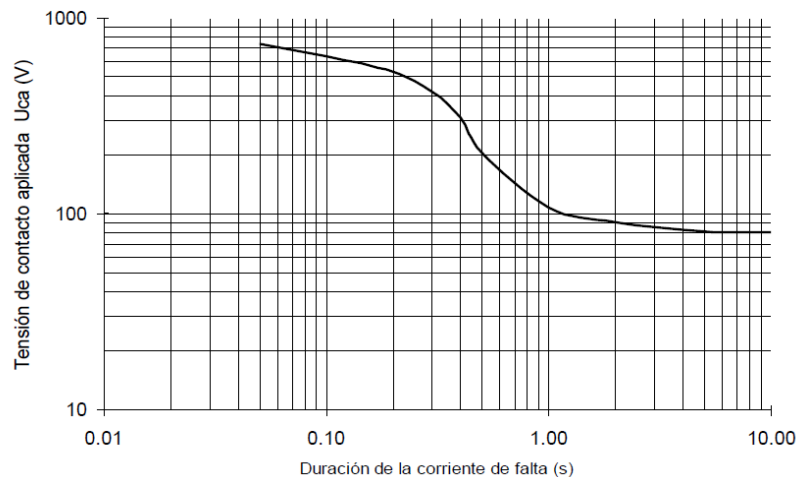
- b) Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

$$U'_{pa} = \frac{U_{pa}}{1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{Z_b}} = \frac{1.204,68}{1 + \frac{6 \cdot 100}{1.000}} = 752,93 \text{ V}$$

- c) Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones).

$$t = \frac{I'_{1Fpt}}{I'_{1F}} = \frac{400}{2.431,19} = 0,16 \text{ s}$$

- d) Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT:
Según la siguiente figura de los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta.



| Duración de la corriente de falta, t(s) | Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V) |
|---|--|
| 0,05 | 735 |
| 0,10 | 633 |
| 0,20 | 528 |
| 0,30 | 420 |
| 0,40 | 310 |
| 0,50 | 204 |
| 0,60 | 185 |
| 0,70 | 165 |
| 0,80 | 146 |
| 0,90 | 126 |
| 1,00 | 107 |
| 2,00 | 90 |
| 5,00 | 81 |
| 10,00 | 80 |
| > 10,00 | 50 |

U_{ca} será 528V, para el tiempo especificado de 0,16 s.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales, como las de contacto con el terreno o las del calzado, se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} = 10 \cdot 528 = 5280 \text{ V}$$

e) Verificación del cumplimiento con la tensión de paso.

Como, $U'_{pa} = 752,93 < 5.280 \text{ V}$ el electrodo considerado, **CPT-CTL-5P2, cumple con el requisito reglamentario.**

- Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de paso en el acceso.

Al ser el piso del Centro de Transformación de hormigón, con mallazo equipotencial, unido al sistema de puesta a tierra de protección, y el piso de la zona exterior de dicho centro, también de hormigón, al acceder una persona al Centro de Transformación, aparecerá una tensión de paso entre sus pies, al estar un pie al potencial del electrodo, y en el caso más desfavorable, el otro pie a potencial cero.

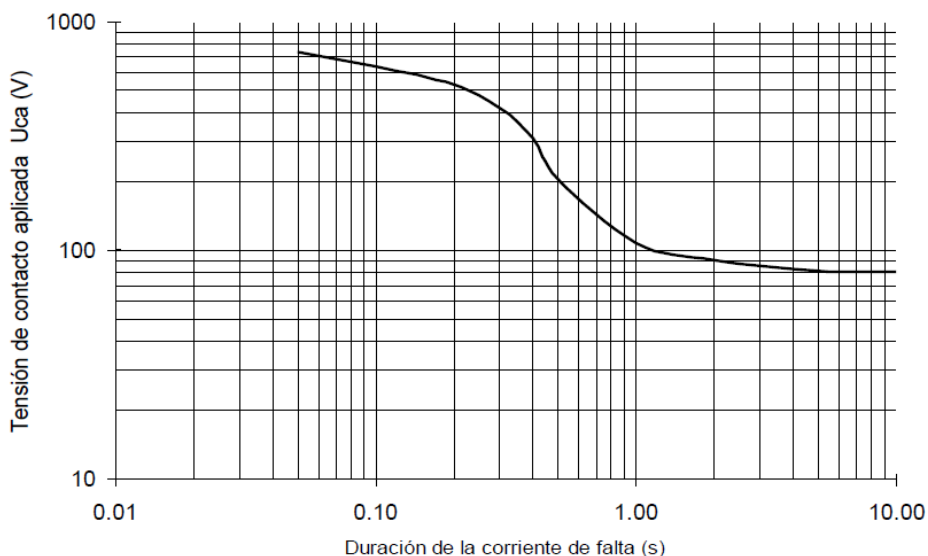
- a) Determinación de la tensión máxima de paso en acceso que aparece en la instalación.

$$U_{pmáxacc} = I_E \cdot R_T = I'_{IF} \cdot r_E \cdot R_T = 2.431,19 \cdot 0,34 \cdot 8,52 = 7.054,23V$$

- b) Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

$$U'_{pa} = \frac{U_{pmáxacc}}{1 + \frac{6 \cdot \rho_s^*}{Z_b}} = \frac{7.054,23}{1 + \frac{6 \cdot 3000}{1.000}} = 371,28 V$$

- c) Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT:
Según la siguiente figura de los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta.



| Duración de la corriente de falta, t(s) | Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V) |
|---|--|
| 0,05 | 735 |
| 0,10 | 633 |
| 0,20 | 528 |
| 0,30 | 420 |
| 0,40 | 310 |
| 0,50 | 204 |
| 0,60 | 185 |
| 0,70 | 165 |
| 0,80 | 146 |
| 0,90 | 126 |
| 1,00 | 107 |
| 2,00 | 90 |
| 5,00 | 81 |
| 10,00 | 80 |
| > 10,00 | 50 |

U_{ca} será 528V, para el tiempo especificado de 0,16 s.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin

resistencias adicionales, como las de contacto con el terreno o las del calzado, se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} = 10 \cdot 528 = 5280 \text{ V}$$

d) Verificación del cumplimiento con la tensión de paso.

Como, $U'_{pa} = 371,28 < 5.280 \text{ V}$ el electrodo considerado, **CPT-CTL-5P2, cumple con el requisito reglamentario.**

- Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión que aparece en la instalación.

$$V = I'_{1F} \cdot R_{TOT} = 2.431,19 \cdot 2,90 = 7.054,23 \text{ V}$$

Como, $V = 7.054,23 < 10.000 \text{ V}$ el electrodo considerado, **CPT-CTL-5P2, cumple con el requisito reglamentario.**

1.4. Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

Con:

$$\sigma = 100 \text{ } \Omega \cdot \text{m.}$$

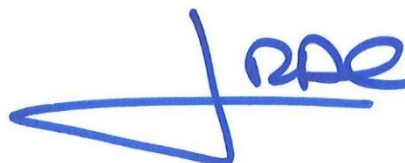
$$I_d = 4.500 \text{ A.}$$

Obtenemos el valor de dicha distancia: $D_{mín} = 71,62 \text{ m.}$

1.5. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



AVIFAUNA

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

ESTUDIO AVIFAUNA

1. OBJETO

El presente Anexo a dicho Proyecto, tiene como fin definir las características de la línea proyectada, en lo que referido al cumplimiento de:

- Real 32/1998, de 30 de abril, por el que se establecen normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de Alta tensión, Decreto 223/2008 de 15 de febrero.
- Reglamento de Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Normativa particular de la empresa distribuidora.
- (Zona ZEPA). 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 aéreas de alta tensión.

2. MEDIDAS A APLICAR

Las medidas serán aplicadas para toda la instalación y quedarán reflejadas en los planos MT04, MT05 y MT06.

Medidas protectoras

- No se emplearán aisladores rígidos
- No existirán puentes por encima de las cabeceras de los apoyos
- No existirán seccionadores por encima de la cabecera de los apoyos
- Los puentes por debajo de la cabecera de apoyos quedaran aislados en apoyo de derivación o protección y apoyos de fin de línea.
- Existirá una separación mínima de 0,7m entre los elementos en tensión y armados de los apoyos o zonas de posada de los mismos.

Características de los materiales

- Se colocarán cadenas de amarre en los apoyos nº474, nº475 y nº476 para que la distancia sea entre el conductor y la cruceta mayor de 0,7 metros (aislador U70YB30P AL).
- Los puentes aislados serán realizados utilizando conductor aislado o mediante cubrición con aislamiento eficaz del tipo preformado, fabricados a base de caucho de silicona sólida.

El conjunto de aislamiento y protección avifauna U70YB30P AL estará formado por:

- Aislador – bastón largo: de silicona rubber light grey.
- Espiral salvapájaros: de 20 mm de diámetro, de PVC.
- Herrajes norma 16 horquilla / bola: de acero galvanizado en caliente.
- Grapa de amarre: de aleación de aluminio fundido.

- Abrazadera: de acero

Y tendrá las siguientes características mecánico eléctricas:

| | |
|------------------------------|---------|
| Tensión más elevada | 30 kV |
| Línea de fuga | 1120 mm |
| Longitud total | 1170 mm |
| Longitud aislante mínima | 1020 mm |
| Peso aproximado del aislador | 2,5 kg |

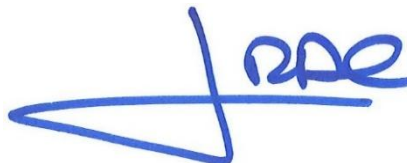
Según el "MT: 2.24.80, Soluciones tipo para protección de la avifauna", se aislarán todos los puentes en apoyos con cadena de amarre, incluyendo el aislamiento de las grapas en todos los casos.

Además de lo mencionado en el apartado anterior, en los apoyos con maniobra, también se aislarán en todas las cabezas de los aisladores y las bornas de conexión a dichos elementos de maniobra.

3. CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto en la presente memoria, así como los planos que acompaña creemos haber dejado perfectamente definido el cumplimiento de la normativa, con objeto de proteger la avifauna

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



ESTUDIO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTIA

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

ESTUDIO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

1. JUSTIFICACIÓN LEGAL Y OBJETIVOS

Artículo 1. Objeto.

El Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja tiene por objeto la aprobación de la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja, que figura como Anexo.

Artículo 2. Naturaleza de la Directriz.

La Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja es un instrumento de ordenación territorial que tiene naturaleza reglamentaria, ya que se trata de una Directriz de Actuación Territorial, regulada en el capítulo III del título I de la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja, relativo a los instrumentos de ordenación territorial de la Comunidad Autónoma de La Rioja, cuya aprobación se realiza por Decreto del Consejo de Gobierno de La Rioja.

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

El ámbito de aplicación de la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja se extiende a la totalidad del suelo no urbanizable de los municipios de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Artículo 4. Efectos de la aprobación de la Directriz.

La aprobación de la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja tiene como efectos los previstos en el artículo 28 de la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja, vinculando a la totalidad de los municipios de la Comunidad Autónoma de La Rioja de la manera que en ella se determina.

Artículo 5. Vigencia.

La Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja tendrá una vigencia indefinida, hasta tanto se proceda a su revisión o modificación, conforme a lo establecido en el artículo 25 de la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja.

Disposición derogatoria única.

Con la aprobación de esta Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja se deroga el Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja y el 'Título III. Normas de Aplicación en el Suelo No Urbanizable' y el 'Título IV. Normas de Aplicación en el Suelo No Urbanizable en Espacios de Catálogo', de las Normas Urbanísticas Regionales, aprobadas definitivamente mediante la Resolución del Excmo. Sr. Consejero de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, de 28 de junio de 1988.

Disposición final única. Entrada en vigor.

El presente Decreto entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el Boletín Oficial de La Rioja, es decir el 29 de mayo de 2019.

Los estudios de integración paisajística, valoran los efectos sobre el carácter y la percepción del paisaje de planes no sometidos a evaluación ambiental y territorial estratégica, **así como**

de proyectos y actuaciones con incidencia en el paisaje y establecen medidas para evitar o mitigar los posibles efectos negativos.

De ese modo, se redacta el presente anexo en virtud de la aplicación del Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja del que se desprende que para este tipo de infraestructuras resulta necesario elaborar un estudio de integración paisajística. De este modo, el paisaje actúa como un criterio condicionante de los nuevos crecimientos urbanos y la implantación de las infraestructuras, de tal manera que los planes que prevean el crecimiento urbano y los planes y proyectos de infraestructuras contendrán un estudio sobre la incidencia de la actuación en el paisaje.

Los estudios de integración paisajística, como el presente documento, tienen por objeto:

- Predecir y valorar la magnitud y la importancia de los efectos que las nuevas actuaciones, o la remodelación de las actuaciones ya existentes, pueden llegar a producir en el carácter del paisaje y en su percepción, y determinar estrategias para evitar impactos o mitigar posibles efectos negativos.
- Incluir la valoración de los impactos paisajísticos y visuales que produce una actuación sobre el paisaje.
- La valoración de la Integración Paisajística de una actuación analizará la capacidad o fragilidad de un paisaje para acomodar los cambios producidos por la actuación sin perder su valor o carácter paisajístico.
- La valoración de la Integración Visual valorará específicamente el posible Impacto Visual de una actuación en el paisaje en función de la visibilidad de la actuación.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología seguida para la elaboración del presente documento se puede resumir en los siguientes puntos.

2.1. Fase 1: Delimitación del ámbito de estudio

El ámbito de estudio considerado se localiza en el término municipal de Arnedillo (La Rioja). Para ello y partiendo del trazado de la Línea Eléctrica se ha realizado una envolvente de radio 3.500 metros. Se ha escogido este umbral como la distancia a partir de la cual los elementos que componen la Línea Eléctrica dejan de ser nítidos en condiciones normales de visibilidad. Por lo tanto, el análisis se centrará en el territorio que queda en el interior de estos 3,5 km, sin obviar los elementos que por su relevancia deban ser considerados en el presente estudio. Algunos de los elementos incluidos en esta área y que definen paisajísticamente el territorio es el municipio de Arnedillo y las carreteras LR-380 y LR-382.

2.2. Fase 2: Recopilación de información territorial

Recopilación de datos y trabajo de campo para obtener la información territorial necesaria para realizar un análisis paisajístico del territorio.

2.3. Fase 3: Análisis de Visibilidad

- Definición los puntos de observación estática y de corredores escénicos dinámicos.
- Cálculo de cuencas visuales desde los puntos de observación definidos previamente.
- Accesibilidad visual del territorio estudiado a partir de un modelo digital del terreno y de la combinación de las diferentes cuencas visuales de dichos observatorios.

La metodología usada para determinar las cuencas visuales desde los puntos de observación seleccionados (miradores, carreteras principales, y otros) emplea un Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta, que se ajusta a la topografía del área de estudio mediante un Modelo Digital del Terreno (MDT).

Para cada cuenca visual se establecen las distancias cortas (300 m), media (300-1.500 m) y larga (más de 1.500 m) a la Línea Eléctrica, a partir de la cual se trazan las líneas visuales. El mapa de accesibilidad visual muestra el grado de visibilidad del territorio en relación a la combinación de los distintos observatorios según su categoría, principal o secundaria.

Además, se ha establecido un umbral de nitidez visual de 3.500 m para los elementos de la línea, como distancia máxima a partir de la cual objetos físicos de estas características dejarán de ser elementos destacables en una escena paisajística, bajo las condiciones normales de visibilidad.

2.4. Fase 4: Delimitación de unidades de paisaje

En la primera aproximación se definen los tipos de paisaje presentes en el ámbito de estudio para tener un marco de referencia en el desarrollo del trabajo.

Los elementos del paisaje van a incidir de forma desigual a la hora de delimitar y jerarquizar unidades paisajísticas. En este sentido, los factores ambientales más relevantes van estrechamente vinculados a la escala de trabajo, puesto que, dependiendo de ésta, el nivel de detalle y la identificación de elementos varían considerablemente.

Para la primera aproximación al proceso, ajustar la delimitación de los Tipos de Paisajes, los elementos de mayor peso resultan determinantes la fisiografía, litología, vegetación, usos del suelo e hidrología del área de estudio.

A mayor nivel detalle, otros elementos paisajísticos que intervendrán para la delimitación de unidades y subunidades serán:

- Infraestructuras.
- Elementos de carácter histórico-patrimonial.
- Visibilidad.
- Recursos paisajísticos.

2.5. Fase 5: Inventario de recursos paisajísticos

La información para realizar el inventario de recursos paisajísticos se ha obtenido de las siguientes fuentes:

- Trabajo de campo.
- Fuentes bibliográficas.

A partir de las mismas se han elaborado fichas de los recursos paisajísticos detectados (recursos naturales, culturales, hitos paisajísticos, etc).

2.6. Fase 6: Valoración de la Integración Visual

En esta fase se analiza el posible Impacto Visual de la actuación en el paisaje en función de la intervisibilidad con los puntos de observación considerados en el estudio.

2.7. Fase 7: Valoración de la Integración Paisajística

Seguidamente se valora la integración del proyecto en el paisaje del entorno, analizando los cambios introducidos en la escena, y la capacidad o fragilidad de la misma para acomodar los cambios producidos por la actuación sin perder su valor o carácter paisajístico.

2.8. Fase 8: Medidas de Integración paisajísticas y Programa de Implementación

Finalmente se definen medidas de integración paisajística del proyecto para evitar, reducir o compensar los posibles efectos negativos que su desarrollo pueda ocasionar. Estas pretenden mitigar los efectos paisajísticos y visuales derivados del proyecto.

Un programa de Implementación específico definirá las medidas de integración a realizar, valoración económica, detalles de realización etc. quedando perfectamente definidas de forma que se asegure su asunción por el proyecto.

2.9. Fase 9: Cartografía y fotografías

Como representación gráfica de lo analizado se anexan una serie de mapas y un reportaje fotográfico de la zona de estudio considerada.

3. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA ACTUACIÓN

3.1. Antecedentes y objeto del proyecto

UTE Cidacos se encuentra construyendo una estación de tratamiento de aguas en el polígono 9 parcela 806 en el término municipal de Arnedillo (La Rioja). Para poder dotar de energía eléctrica a dicha ETAR se ha diseñado una línea aérea de alta tensión particular de 13,2 kV que dará servicio a un transformador de intermedia de 400 kVA.

El entronque se realiza de la línea aérea existente perteneciente a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U denominada "Cir. Cidacos STR Arnedo" (antigua línea a 13,2 kV Arnedo-Plan Cidacos deriv. a C.T. Préjano) inscrita con el AT/19.332, para ello se desmontará el apoyo nº174 y se instalará un nuevo apoyo nº174 con una cruceta recta con seccionador y con un vano destensado de 21,42 metros perteneciente a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes y objeto de otro proyecto en tramitación.

3.2. Emplazamiento de la instalación

El tramo de línea aérea y los apoyos nº474, nº475 y nº476 objeto de este proyecto se hallan en el municipio de Arnedillo (La Rioja) (ver planos SS00, SS01 y MT01).

3.3. Descripción del trazado de la línea

El proyecto está formado por: tres apoyos de celosía (nº474, nº475 y nº476), línea aérea de alta tensión (con cable LA-56), y centro de transformación prefabricado de superficie de 400 kVA denominado "ETAP Fase 2" (910407304), el cual está situado próximo al apoyo nº476 (ver planos SS00, SS01 y MT01).

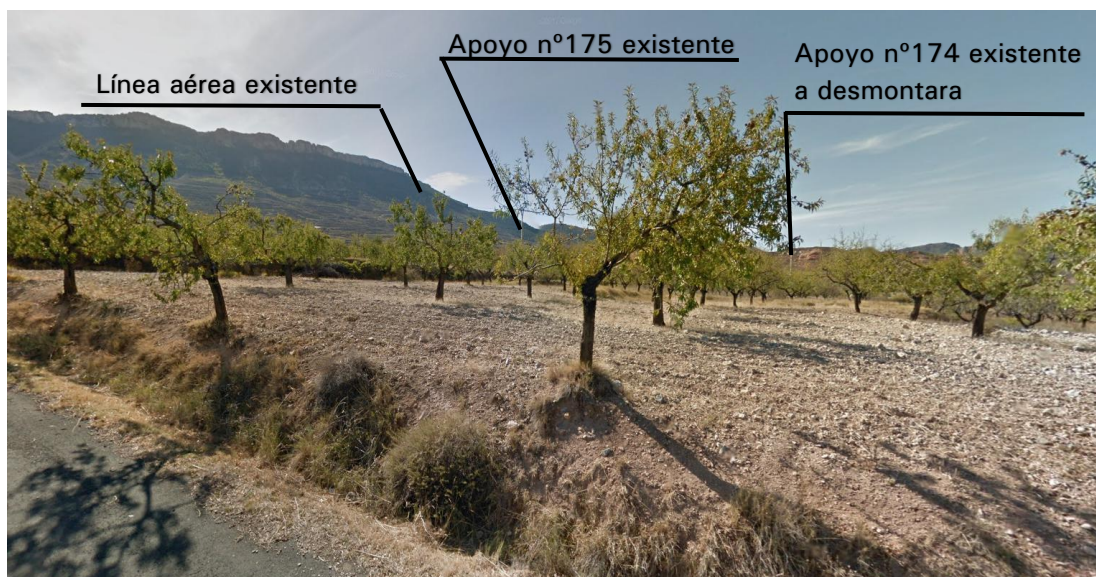
4. ÁREA DE ESTUDIO

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

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

La delimitación de la cuenca visual de la actuación se realiza mediante un modelo digital de las elevaciones (MDE) en los alrededores de la misma y la aplicación de técnicas de información geográfica (SIG) a dicho modelo para delimitar las áreas desde las cuales la actuación será visible y las áreas desde las cuales el área no será visible. Para dicho análisis de visibilidad se introduce como datos de partida en el SIG las dimensiones del tendido eléctrico aéreo previsto (18 metros de altura).

Este primer mapa de visibilidad se comprueba sobre el terreno, al objeto de identificar la cuenca visual real de la actuación en estudio, que quedará definida por la topografía, la presencia de la vegetación de los cultivos circundantes (que no queda interpretada en el MDE) y la distancia entre el observador y la actuación. Para ello, se toma como referencia los tendidos eléctricos existentes en la actualidad en la zona de estudio (ver foto adjunta).



Delimitación de la cuenca visual

A pesar de la amplitud visual definida "a priori" mediante SIG, durante las visitas a campo se comprueba que la visibilidad de la actuación prevista es considerablemente reducida. A pesar de la brusca orografía del entorno y los 12 metros que alcanzarán los apoyos n°474, n°475 y n°476, los cambios de rasante y el arbolado existentes limitarán, previsiblemente, la visibilidad del tendido a instalar.

La visibilidad del tendido aéreo se delimita entorno al umbral de nitidez de 500 metros, ya que se ha comprobado sobre el terreno que, a mayor distancia, la actuación no será visible, tomando como referencia los tendidos actualmente presentes en la zona, de dimensiones y características similares al apoyo previsto.

La cuenca visual se delimita sobre los caminos agrícolas existentes y las calles del propio municipio.

A pesar de la relativa proximidad de las carretera LR-380 y LR-382 (que se encuentran a escasos metros del ámbito de actuación y podrían constituir puntos de observación principales), sobre el terreno se comprueba que la actuación será levemente visible desde ellos.

En la siguiente imagen queda reflejada la cuenca visual de la actuación y en la figura adjunta se refleja también la ubicación de algunas fotografías realizadas en la zona, que permiten justificar la cuenca visual definida, pues apenas se percibe el ámbito de la actuación a escasa distancia.



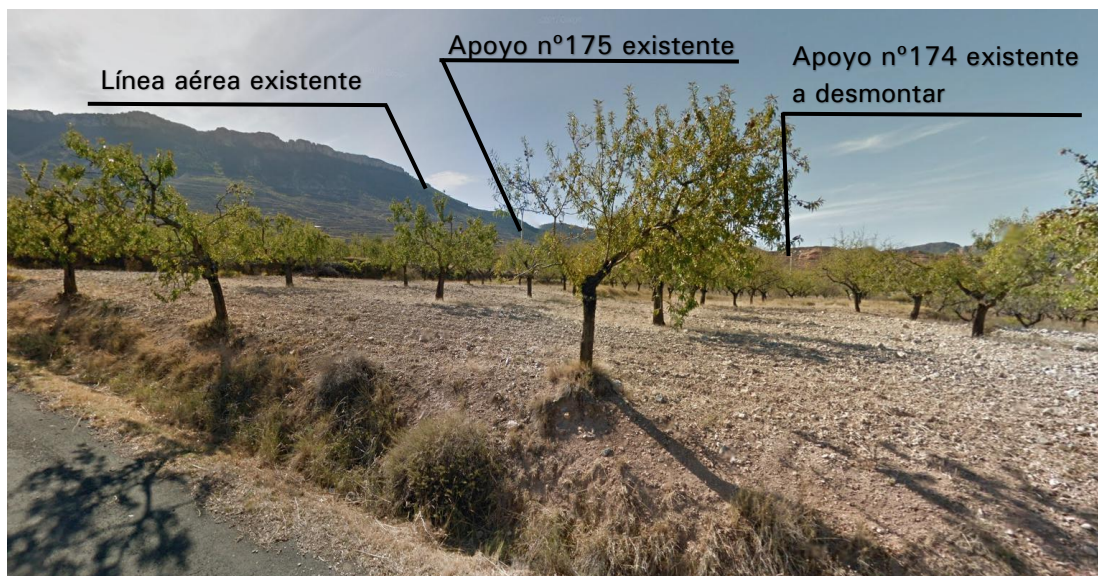


Foto 1



Foto 2

5. UNIDADES DE PAISAJE

Las Unidades de Paisaje se han definido considerando los elementos y factores naturales y/o humanos, que le proporcionan valor particular y lo hacen identificable o único.

Estas unidades se han definido independientemente de los límites administrativos, quedando enmarcadas en el contexto regional e integradas con unidades paisajísticas de las zonas adyacentes.

La identificación de unidades de paisaje resulta muy útil para lograr una gestión sostenible del territorio. La unidad paisajística se define como una porción del territorio con cierta homogeneidad en sus características perceptuales y cierto grado de autonomía visual.

5.1. Unidades de paisaje en un contexto local

La unidad paisajística queda definida como una porción del territorio cuyo paisaje ofrece cierta homogeneidad en sus características perceptuales, así como un cierto grado de autonomía visual.

Se han definido unidades de paisaje irregulares pero continuas, homogéneas desde el punto de vista de la percepción, donde uno o varios componentes del medio actúan como elementos definitorios. Los factores del medio y características consideradas para determinar estas unidades han sido:

- Geomorfología: relieve-suelo (terrenos llanos, alomados, laderas, etc.).
- Usos del suelo.
- Texturas y colores predominantes.
- Porte del estrato vegetal predominante y grado de cobertura.
- Estacionalidad de la vegetación.
- Presencia de masas de agua.
- Infraestructuras lineales, elementos de formas regulares.
- Escala, dominancia espacial.

Así se han definido una Unidades de Paisaje:

- **UP1. Tierras de cultivos**

Esta unidad ocupa toda la zona de estudio, salvo por las zonas urbanizadas. Los elementos que definen esta unidad de paisaje son: tierras agrícolas, además de viñas, recorreremos cultivos de cereal y olivos, antiguas terrazas que se cultivaban en tiempos pasados marcan escalones en el terreno, la morfología de la red parcelaria, los caminos de acceso a las fincas, las construcciones de tipo agrícola y las instalaciones de riego, que incluyen elementos del patrimonio hidráulico histórico del municipio.

Además de los cultivos de viñas, cereales y olivos, también encontramos algún frutal, como cerezos o pistachos. También hay otras especies silvestres que crecen en los cultivos abandonados o en las lindes de los caminos, coscojas, tomillos, rosales silvestres, hinojos y una infinidad de gramíneas.

Esta unidad ocupa una zona con relieve suave, prácticamente plano.

Se trata de una unidad completamente artificial, que es atravesada por infraestructuras presentes lineales como carreteras y caminos fundamentalmente.

5.2. Valor paisajístico

El valor paisajístico constituye el valor relativo que se asigna a cada unidad de paisaje por razones ambientales, visuales, sociales o culturales. Este valor resultará de la calidad paisajística, de los resultados del proceso de participación ciudadana y de las condiciones de visibilidad.

La valoración de la calidad paisajística, a través de la valoración del paisaje de las unidades y subunidades que componen el ámbito de estudio, es un ejercicio de importante dificultad porque exige la integración de los diversos valores que presenta el paisaje.

Entre ellos, cabe reconocer los valores derivados de los componentes geológicos y ecológicos del mismo y de su funcionamiento como sistema, y de los perceptivos o visuales que implica el análisis de las condiciones de visibilidad.

Para ello, la valoración debe ser realizada a partir de criterios sectoriales, sin que por ello se pierda la prevalencia del valor de conjunto como una combinación de elementos.

Aunque este estudio presenta cierto grado de subjetividad, aporta valoraciones basadas en criterios, apreciaciones y normas que la sociedad asume y que pueden ser subjetivas, pero no arbitrarias, de forma que quedan justificadas por criterios ampliamente aceptados.

5.2.1. Metodología y criterios de valoración

Calidad Fisiográfica

El valor de este componente describe las características fisiográficas y geomorfológicas dominantes en cada unidad de paisaje. La calidad se valora en función de dos aspectos, el desnivel y la complejidad topográfica. Este criterio pretende asignar una mayor calidad a unidades más abruptas, con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos dominados por formas llanas. Se obtiene con la expresión siguiente:

- Desnivel (d). Diferencia entre las cotas máxima y mínima de cada unidad. A mayor desnivel corresponde mayor calidad. El desnivel se ha calculado en función de la diferencia entre la cota máxima y mínima de cada unidad. Las unidades se han agrupado en cuatro intervalos de desnivel:

| | Clase | Desnivel | Valor asignado |
|---------------|---------|-------------------|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | < 100 m | BAJO |
| | Clase 2 | entre 100 y 500 m | MEDIO |
| | Clase 3 | entre 500 y 800 m | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | > 800 m | MUY ALTO |

Tabla: Valoración del desnivel

- Complejidad de las formas (tp). La calidad será mayor en las unidades con más porcentaje de superficie ocupada por formas de complejidad estructural. Para obtener esta clasificación se agruparon los tipos fisiográficos en función de ese parámetro:
Formas simples: Aluvial, coluvial, cono de deyección, ladera plana, plataformas, pendiente convexa, terraza, terraza degradada, vertiente, loma residual.
Formas complejas: Aluvial-coluvial, collado, rellano, cerro residual, vertiente irregular, escarpe de terraza, crestas, divisorias, islas, laderas, hombreras, escarpes.
- Se ha realizado una clasificación en función del porcentaje con que aparecen estas formas simples o complejas en cada una de las unidades de paisaje definidas, asignando mayor valor a aquellas unidades de paisaje que presentan más superficie ocupada de formas que indican complejidad estructural. Se valorarán implícitamente parámetros como singularidad y desarrollo vertical.

| | Clase | Tipología de las formas | Valor asignado |
|---------------|---------|---|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Formas simples | BAJO |
| | Clase 2 | Espacios de transición con predominio de formas simples | MEDIO |
| | Clase 3 | Espacios de transición con predominio de formas complejas | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | Formas Complejas | MUY ALTO |

Tabla: Valoración de la complejidad de las formas.

Vegetación y usos del suelo

Se trata de un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje por ser extensivo a todo el territorio. Se han tenido en cuenta la diversidad de formaciones (df), que es muy diferente desde el punto de vista paisajístico la calidad de una zona con mezclas irregulares de varias formaciones que la de una gran extensión homogénea, aunque su calidad visual sea buena. En segundo lugar se contempla la calidad visual de cada formación (cf), en la que se considerará mejor aquella que se acerque más a la vegetación natural, o aquellos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el territorio. Podemos obtener el valor final con la expresión:

- Diversidad de formaciones (Df). Se asigna mayor calidad a unidades de paisaje con mezcla equilibrada de cultivos, masas arboladas y matorral, que aquellas zonas con distribuciones dominadas por uno de los tres estratos. La diversidad de formaciones se ha agrupado en cuatro clases:

| | Clase | Diversidad de las formaciones | Valor asignado |
|---------------|---------|---|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Formaciones monoespecíficas | BAJO |
| | Clase 2 | Diversidad media | MEDIO |
| | Clase 3 | Uno de los estratos domina Parcialmente | ALTO |
| | Clase 4 | Elevada diversidad | MUY ALTO |

Tabla . Valoración de la diversidad de las formaciones.

- Calidad visual de las formaciones (Cf). Se valora con mayor calidad la vegetación autóctona, el matorral con ejemplares arbóreos y los cultivos tradicionales. En función de este criterio, se han establecido cuatro clases:

| | Clase | Calidad visual de las formaciones | Valor asignado |
|---------------|---------|---|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Vegetación degradada. Escasa cubierta vegetal | BAJO |
| | Clase 2 | Etapas de degradación. Pastizales | MEDIO |
| | Clase 3 | Bosques y matorrales desarrollados Cultivos tradicionales | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | Vegetación potencial (clímax) | MUY ALTO |

Tabla. Valoración de la calidad visual de las formaciones.

Presencia de elementos artificiales

Esta variable pretende reflejar el grado de humanización. La abundancia en el paisaje de estructuras artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Por tanto, se tendrán en cuenta en la valoración la presencia de elementos artificiales que tengan un valor histórico, cultural, etnológico, o patrimonial, otorgando una valoración positiva en este aspecto. Para medir la distribución de esta variable en el territorio se han utilizado los parámetros de densidad de carreteras, tendidos eléctricos y de telefonía, existencia de elementos puntuales negativos durante la observación y densidad de población, así como presencia de estos elementos antrópicos con valor patrimonial.

| | Clase | Elementos artificiales | Valor asignado |
|---------------|---------|---|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Núcleos urbanos. Densidad alta de carreteras, tendidos, y presencia de elementos disruptores. | BAJO |

| | | | |
|---------------|---------|--|----------|
| | | Ausencia de elementos artificiales de valor Patrimonial. | |
| | Clase 2 | Densidad media de carreteras, tendidos, o presencia de algún elemento disruptor. | MEDIO |
| | Clase 3 | Densidad baja de carreteras, tendidos, y ausencia de elementos disruptores. | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | Ausencia de carreteras, tendidos o elementos disruptores Presencia de elementos artificiales de valor patrimonial. | MUY ALTO |

Tabla. Valoración de los elementos artificiales.

Presencia de masas de agua

El valor de este componente dependerá de la presencia o ausencia de agua, y de las formas en que ésta se manifiesta en el territorio. Los criterios de valoración son los siguientes:

| | Clase | Tipología de las masas de agua | Valor asignado |
|---------------|---------|----------------------------------|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Ausencia de agua | BAJO |
| | Clase 2 | Red hidrográfica secundaria | MEDIO |
| | Clase 3 | Red hidrográfica primaria | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | Láminas de agua: Lagos y lagunas | MUY ALTO |

Tabla. Valoración de las masas de agua.

Composición

Este valor se puede definir como un elemento de síntesis, resultado de la combinación de los distintos aspectos visuales que conforman el medio físico, biótico y humano. El valor Composición surge de la agregación de interacción (i) y cromatismo (c).

- El valor interacción (i), viene definido por el grado de complejidad (cp) o número de elementos que se combinan y el grado de armonía o naturalidad (ar), asignándose los valores más altos a las composiciones de mayor complejidad y armonía. El valor de interacción se obtiene teniendo en cuenta el peso relativo de estos dos

| | Clase | Interacción | Valor asignado |
|---------------|---------|--|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Poco complejo Escasa diversidad Elevado carácter antrópico | BAJO |
| | Clase 2 | Equilibrio en la interacción de valores antrópicos y naturales | MEDIO |
| | Clase 3 | | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | Muy complejo Elevada diversidad de elementos Elevado carácter natural | MUY ALTO |

Tabla. Valoración de la interacción.

- El cromatismo (c) valora el color de la composición paisajística en función de criterios como diversidad, variabilidad estacional y contraste cromático.

| | Clase | Cromatismo | Valor asignado |
|---------------|---------|----------------------------------|----------------|
| Menor calidad | Clase 1 | Escaso contraste. Monocolor | BAJO |
| | Clase 2 | Diversidad media. Poco contraste | MEDIO |

| | | | |
|---------------|---------|---|----------|
| | Clase 3 | Diversidad media. Cromatismos contrastados | ALTO |
| Mayor calidad | Clase 4 | Elevada diversidad cromática Alto contraste cromático | MUY ALTO |

Tabla. Valoración del cromatismo.

Seguidamente se establece un valor de calidad visual en base a los criterios expuestos en el listado anterior para las unidades de paisaje.

| Calidad paisajística | |
|----------------------|----------------|
| Intervalos | Valor asignado |
| De 1 a 1,5 | MUY BAJO |
| De 1,6 a 2,2 | BAJO |
| De 2,3 a 2,8 | MEDIO |
| De 2,9 a 3,4 | ALTO |
| De 3,5 a 4 | MUY ALTO |

Tabla . Valoración de la calidad paisajística.

5.2.2. Fichas de Valor Paisajístico

A continuación, se asigna el valor paisajístico para la unidad de paisaje definida:

| FICHA CALIDAD PAISAJÍSTICA | | | | |
|----------------------------|---|--|------------|-----|
| Nombre | | U.P.01: Tierras de cultivos | | |
| Análisis paisajístico | Unidad de Paisaje de marcado carácter agrícola, caracterizado por una fisiografía llana y con abundante presencia de infraestructuras humanas: caminos rurales y carreteras secundarias, tendidos eléctricos y elementos agrícolas (acequias y pozos de riego, etc.) | | | |
| | Unidad de paisaje fuertemente antropizada por su carácter agrícola. <ul style="list-style-type: none">○ Terreno muy fraccionado en parcelas agrícolas de pequeño y mediano tamaño○ Abundante presencia de infraestructuras de regadío (acequias, pozos de riego...) y tendidos eléctricos para permitir su abastecimiento○ Numerosas carreteras y caminos agrícola○ Recursos paisajísticos presentes: los elementos característicos del paisaje son los elementos agrícolas que posee: acequias, pozos de riego... pero no se realiza inventario puesto que no constituyen elementos del Patrimonio relevantes, siendo muy cotidianos y frecuentes en la zona. | | | |
| Calidad paisajística | CALIDAD PAISAJÍSTICA | | | |
| | | | VALORACIÓN | |
| | FISIOGRAFÍA (FI) | Desnivel | 1 | 1 |
| | | Complejidad de las formas (tp) | 1 | |
| | VEGETACIÓN Y USOS (VG) | Diversidad de las formaciones (df) | 1 | 2 |
| | | Calidad visual de las formaciones (cv) | 3 | |
| | ELEMENTOS ARTIFICIALES (EA) | | 2 | |
| | AGUA (AG) | | 2 | |
| | COMPOSICIÓN (CM) | Interacción (i) | 2 | 1,5 |
| | | Cromatismo (cr) | 1 | |
| Total | | 1,7 (ajo) | | |



Tabla. Ficha de calidad paisajística de la unidad de paisaje “Tierras de cultivos”

5.3. Objetivos de calidad paisajística

El objetivo principal de calidad paisajística es la restauración y mejora del carácter existente a partir de la introducción de nuevos elementos.

Otros objetivos de calidad paisajística más concretos, que quedarán reflejados en las medidas de integración son:

- Mitigar la intrusión visual durante las obras desde los observatorios seleccionados en el apartado 9.2.
- Evitar la fragmentación de manchas paisajísticas homogéneas existentes en la propia unidad de paisaje (Tierras de cultivos).
- Armonizar la actuación con los elementos paisajísticos ya existentes en el entorno y que definen la identidad de la unidad de paisaje.
- Adecuar el proyecto a la topografía del terreno y los caminos y accesos existentes.

- Respetar la existencia de bienes etnológicos en este espacio, conservando los elementos patrimoniales de valor y adaptándolos al proyecto final.

6. RECURSOS PAISAJÍSTICOS

Se definen los recursos paisajísticos como aquellas áreas o elementos del territorio de relevancia de interés ambiental, cultural y visual. El proyecto de construcción de la Línea Eléctrica no afecta directamente a ningún recurso paisajístico.

7. VALORACIÓN DE LA INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

7.1. Identificación de fuentes potenciales de impacto paisajístico

Las principales fuentes potenciales de afección sobre el paisaje son las derivadas de las actuaciones contempladas en el proyecto de construcción de la Línea Eléctrica. Estas actuaciones conllevarán alteraciones que van a repercutir en efectos sobre el paisaje y el carácter de la escena.

Las actuaciones que en el proyecto de construcción de la Línea Eléctrica serán susceptibles de causar los principales efectos sobre la escena son el movimiento de tierras y desbroce para acondicionamiento del terreno (apertura de accesos y cimentaciones) así como la entrada de maquinaria para realizar dichas labores.

7.2. Caracterización de los impactos potenciales

En este apartado se va a abordar la caracterización de los posibles efectos producidos sobre la escena paisajística, de manera que se contemplarán para cada fase del proyecto a desarrollar.

Los efectos paisajísticos derivados de esta actuación, en líneas generales, son la pérdida de calidad paisajística por la inclusión de elementos artificiales en la escena como resultado de la instalación de los apoyos y tendido del cableado para la Línea Eléctrica en una zona relativamente libre de edificaciones y homogénea debido a la presencia continua de cultivos.

La importancia del impacto causado estará en función de diferentes características. Con carácter general el efecto visual será mayor cuanto mayor sea el contraste introducido por la actuación. Este efecto será menor cuanto mayor sea la distancia a la que se encuentra el observador. Por último, el efecto será mayor cuanto mayor sean la calidad y la fragilidad visual en la zona de estudio.

La caracterización del efecto paisajístico de la actuación sobre las condiciones del paisaje previo se hace en base a los siguientes aspectos:

- Escala de actuación y la extensión física del impacto.
- Efecto beneficioso o adverso del impacto sobre el valor del paisaje.
- Incidencia, identificando los impactos directos sobre elementos específicos del paisaje y los indirectos que incidan sobre el patrón que define el carácter del lugar.
- Duración, diferenciando si el impacto va a repercutir sobre el paisaje a corto, medio o largo plazo, tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento o vida de la actuación propuesta.
- Persistencia o reversibilidad del impacto sobre el paisaje.
- Individualidad, indicando el carácter singular o acumulativo con otros del impacto.

7.2.1. Fase de construcción

Los efectos visuales relacionados con la pérdida de la calidad paisajística se producen por la apertura de accesos hasta los apoyos, preparación del terreno y desbroce de vegetación, generación de polvo, cimentación y levantamiento de las torres, momento en el que se introducen elementos artificiales que restan calidad.

Por tanto, el efecto por pérdida de calidad paisajística se considera de escala media, directo, negativo, a corto plazo, reversible y acumulativo.

7.2.2. Fase de funcionamiento

En esta fase se contemplan los impactos producidos sobre el paisaje una vez construida la Línea Eléctrica.

En este sentido, se realiza un análisis bajo la premisa de que ya no existe maquinaria en movimiento ni estarán presentes las instalaciones auxiliares de la obra, de tal manera que la valoración del impacto será originada por la presencia en el paisaje de los componentes constituyentes de la línea.

Se considera que en esta fase se habrán adoptado las medidas preventivas y correctoras pertinentes. El efecto por pérdida de calidad paisajística se considera de escala media, directo, negativo, a largo plazo, reversible y acumulativo.

7.3. Valoración de la integración paisajística

El grado de sensibilidad del paisaje sirve para determinar la susceptibilidad al cambio que introduce la actuación; por consiguiente, se establecerá que el paisaje es más sensible al cambio cuanto menos capacidad tenga de adaptación, es decir, cuanto más le afecten las distintas transformaciones. Esta sensibilidad se determinará en función de los siguientes aspectos:

- Singularidad o escasez de los elementos del paisaje considerados a escala local.
- Capacidad de transformación de las Unidades de Paisaje y de los Recursos Paisajísticos a acomodar cambios sin una pérdida inaceptable de su carácter o que interfiera negativamente en su valor paisajístico.
- Objetivos de calidad paisajística de las Unidades de Paisaje del ámbito de estudio. A continuación, se procederá a la valoración de los mismos según la siguiente escala:
 - Insignificante
 - Leve
 - Moderado
 - Sustancial

7.3.1. Fase de construcción

Se produce un efecto por intrusión debido a la presencia de determinados elementos como grúas y camiones que contribuyen a la percepción de una escena desordenada, poco coherente y banalizada, siendo esta situación temporal y circunscrita a la duración de las obras. En este sentido, hay que señalar que el entorno circundante que rodea a la Línea Eléctrica es fundamentalmente una gran extensión de cultivos.

Por todo ello, el efecto por pérdida de la calidad paisajística se considera LEVE.

7.3.2. Fase de funcionamiento

El impacto por pérdida de calidad paisajística durante la fase de funcionamiento se considera MODERADO, debido a la introducción de nuevos elementos artificiales, ya que la nueva infraestructura resaltará entre la multitud de cultivos existentes en el entorno y se sumará a la multitud de línea eléctricas presentes en el entorno.

La línea eléctrica tiene una longitud de 20 m de simple circuito.

Hay que señalar que la calidad paisajística de la Unidad de Paisaje Tierras de Cultivos donde se ubicará la Línea Eléctrica se considera Muy Baja. Por último, se entiende que se han adoptado las medidas de integración necesarias para lograr una coherencia aceptable con el entorno existente.

8. VALORACIÓN DE LA INTEGRACIÓN VISUAL

8.1. Análisis visual

El factor de Incidencia Visual opera en la ordenación y gestión del medio como un condicionante que limita las posibilidades de uso del territorio. La incidencia visual o visibilidad del territorio desde zonas frecuentadas por la población hace referencia al concepto de Accesibilidad Visual, y su determinación se basa en el análisis de cuencas visuales.

El observador (quién percibe) es uno de los tres elementos participantes en el proceso de percepción, junto a la escena (qué se percibe) y las características del campo visual (cómo se percibe). La existencia de otros, miradores o zonas frecuentadas cobra una especial importancia en la determinación de las cuencas visuales y el análisis de intervisibilidad.

Las condiciones atmosféricas influirán en la percepción del paisaje, de modo que hay que tener en cuenta que las habituales brumas que se forman en las depresiones bajo las condiciones climáticas reinantes en ámbitos mediterráneos, supondrán limitaciones a la visibilidad del proyecto.

Los Puntos de Observación son los lugares del territorio desde donde se percibe principalmente el paisaje. De este modo, se seleccionan los puntos de vista y secuencias visuales de mayor afluencia pública. Para la delimitación de las cuencas visuales en la zona de estudio se han establecido dos categorías de ubicaciones o puntos de observación, que han sido objeto de este análisis.

Estos focos de observación se clasificarán como principales y secundarios, en función del número de observadores potenciales, la distancia y la duración de la visión.

Para cada punto de observación se delimitará la cuenca visual o territorio que puede ser observado desde el mismo, definiendo distancias cortas (hasta los 300 m), medias (de 300 a 1500 m) y un plano lejano (más de 1500 m). Además, se limita el radio de acción de la cuenca visual a los 3500 m, distancia a partir de la cual se asume que el proyecto pierde nitidez en la escena paisajística.

Los puntos de observación pueden ser de carácter estático o dinámico.

Es necesario indicar que el MDT (Modelo Digital del Terreno) utilizado no tiene en cuenta el valor de la vegetación, por lo que el resultado del cálculo de las distintas cuencas visuales podría no mostrar la realidad visual exacta, en cuyo caso se explicará en la ficha correspondiente a cada punto de observación.

8.2. Puntos de observación y cuencas visuales

8.2.1. Puntos de observación estáticos



Se trata de ubicaciones donde un observador posee mayor capacidad para recibir e interpretar la escena que se percibe desde el entorno. Las implicaciones con respecto a la percepción del paisaje en este observador serán mayores al seleccionar voluntariamente esta ubicación, más si cabe si se trata de un mirador u observatorio del paisaje reconocido formal u oficialmente.

Se han catalogado como observatorios de rango principal por el volumen potencial de observadores los núcleos urbanos. El resto quedan como observatorios estáticos secundarios.

8.2.2. Corredores visuales

Los observatorios dinámicos han sido llamados así al entender que la observación se realiza en circunstancias dinámicas, es decir, en movimiento desde las carreteras o vías de comunicación, que a estos efectos actúan como auténticos corredores visuales. Se entiende que la percepción desde estos corredores se realiza en los desplazamientos diarios de los observadores y la duración es de pocos segundos.

8.3. Áreas de visibilidad

| Unidad de paisaje | U.P.01: Tierras de cultivo | |
|--------------------------|--|---|
| Observadores potenciales | El número de espectadores es bajo, además de tratarse de un tipo de observación diaria. Se incluyen los habitantes de los núcleos urbanos de Santa Eulalia Bajera y Santa Eulalia Somera: 111 y 46 habitantes respectivamente. |   |
| Clasificación | Principal | |
| Tiempo de observación | En función de los obstáculos con que cuente. Será una observación continua para aquellas viviendas o calles que no cuenten con obstáculos (otros edificios, árboles, etc) en la visual hacia la Línea Eléctrica. | |
| Plano | Plano cercano. Distancia entre 0 -100. metros a los apoyos del tramo aéreo de la Línea Eléctrica | |
| Análisis visual | En primer lugar, hay que resaltar que el MDT empleado no tiene en cuenta la altitud de la vegetación, elementos verticales estos que ejercen un claro efecto de obstáculo en la visual hasta la Línea Eléctrica. Se observarán los apoyos nº474, nº475 y nº476 que conforma el tramo aéreo de la Línea Eléctrica. | |
| AFECCIÓN VISUAL | Potencial: BAJA Real: MEDIO-BAJA | |

| Unidad de paisaje | U.P.01: Tierras de cultivo | |
|--------------------------|--|--|
| Observadores potenciales | El número de espectadores es bajo, además de tratarse de un tipo de observación diaria. Se incluyen los habitantes de los núcleos urbanos de Santa Eulalia Bajera y Santa Eulalia Somera: 111 y 46 habitantes respectivamente. | |
| Clasificación | Principal | |
| Tiempo de observación | En función de los obstáculos con que cuente. Será una observación continua para aquellas viviendas o calles que no cuenten con obstáculos (otros edificios, árboles, etc) en la visual hacia la Línea Eléctrica. | |
| Plano | Plano cercano. Distancia entre 0 -100. metros a los apoyos del tramo aéreo de la Línea Eléctrica | |
| Análisis visual | En primer lugar, hay que resaltar que el MDT empleado no tiene en cuenta la altitud de la vegetación, elementos verticales estos que ejercen un claro efecto de obstáculo en la visual hasta la Línea Eléctrica. Se observarán los apoyos nº474, nº475 y nº475 que conforma el tramo aéreo de la Línea Eléctrica. | |
| AFECCIÓN VISUAL | Potencial: BAJA Real: MEDIO-BAJA | |



8.4. Identificación de impactos visuales

El desarrollo del proyecto implica la inclusión en la escena existente de los elementos visuales que siguen a continuación:

- Líneas. Las líneas rectas van a dominar en una actuación en la que las formas geométricas son las protagonistas. La dominancia de la actuación es claramente vertical, puesto que se introducen una serie de construcciones (apoyos) en altura (12 m apoyos nº474, nº475 y nº476).
- Colores y materiales. Dominan las tonalidades grises metálicas típicas de los apoyos de las Líneas Eléctricas. A medida que transcurre el tiempo, la exposición de los materiales a la intemperie elimina el brillo, lo que repercute en que la torre eléctrica destaque en la escena en menor medida.
- Textura. La textura se torna más gruesa, con la introducción de elementos artificiales. En los planos lejanos, la textura no sufrirá cambios considerables, debido a la pérdida de nitidez en la percepción tanto por la distancia como por la presencia de edificaciones y vegetación que puede obstaculizar la visión del proyecto.
- Escala. La escala es la relación existente entre un objeto y el espacio en el que se sitúa. La ocupación física del proyecto no es de magnitud, 94,02 m aéreos. Como se ha mencionado anteriormente, se establece un límite visual de 3,5 km, considerada como la distancia máxima a partir de la cual objetos de estas características dejarán de ser percibidos como elementos nítidos en una escena paisajística, bajo condiciones normales de visibilidad.
- Espacio. El espacio y la percepción del paisaje a grandes rasgos no se ve alterado en gran medida, puesto que no hay grandes miradores desde los que tener una gran panorámica de la zona de intervención.
- La infraestructura resaltará entre los cultivos existentes en el entorno, aunque hay que señalar la presencia de construcciones y edificaciones dispersas e infraestructuras lineales (carreteras, caminos y líneas eléctricas) en el mismo.

8.5. Valoración de la integración visual

En este apartado se valora el posible Impacto Visual de la actuación en el paisaje en función de la visibilidad. Para ello se valorará la pérdida de calidad visual en una de las siguientes categorías;

- Insignificante
- Leve
- Moderado
- Sustancial

8.5.1. Fase de construcción

Se produce un efecto por intrusión visual debido a la presencia de determinados elementos como grúas y camiones que contribuyen a la percepción de una escena desordenada, poco coherente y banalizada, siendo esta situación temporal y circunscrita a la duración de las obras. El impacto visual en esta fase se considera LEVE, debido a la ubicación de la Línea Eléctrica en una zona no demasiado urbanizada.

8.5.2. Fase de funcionamiento

El impacto sobre la pérdida de calidad visual se considera LEVE. La actuación es visible desde los puntos 1 y 2 descrito en el apartado 8.3.

Respecto a la visibilidad desde otros núcleos urbanos, hay que señalar que la morfología de la zona de estudio con un relieve brusco posibilita que la zona de actuación no sea visible desde las edificaciones situadas en el interior del casco urbano.

9. PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

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

9.1. Medidas preventivas de proyecto

9.1.1. Localización de la Línea Eléctrica

La localización de la Línea Eléctrica se sitúa fuera de las zonas más sensibles paisajísticamente existentes en la zona de estudio:

- Santa Eulalia Bajera
- Santa Eulalia Somera

9.1.2. Análisis de alternativas

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

Criterios técnicos

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

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

Criterios ambientales

La principal medida preventiva para atenuar la incidencia de la futura línea eléctrica sobre el medio circundante consiste en la elección, en la fase de proyecto, de un corredor que, siendo técnicamente viable, evite las zonas más sensibles y presente, una vez cumplida esta premisa, la menor longitud posible. Para ello, deben atenderse las siguientes recomendaciones sobre cada uno de los diferentes elementos del medio:

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

9.2. Medidas preventivas durante la fase de construcción

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

9.2.1. Medidas de mitigación de la intrusión visual durante de las obras

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

9.2.2. Protección y conservación de la vegetación existente

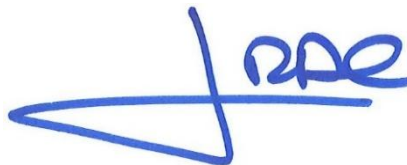
- Se minimizará la afección a la vegetación arbórea existente en el entorno inmediato de la Línea Eléctrica.
- El material vegetal procedente del desbroce y limpieza inicial del terreno será acumulado por separado y transportado hasta un vertedero autorizado.

9.3. Medidas correctoras

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

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

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN TÉCNICO-JURÍDICA

El Real Decreto 1627/1997 supone una novedad en el marco normativo sobre la seguridad e Higiene en el trabajo. Entre las nuevas exigencias se encuentra la necesaria realización de una documentación referente a los aspectos sobre la seguridad de la obra que se vaya a ejecutar.

En cumplimiento de las prescripciones del referido Reglamento corresponde realizar para la obra que nos ocupa un ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD, en virtud del art. 4.2 del citado RD. Este estudio básico debe recoger las normas de seguridad aplicables a la obra de que se trata, con identificación de los riesgos que estén presentes, así como las medidas técnicas dispuestas en orden a su disminución. Se debe incluir asimismo la relación de equipos de protección que se utilizan, incluyendo también aquellas informaciones útiles para la posterior realización de trabajos sucesivos que pudieran ser previsibles.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa instaladora (y sus contratistas, si las hubiere) para llevar a término sus obligaciones en materia de prevención de los riesgos laborales facilitando el desarrollo de las obras bajo el control de la Dirección Técnica de la misma en consonancia con lo exigido por el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

Si se contratara alguna empresa auxiliar para el desarrollo de los trabajos, el adjudicatario de las obras es responsable solidario con la principal de cualquier incumplimiento en esta materia (art. 42.20 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales).

Por último hay que tener en cuenta que en cada obra las situaciones de riesgo son distintas, aunque el trabajo a realizar sea prácticamente el mismo, por lo que habrá que realizar este estudio en cada una de las obras adaptándolo a sus propias características.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

Resultan aplicables el Real Decreto 1627/97, sobre seguridad en obras de construcción en relación con La Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y sus Reglamentos de desarrollo, en especial el RD 39/96 sobre los Servicios de Prevención.

Las Instalaciones responderán a los Proyectos tipo y se ajustarán a lo dispuesto en la normativa vigente:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (en adelante RLAT) y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, así como a las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT) aprobadas por Orden de 9 de Mayo de 2014.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias ITC BT-01 a ITC-BT 51.(Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto)

- Otras disposiciones Oficiales, Decretos, O. Ministeriales, Resoluciones de la Dirección General de la Energía, etc., que modifican o puntualizan el contenido de los citados.
- Normativa de Iberdrola, en la que se recoge la anterior, así como las Normas y Recomendaciones UNESA.

Resultan de aplicación asimismo, las siguientes normas de la Compañía suministradora:

Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 KV) y baja tensión, según MTDYC 2.03.20 por las que se fijan:

- Las condiciones técnicas y de aplicación de los Proyectos tipo.
- Las características de los materiales.
- La ejecución de las instalaciones.
- La recepción técnica de las instalaciones.
- Plan Básico de prevención de riesgos para empresas contratistas.

3. IDENTIFICACIÓN DE TRABAJADORES EXPUESTOS EN LA OBRA

Tanto en el caso de intervenir en la obra trabajadores de distintas empresas como de una sola empresa, se deberá dejar constancia documental de sus datos nominales, cargo y experiencia, así como de posibles sensibilidades y características personales.

| Jefe de equipo |
|----------------|
| Oficial |
| Oficial |
| Oficial |
| Oficial |

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Con objeto de atender la petición de energía eléctrica de la nueva edificación de un nuevo bombeo, se proyecta la construcción del necesario Centro de Transformación línea aérea de alimentación al mismo, descritos y reflejados en los distintos documentos del proyecto.

5. DESCRIPCIÓN POR FASES DEL PROCESO

5.1. Fase de actuaciones previas: replanteo

El constructor, una vez firmada el acta de replanteo y antes del comienzo de la obra, comprobará que han sido reflejadas en el proyecto las modificaciones para adecuarlas a la realidad de la obra. Las variaciones se comunicarán al director de la obra y al encargado de recepción de la obra.

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, mediante el cual el topógrafo marca la zona de terrero donde se colocarán los distintos elementos integrantes del Centro de transformación, en su caso. Se pondrán señales de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:

- Caídas en el mismo nivel

- Generación de polvo
- Pisadas sobre objetos
- Factores climáticos de frío o calor
- Contactos con líneas eléctricas existentes

Medidas preventivas de seguridad:

- Se llevará a cabo una inspección visual por las personas encargadas de realizar el replanteo sobre el terreno de modo que se observen los lugares donde se sitúen posibles líneas eléctricas aéreas u otros servicios.
- Se confirmará y verificará existencia o inexistencia de instalaciones subterráneas en el lugar (gas, agua, pozos).
- estará absolutamente prohibida la presencia de trabajadores operando en planos inclinados en lugares de fuerte pendiente, así como debajo de macizos horizontales.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad

5.2. Fase de excavaciones

Se procede a realizar las excavaciones y zanjas por medios mecánicos (retroexcavadora y pala mecánica) donde se colocará el CM.

Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:

- Caídas en el mismo nivel y Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Vuelcos
- Contactos con líneas eléctricas e infraestructuras urbanas existentes
- Proyección de partículas
- Ruido y vibraciones
- Desplomes de taludes

Medidas preventivas de seguridad: PALAS Y RETROEXCAVADORAS:

- Para subir y bajar de la pala o retroexcavadora utilizar los peldaños dispuestos para ello y subir de forma frontal, asistiéndose con las manos. No realizar ajustes con la máquina en movimiento o el motor funcionando, para ello apoyar en el suelo el cazo o cuchara, parando el motor, poniendo el freno de mano y bloqueando la máquina. No poner trapos grasientos o combustible sobre la máquina. Seguir un mantenimiento de la máquina. En operaciones de limpieza con aire a presión colocarse guantes, mascarilla, mono y mandil. No liberar los frenos de la máquina en posición de parada sin instalar antes los tacos de inmovilización.
- Las palas y retros deben tener pórtico de seguridad en la cabina para su conductor. Revisar los puntos de escape del motor periódicamente. Debe existir botiquín de

primeros auxilios en la máquina. Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha o con el cazo izado sin apoyar en el suelo.

- La cuchara permanecerá lo más cercana posible al suelo en los desplazamientos de tierras. Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara de la pala o retro. Deberán estar dotadas de extintor revisado al día. Deberán disponer de luces y bocina de retroceso. Los conductores, antes de iniciar nuevos recorridos deberán comprobar a pie los terrenos a recorrer. Se prohíbe mover grandes cargas en caso de fuertes vientos.
- En retroexcavadoras se prohíbe realizar movimientos de tierras sin poner en servicio antes los apoyos hidráulicos de inmovilización. Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de esfuerzo de la máquina. El cambio de posición se realizará situando el brazo en el sentido de la marcha. Se instalará una señal de peligro sobre una pica o estaca (o señal móvil) en el límite de la zona de actuación de la máquina.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad
- Cinturón anticaída

5.3. Fase de colocación de tierras

Se realiza mediante la colocación de las tierras de herraje. Mediante un sistema equipotencial unido con cable de cobre se colocan las picas correspondientes en toda la superficie del centro.

Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:

- Atropellos, atrapamientos y colisiones originados por maquinaria y vehículos
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos
- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Generación de polvo
- Choques entre vehículos
- Contactos con líneas eléctricas
- Sobreesfuerzos, golpes por herramienta
- Proyección de partículas y objetos

Medidas preventivas de seguridad:

- Alternar las tareas para evitar sobreesfuerzos físicos en el montaje de las tierras, alternar las tareas entre los operarios.
- Mantener una adecuada ordenación de los materiales delimitando las zona de trabajo. Mantener en condiciones de limpieza y libre de obstáculos la zona de trabajo.
- Verificar el buen estado de las herramientas a utilizar, tanto de las herramientas de mano como de las hidráulicas.
- Señalizar la zona de trabajo de manera que quede prohibida la circulación de vehículos y personas en la zona.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado
- Mono de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad

5.4. Fase de acopio y transporte de materiales

Se realiza mediante la selección de los materiales a emplear en el propio almacén de la empresa instaladora o en otros almacenes donde se encuentren los materiales a utilizar: Se transportarán por medios propios de la empresa o ajenos (grúas o camiones con pluma). El material se deposita a pie de obra para su posterior instalación, construcción y montaje.

Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:

- Atropellos, atrapamientos y colisiones originados por maquinaria y vehículos
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos
- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Generación de polvo
- Choques entre vehículos
- Contactos con líneas eléctricas
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas de seguridad:

- Mantener una adecuada ordenación de los materiales delimitando las zonas de apilamiento. Mantener en condiciones de limpieza y libre de obstáculos la zona de almacenaje.
- El acarreo de materiales debe realizarse por medios mecánicos siempre que sea posible para evitar sobreesfuerzos. No se izarán cargas manualmente superiores a 25 kilogramos.
- Para la manipulación manual de objetos, mantener la espalda recta; deben estar limpios y sin sustancias resbaladizas; la base de apoyo de los objetos debe ser estable, en otro caso se deberá proceder a estabilizar. Utilizar medios auxiliares siempre que sea posible en estas tareas de transporte (carretillas de mano, etc.).
- Para los vehículos: los elementos de seguridad deben estar en buen estado (frenos, resguardos, etc.); Revisar las ITV. Utilizar los vehículos sólo para el fin establecido; limitar la velocidad de circulación en el recinto de la obra a 15 Km./h en zonas con trabajadores. Los medios de transporte automotores dispondrán de pórtico de seguridad; para las plumas de los camiones: respetar la capacidad de carga del elemento de carga/descarga; la pluma debe orientarse en el sentido de los vientos dominantes y ser puesta en veleta (giro libre), desenfrenando el motor de orientación.
- En camiones de transporte: CARGA Y DESCARGA: Antes de iniciar las operaciones de carga y descarga disponer el freno de mano del vehículo y calzos en las ruedas. Las operaciones de carga y descarga serán dirigidas por una persona experta, además de contar con la asistencia de al menos otras dos personas, que sigan sus indicaciones.
- En camiones de transporte: TRANSPORTE: El colmo máximo permitido de los materiales no sujetos no podrá superar la pendiente ideal del 5% y se cubrirán con lonas atadas en previsión de desplomes. La carga de los vehículos debe disponerse de forma adecuada quedando uniformemente repartida; se atará la carga con

- cadenas, cuerdas, sirgas o medios adecuados que la dejen sujeta y sin posibilidad de desplazamiento; los vehículos se desplazarán cautelosamente una vez cargados.
- En camión-grúa y grúa autopropulsada: Antes de iniciar maniobras se calzarán las ruedas y los gatos estabilizadores. Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad. Se prohíbe superar la capacidad de carga de la pluma o elemento de carga bajo ningún concepto. Las rampas de acceso a los tajos no superarán el 20% en evitación de vuelcos. Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga. Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.
 - Las cargas en suspensión se guiarán mediante guías de gobierno. Se prohíbe la presencia de personas en torno al camión-grúa o grúa a menos de 5 metros de distancia. Se prohíbe el paso y permanencia bajo cargas en suspensión. Se prohíbe realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se balizará la zona de trabajo siempre que se altere por la ubicación de la máquina la normal circulación de vehículos, señalizando con señales de dirección obligatoria.
 - Para operadores de camión-grúa o autopropulsada: Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros, con pendiente o propensos a hundimientos. Evitar pasar el brazo articulado sobre el personal. Subir y bajar del camión por las zonas previstas para ello. Asegurar la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Levantar una sola carga cada vez. No permitir que nadie se encarama o suba sobre la carga. Limpiar el calzado del conductor de barro o grava antes de iniciar maniobras para evitar resbalones sobre los pedales. No permitir trabajos o estancias de trabajadores bajo cargas suspendidas. No realizar arrastres de cargas ni tirones sesgados. Mantener la vista en la carga y su zona de influencia. No abandonar la máquina con cargas suspendidas. Antes de poner en servicio el camión-grúa comprobar el frenado. Utilice las prendas de protección que se le indique en la obra.
 - El anclaje de las máquinas y aparatos que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones se realizará de modo que se logre su óptimo equilibrio estático y dinámico, tales como bancadas cuyo peso sea superior 2 veces al menos al de la máquina que soportan, por aislamiento de la estructura general o por otros medios técnicos (art. 3 1 OGSHT).
 - En trabajos en altura: colocar protección perimetral de 0,90 metros con plintos y rodapiés de 15 cm. al menos. Entre la base de la plataforma de trabajo y la barandilla de 90 cm. deben colocarse cercas o arriostramiento capaces de soportar una carga de 150 Kg. por metro lineal. Utilizar cinturones anticaída y equipos de protección individual.
 - Condiciones del local: El centro estará construido de materiales incombustibles; no estará atravesado por canalizaciones o tuberías, no se colocará debajo de cuartos de baño o instalaciones con peligro de humedades o inundaciones; los muros que separen el local serán de ladrillo macizo (25 cm. de espesor) LI hormigón armado (12,5 cm.). Si existen viviendas el muro será doble con una cámara de aire de 5 cm.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado
- Mono de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad.
- Cinturón anticaída en trabajos en altura

En caso de tratarse de un edificio prefabricado, su transporte y montaje seguirá las prescripciones anteriormente descritas en cuanto a su montaje, siendo de aplicación lo referido anteriormente para grúas, transporte, etc. Se deberá proceder igualmente a la

señalización y balizamiento de la zona, designación de un señalista, y demás medidas reseñadas con anterioridad.

Deberá contar con todos los elementos previstos en sus normas NI correspondientes, su manejo será el indicado por los fabricantes. Estará dotado de los pernos de sujeción e izado correspondientes. El Centro quedará nivelado y con una rasante de su piso interior al menos 10 cm. más alta que la de las aceras colindantes.

5.5. Fase de montaje de equipos y cableado

Se procede al montaje de los cuadros y celdas de AT , así como al cableado de todos los equipos, terminales y manguitos con herramienta de mano, procediéndose a la sujeción por paramentos de los cables.

Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Contactos con líneas eléctricas e infraestructuras existentes
- Proyección de partículas
- Contactos eléctricos, sobreesfuerzos, quemaduras.

Medidas preventivas de seguridad:

- Se realizarán las tareas por medio de personal especializado, bajo la dirección de un jefe de brigada o equipo.
- Se prestará especial atención al transporte e instalación de los equipos (cuadros y celdas) que se llevará a cabo por medios mecánicos verificando la aptitud de la eslinga para soportar el peso del equipo. Se comprobará la resistencia de la misma así como su estado.
- En operaciones de cableado se utilizarán guantes para evitar cortes por cúter o navaja en operaciones de pelado de cable y similares. Se utilizarán herramientas adecuadas y en buen uso.
- En la colocación de tubo en las paredes se prestará atención a los trabajos para curvar el mismo por medio de candilejas o similares, se utilizarán guantes, casco y demás equipos de protección individual suministrados.
- Las celdas se colocarán sobre la solera del centro utilizando medios mecánicos (tractores polipastos) de modo que queden alineados a paramentos y entre sí. Deberán quedar perfectamente aplomadas.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad
- Cinturón anticaída en operaciones en altura

5.6. Fase de conexonado a red

Se procede a conectar la instalación a la red de modo que quede en funcionamiento. Se realiza conforme a las especificaciones de puesta en marcha del fabricante de la celda.

Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Proyección de partículas
- Contactos eléctricos directos e indirectos

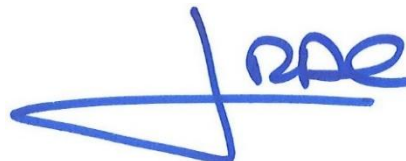
Medidas preventivas de seguridad:

- Experiencia y capacitación de los profesionales intervinientes: oficiales. Obligatoria utilización de EPIs: en especial casco con barbuquejo y cinturones anticaída, guantes.
- Instrucciones de maniobra y puesta en marcha deberán estar visibles en el frente de las celdas de media tensión.
- Seguridad para terceros en funcionamiento: Se comprobará en las celdas que los mandos de interruptores-seccionadores, seccionadores de puesta a tierra y enclavamientos entre ellos y las tapas de los compartimentos de fusibles y cables, son los correctos. Se comprobará el correcto funcionamiento de los disparos de la celda de protección del transformador.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo.
- Guantes homologados.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón anticaída.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



PLIEGO DE CONDICIONES

PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)

PLIEGO DE CONDICIONES

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1. Objeto

El presente pliego, en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, tiene por objeto regir y ordenar las condiciones técnico-facultativas que han de contemplarse en la ejecución de la instalación a la que se refiere a este proyecto.

1.2. Documentos que definen las obras

El presente pliego, conjuntamente con la memoria, estado de mediciones, cuadro de precios y presupuesto, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras de referencia.

1.3. Condiciones facultativas legales

Regirán en las obras del presente Proyecto, además de lo prescrito en este Pliego, lo especificado en:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, así como a las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT) aprobadas por Orden de 9 de mayo de 2014.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (en adelante RLAT) y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en masa o armado de la Presidencia del Gobierno; en adelante EH-91.
- Instrucción EM-62-2a edición del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos (RC-93), RD 823/1993, de 28 de octubre.
- Normas DIN para tuberías y accesorios.
- Reglamento Electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias ITC BT-01 a ITC-BT 51. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto).
- Recomendaciones UNESA.

Asimismo, serán de aplicación las normas UNE para los materiales que puedan ser objeto de ellas y las prescripciones particulares que tengan dictadas los Organismos competentes.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. Zanjas y cimientos

En primer lugar, se procederá a la excavación de zanjas para colocación de tubos y arquetas, procediendo con posterioridad una vez realizadas las pruebas pertinentes de aplomado al tendido de los conductores.

2.2. Obras varias

En éstas se halla comprendido la acometida en A.T., el tendido del cable, en canalización subterránea, el montaje del C.T. y la conexión de todos los elementos anteriores para su puesta en servicio.

En todas las obras reseñadas en los epígrafes anteriores, la contrata tendrá a su cargo las siguientes labores:

Los transportes necesarios para el acopio y distribución de los materiales.

Los suministros de los materiales proyectados en las instalaciones.

La apertura de pozos y zanjas necesarios para el tendido de las canalizaciones.

Las obras complementarias de las estaciones de transformación.

La ejecución de todos los trabajos de montaje de las instalaciones reseñadas, quedando en perfecto funcionamiento.

Estas obras deberán quedar totalmente finalizadas por el contratista por el precio de la contrata, en disposición de recibir tensión. Se ejecutarán con arreglo al presente proyecto, declarando el contratista, por el hecho de firmar el correspondiente contrato, que se encuentra al corriente del mismo y que acepta todas las condiciones impuestas en el presente pliego de condiciones facultativas y que conoce la importancia y extensión de las obras.

2.3. Obras complementarias

La contrata comprenderá:

- Todas las instalaciones detalladas en el presupuesto y demás documentos del proyecto.
- Cuantas instalaciones, accesorios y medios auxiliares sean necesarios para ejecutar las anteriormente citadas con los detalles precisos para un buen funcionamiento y aspecto, aunque no estuviesen expresamente determinados y a recta interpretación, disponga la dirección técnica, no separándose de la misma ni de su espíritu.
- Las operaciones preliminares de replanteo y todas aquellas que se refieren a pruebas de materiales a emplear y comprobación de las buenas condiciones de la obra ejecutada.

2.4. Obligaciones del contratista

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese, siendo de su cuenta y riesgo e independientemente de la inspección técnica. Así mismo será responsable ante los Tribunales, de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, ateniéndose en todo a las disposiciones de Policía Urbana y leyes comunes sobre la materia.

El contratista se obliga a ejecutar las instalaciones con estricta sujeción a los planos generales y demás documentos del proyecto, así como a los diferentes planos y memorias

de detalles que a su debido tiempo, le facilite el Técnico Director en el curso de las obras, sin introducir modificación alguna que no sea autorizada formalmente por el mismo.

Al Director de las instalaciones, únicamente, corresponde la interpretación del Proyecto y de las dudas que puedan surgir sobre el mismo.

2.5. Modificaciones y mejoras

El contratista viene obligado a ejecutar las instalaciones con las variaciones ordenadas por la Dirección Facultativa, siempre que no perjudique marcadamente sus intereses.

Si conviniera al Contratista emplear materiales que no se ajusten en todo a las condiciones de la Contrata, pero que sin embargo, sean aceptables por la Dirección Facultativa, ésta podrá resolver su admisión, consultando a la propiedad y proponiendo la rebaja de los precios que considere justa. Si los materiales resultasen de mejor calidad, no tendrá derecho a reclamar aumento de precio.

Si resultase necesario a juicio de la Dirección, suprimir o modificar por defecto alguna partida de obra proyectada, se descontará su importe con arreglo fijados en el Presupuesto. Si por el contrario, debiera realizarse aumento de las instalaciones o mejoras, el Contratista tendrá derecho a cobrar su importe siendo preciso para ello, que de antemano se fije el valor de ellas en base a los precios fijados en el presupuesto, y si la clase de obra que se trata, no figurase en el mismo, será por mutuo acuerdo entre el Contratista y la propiedad. De no existir el mencionado acuerdo, ambas partes aceptarán la tasación que hiciere el Técnico Director.

2.6. Conservación de las obras

El constructor o constructores, tendrán que conservar todos los elementos de las obras civiles o eléctricas desde el momento del comienzo hasta la recepción definitiva de las mismas.

En esta conservación estará incluida la reposición o reparación de cualquier elemento constitutivo de las obras, sea de la clase que fuere. La sustitución o reparación será decidida por la Dirección, que juzgará a la vista del incidente, si el elemento puede ser reparado o sustituido totalmente por uno nuevo, teniendo que aceptar plenamente la decisión de la Dirección.

El contratista será el responsable de la mala calidad del material o montaje realizado, sin que pueda declinar dicha responsabilidad en los suministradores de materias primas o fabricantes de cualquier tipo.

3. MATERIALES, PUESTA EN OBRA Y CARACTERÍSTICAS

3.1. Normas generales

Todos los materiales empleados en la obra de referencia, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad y deberán cumplir las condiciones que se establecen en este Pliego y deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de la instalación, el contratista presentará al técnico encargado, los catálogos, cartas, muestras, etc., que se relacionan en la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales, sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra.

Este control previo no constituye su recepción definitiva pudiendo ser rechazados por la Dirección de la Obra aún después de ser colocados, si no cumplieren con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la Contrata, por otros que cumplan con las calidades exigidas.

El director de la obra podrá en todo momento inspeccionar las mismas y pedir muestras para someterlas a ensayos oficiales, si así lo creyera oportuno, sin derecho a reclamación alguna por parte del contratista.

El Adjudicatario avisará obligatoriamente a la Dirección Técnica de la procedencia de los materiales que vayan a ser utilizados, con anticipación suficiente al momento de su empleo, para efectuar los ensayos oportunos.

También, podrá ordenar la demolición de aquellas partes de obra que estén en malas condiciones, tanto por la mala calidad de los materiales, como por la mala ejecución o montaje, sin derecho a reclamación alguna por parte del contratista.

Todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra, serán de cuenta exclusiva del contratista, nuevos, de primera calidad y sin defecto alguno. Además el contratista, deberá tomar las medidas oportunas para evitar cualquier deterioro de los mismos, durante el transporte hasta su ubicación en el sitio definitivo, pudiendo, el Director de la Obra, rechazar aquellos defectuosos por las causas que fuesen.

Todos los gastos que se originen en cualquier ensayo de materiales, serán de cuenta del contratista e incluso, la reposición del material ensayado si como consecuencia de ello, hubiera sufrido su destrucción parcial o total.

La totalidad de los materiales deberán ajustarse a las características que para cada uno se especifican en la memoria, planos y presupuesto y en su defecto, a las que indique el Director de la Obra.

3.2. Apertura de hoyos

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto, o en su defecto a las indicadas por el Director Técnico. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El contratista tomará las medidas necesarias para dejar abiertas las excavaciones el menor tiempo posible, con objeto de evitar desmoronamientos y accidentes.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos, productos expansores o martillo mecánico, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos necesarios para utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su achique y desecado, procurando hormigonar lo más rápido posible para evitar desprendimientos en las paredes del hoyo.

3.3. Material para rellenos

El material a emplear en rellenos de zanjas será suelo seleccionado que se obtendrá de las excavaciones. Cumplirán las siguientes condiciones:

- No contendrán elementos o piedras de tamaño superior a ocho centímetros y su cernido por el tamiz 0,08 UNE, será mayor que el 25% en peso.

- Su límite líquido será inferior a treinta ($LL < 30$) y su índice de plasticidad menor que diez ($LP < 10$).
- La densidad máxima de compactación en el ensayo Próctor Normal no será inferior a 1.850 Kg/m³.
- Estarán exentos de materia orgánica.

Las características de las tierras, para su aceptación, se comprobarán por una serie de ensayos, que serán como mínimo, los siguientes:

- Un ensayo Próctor Normal.
- Un ensayo de contenido de humedad.
- Un ensayo granulométrico
- Un ensayo de límites de Atterberg.
- Un ensayo de contenido de materia orgánica.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado y de otros materiales deberán ser retirados a vertedero, a cargo del Contratista.

3.4. Agua

El agua para la confección de morteros y hormigones, deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en el artículo 5Q de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en masa o Armado (EH-91). Además el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón, las cualidades que a este se le exigen en el Artículo 10Q de la citada Instrucción.

3.5. Áridos para hormigones

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en el artículo 7Q de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado (EH-91).

Estarán en consonancia con el poder de compactación de los vibradores que se utilicen.

Los tamaños máximos del árido serán de 80 mm para los espesores que sobrepasen los 60 cm. y de 40 mm, cuando los espesores sean más reducidos y en el hormigón para armar. Serán siempre tales que permitan una buena colocación del hormigón.

Quedan prohibidos los áridos con recubrimiento de arcilla o polvo. El contenido de arcilla y limo en tanto por ciento en peso de los áridos finos, no será nunca superior al 2%.

3.6. Hormigones

Los hormigones que se utilicen en obra, cumplirán las prescripciones impuestas en el artículo 10Q de la vigente Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

El cemento a emplear en las obras de referencia, será tipo Portland 11-35 A.

Los hormigones utilizados para limpieza de la excavación realizada para las obras de fábrica, anclajes y rellenos de tuberías, alcanzarán una resistencia característica mínima de 125 Kg/cm². en obra a los 20 días.

Los hormigones que se utilicen en masa en obras de fábrica, soleras, alzados de muro, alcanzarán una resistencia característica mínima en obra de 250 Kg/cm²., a los 28 días.

Los hormigones utilizados para armar en obras de fábrica, muros y losas, alcanzarán una resistencia característica mínima en obra de 175 Kg./cm²., a los 28 días.

Los hormigones que se utilicen en cimentación sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm como mínimo en terrenos normales y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo será en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente del 10% como mínimo, para hacer las funciones de vierteaguas.

3.7. Cintas aislantes

Las cintas aislantes empleadas en los empalmes de los conductores serán autovulcanizables y responderán siempre a las características preconizadas por el fabricante del conductor sobre el que se vayan a emplear.

3.8. Conductores

Todos los conductores empleados en la instalación, serán de cobre o aluminio y deberán cumplir las normas UNE 20003, 21022, 21016 y 21064. Estarán de acuerdo con la Recomendación UNESA 3403. Serán desnudos los correspondientes a alta tensión. No se admitirán cables que presenten desperfectos iniciales, ni señales de haber sido usados con anterioridad o que no vayan con su bobina de origen.

No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en el mismo circuito. En las bobinas, deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cables y secciones. El tendido de los conductores debe realizarse de tal manera que se eviten tensiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces con el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse en los conductores.

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contra del Director Técnico.

Para el tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carretera, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc. Para el tendido se emplearán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el roce sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán las precauciones que sean necesarias, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En especial en los apoyos de ángulo y anclaje.

El Contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de estas prescripciones. Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán estos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Se empleará cinta de aluminio para reforzar el conductor cuando se retencione directamente sobre el aislador.

3.9. Canalizaciones

Subterráneas.- Las zanjas podrán ser abiertas a máquina o a mano, con un trazo recto y sin curvas pronunciadas, con una anchura de 0,40 m. y una profundidad mínima de 0,90 m.

El cable irá enterrado a una profundidad de 80 cm. mínima, sobre lecho de arena lavada de río, el cual se recubrirá con 10 cm. de arena y tapado con un ladrillo de protección y señalización del trazado de la línea.

Acto seguido, se rellenará la zanja con tierra compacta, hasta 25 cm., por encima del ladrillo y aquí se colocará una banda de señalización, de material plástico, con la inscripción "PELIGRO", rellenándose posteriormente la canalización en su totalidad, con materiales de excavación.

3.10. Tomas de tierra

La resistencia a tierra, no será nunca superior a 15 ohmios, debiendo en caso necesario, efectuar un tratamiento del terreno.

En los macizos de hormigón para las cimentaciones se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá sobresalir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

Las picas utilizadas, serán de la longitud y diámetro indicada en el presupuesto, con grapa terminal de conexión.

Las picas serán de núcleo de acero al carbono, con una capa de cobre puro y espesor uniforme, aleada molecularmente al núcleo. La unión entre ambas será tal que si se pasa una herramienta cortante, no exista separación alguna entre el cobre y el acero, en la viruta resultante.

Las grapas de conexión de los conductores de tierra y la pica, serán de latón estañado y serán del tipo que permita la conexión vertical del conductor con la pica.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1. Replanteo de la obra

Bajo la dirección del Ingeniero Director o del subalterno en quien delegue, se efectuará sobre el terreno la comprobación del replanteo, así como el replanteo en detalle de las obras, disponiendo siempre que sea preciso hilos de nivelación que sirvan de referencia para llegar a las cotas exactas de excavación.

El Ingeniero Director, podrá ejecutar por sí u ordenar, cuantos replanteos parciales estime necesarios durante el período de construcción y en sus diferentes fases, para que las obras se hagan con arreglo al Proyecto General, o de detalle que en lo sucesivo se redacten y obtengan la aprobación de la superioridad.

4.2. Prescripción complementaria

Todas las obras e instalaciones se ejecutarán ateniéndose a las reglas de buena construcción y con material de primera calidad, con sujeción a las normas de este Pliego. En aquellos casos en que no se detallen las condiciones, tanto de los materiales como de la ejecución, se atenderá a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena práctica.

4.3. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de un año, contado a partir de la recepción provisional, siendo durante este tiempo, por cuenta del contratista, la conservación y reparación de todas las obras e instalaciones efectuadas.

4.4. Tolerancias de ejecución

Desplazamiento de apoyos sobre su alineación

Si se representa la distancia expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir, la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D + 100 + 10$, expresada en centímetros. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto del terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

4.5. Tolerancias de utilización

En el caso de aisladores no suministrados por el Contratista, la tolerancia admitida en elementos entregados es de 1.5%.

La cantidad de conductor a cargo del Contratista se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias entre los ejes de los pies de los apoyos, aumentadas en un 5%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor

4.6. Facilidades para la inspección

El Contratista proporcionará a la Dirección de Obra, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a las partes de la obra, e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales y equipos.

4.7. Significación de los ensayos y reconocimientos durante la ejecución de las obras

Los ensayos y reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tiene otro carácter que el de simple antecedente para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales, piezas, equipos o instalaciones que se realice antes de la recepción definitiva, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer, lo que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultaran inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y prueba de recepción.

4.8. Precios

Todos los precios unitarios a que se refieren las normas de medición y abono contenidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas particulares, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la

ejecución de las unidades de obra correspondientes, a menos que específicamente se excluya alguno en el artículo correspondiente. Asimismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de la maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y todas cuantas operaciones directas o indirectas, sean necesarias para que las unidades de obra, terminadas con arreglo a lo especificado en este Pliego y en los Planos, sean aprobados por la Administración correspondiente.

No se abonará cantidad alguna en concepto de señalización, desvíos provisionales, ejecución por fases o cualquier otra circunstancia que pueda darse en la ejecución de las unidades incluidas, por el hecho de la proximidad a la carretera, o por cualquier causa. Estos conceptos están incluidos en los precios de las citadas unidades.

4.9. Unidades omitidas

Las unidades de obra no incluidas en el presente Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre, como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director de las Obras.

En caso, improbable, de no estar prevista alguna unidad precisa para la ejecución de las obras, se establecerá el precio contradictoriamente entre el Adjudicatario y el Ingeniero Director, tomando como base los precios unitarios comprendidos en este Proyecto.

Este precio deberá estar acordado previamente al inicio de la ejecución de esta unidad, en caso contrario no se abonará cantidad alguna por este concepto.

4.10. Gastos de replanteo, liquidación, pruebas y ensayos

Serán de cuenta del adjudicatario de las obras, el abono de los gastos de replanteo y liquidación de las mismas hasta un máximo del uno y medio por ciento (1,5%) en los de replanteo y el uno por ciento (1%), en los de liquidación, todo ello referido al costo real de las obras que resulten en la liquidación.

Así mismo, serán de cuenta del Contratista los gastos por pruebas y ensayos, hasta un máximo de un uno por ciento (1%), referido al citado costo real.

4.11. Programa de trabajo

El adjudicatario deberá someter a la aprobación de la Dirección de la Obra, antes del comienzo de las obras, un programa de trabajo, con especificación de plazos parciales y fechas de terminación de las distintas unidades de obra, compatible con el plazo total de ejecución.

Este plan, una vez aprobado por la Dirección, se incorporará al Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto y adquirirá por tanto, carácter contractual.

El adjudicatario deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Dirección compruebe que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos

La aceptación del plan de obra y de la relación de medios auxiliares propuestos, no implicará exención alguna de responsabilidades por el Contratista en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

4.12. Recepción provisional

Una vez terminada la instalación y hallándose ésta aparentemente en las condiciones exigidas, se procederá a su recepción provisional.

Al acto de recepción concurrirán un representante autorizado por la Propiedad contratante, el Director Técnico y el Contratista.

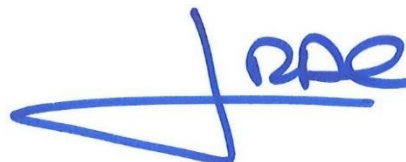
Si las instalaciones se encuentran en buen estado y cumplen las condiciones estipuladas, se darán por recibidas provisionalmente, empezando en este momento la garantía, que se fija en doce meses. Caso de existir defectos, se añadirá un plazo prudencial para repararlos.

4.13. Recepción definitiva

Al finalizar el plazo de garantía, durante el que la entidad propietaria podrá utilizar las instalaciones, si éstas se encontrasen en buen estado, se darán por recibidas definitivamente y se devolverá al contratista la fianza.

Si existiesen defectos, deberá subsanarlos el Contratista Instalador en un plazo prudencial que al efecto se señale, y de no hacerlo, lo podrá ejecutar la entidad propietaria, re trayendo el importe de la reparación del depósito de garantía, devolviendo al Contratista, el resto de la fianza.

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



PRESUPUESTO

**PROYECTO DE LÍNEA MIXTA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 13,2 KV DE ALIMENTACIÓN AL
C.T. "ETAP FASE 2" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ARNEDILLO (LA RIOJA)**

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---------------|---|-----------------|---------------|----------------|
| 1.0.0 | LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | | | |
| 1.1.0 | UD. APOYO C-2000-12 mts. Apoyo nueva línea MT Depuradora formada por : 1-Torre celosía C-2000-12 mts. 1-Placa de riesgo eléctrico 1-Marcado de apoyo 1-lzado de torre 1-Cruceta RC2-25-T 1-Protección Avifauna 1-Tierra apoyo 1-Hormigonado y excavado 1-Protección antiescalo 1-Red de tierras | | | |
| | | 2,00 | 1.435,20 | 2.870,40 |
| 1.2.0 | UD. APOYO C-1000-12 mts. Apoyo nueva línea MT Depuradora formada por : 1-Torre celosía C-1000-12 mts. 1-Placa de riesgo eléctrico 1-Marcado de apoyo 1-lzado de torre 1-Cruceta RC2-25-T 1-Protección Avifauna 1-Tierra apoyo 1-Hormigonado y excavado 1-Protección antiescalo 1-Red de tierras | | | |
| | | 1,00 | 1.257,15 | 1.257,15 |
| 1.3.0 | ML CONDUCTOR LA-56. Línea aérea trifásica Media Tensión formada por : 3-Conductores LA-56 aluminio acero 1-Mano de obra montaje | | | |
| | | 91,02 | 98,00 | 8.919,96 |
| 1.4.0 | UD. CADENA DE AISLADORES. Cadena de aisladores de amarre y de más accesorios. | | | |
| | | 15,00 | 12,05 | 180,75 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|----------|----------|
| 1.5.0 | UD. CONJUNTO CHAPAS ANTIESCALO. Conjunto de chapas antiescalo en torre. | 3,00 | 61,00 | 183,00 |
| 1..0 | UD. PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS. Pararrayos autoválvulas de óxidos metálicos de 24KV y 10 KA | 3,00 | 22,30 | 66,90 |
| 1.7.0 | UD. FUSIBLES TIPO XS. Corta circuitos fusibles de expulsión- seccionadores de 24KV | 6,00 | 15,30 | 91,80 |
| 1.8.0 | UD. SISTEMA DE TIERRAS DE APOYO CPT-LA-30/0,5 CON ACERA PERIMETRAL. Sistema de tierras CPT-LA-30/05, compuesto por 4 picas de 2 m de longitud, 14,6 mm de diámetro, unidos con cable desnudo de cobre de 50 mm ² , incluido excavación y posterior rellenado. Acera perimetral de hormigón, con mallazo de 30x30 cm como máximo, compuesto de redondo de 4 mm como mínimo. | 2,00 | 475,00 | 950,00 |
| 1.9.0 | UD. SISTEMA DE TIERRAS DE APOYO LINEAL CON 2 PICAS. Sistema de tierras, compuesto por 2 picas de 2 m de longitud, 14,6 mm de diámetro, en configuración lineal unidas con cable desnudo de cobre de 50 mm ² , incluido excavación y posterior rellenado. | 1,00 | 475,00 | 475,00 |
| 1.10.0 | UD. LINEA ALTA TENSION DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO A CENTRO DE TRANSFORMACION. Conductor HEPR-Z1 12/20 kV 3x50 mm ² Al + H16 (20mts) | 10,00 | 12,00 | 120,00 |
| 1.11.0 | UD. EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE SUPERFICIE. Edificio del centro de transformación prefabricado de superficie, tipo EP-1T-24 de dimensiones exteriores 3,90 m (ancho), 2,52 m (fondo) y 3,10 m (alto) | 1,00 | 1.740,00 | 1.740,00 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|----------|-----------|
| 1.12.0 | UD. CELDAS DE LINEA PROTECCION Y MEDIDA. Conjunto de celdas de MT abonado formado por : 1-Celda de línea 1-Celda de protección 1-Celda de medida | 1,00 | 5.407,00 | 5.407,00 |
| 1.13.0 | UD. CONEXIÓN DE CELDA DE PROTECCIÓN Y TRANSFORMADOR Juego de puentes de enlace entre la celda de protección y el transformador, con cable HEPRZ1 (AS) 12/20 KV 3x50mm ² Al, conectores enchufables rectos en el trafo y acodados en la celda 400A y 24 KV, incluso cepo de fijación de cables. Transporte, acopio, confección de botellas terminales, conexionado y puesta a tierra de mallas metálicas. | 20,00 | 498,00 | 9.960,00 |
| 1.14.0 | UD. CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR CON CUADRO DE BAJA TENSION. Interconexión de BT formada por cables RZ1-K 240mm ² Al entre trafo y cuadro de BT. | 60,00 | 435,00 | 26.100,00 |
| 1.15.0 | UD. TRANSFORMADOR 400 KVA 13,2/042 KV INTERIOR ACEITE. Transformador trifásico de 400 KVA, con entrada a 13,2 KV y salida a 420/398 V, +2,5% +5% +7,5% +10 %, llenado integral en aceite, pasatapas enchufables en el lado de A.T. de 24 KV. Transporte, acopio y montaje de transformador. | 1,00 | 2.878,56 | 2.878,56 |
| 1.16.0 | UD. MODULO DE MEDIDA Y CONEXIONADO Armario de medida en AT instalado en CT incluso puentes entres modulo y transformadores de tensión e intensidad de celda AT. | 1,00 | 678,00 | 678,00 |
| 1.17.0 | UD. ALUMBRADO DE CENTRO DE TRANSFORMACION Alumbrado de centro de transformación formado por: 2-Luminarias estancas tipo LED 1-Luminaria de emergencia 1-Interruptor superficie Cableado bajo tubo de PVC superficie | 1,00 | 60,00 | 60,00 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|--|----------|--------|---------|
| 1.18.0 | UD. ELEMENTOS AUXILIARES DEL CENTRO DE TRANSFORMACION Elementos auxiliares del C.T., compuesto por: Banqueta aislante de 45KV, armario de primeros auxilios, cartel de primeros auxilios, cartel de 5 reglas de oro y placas de peligro de muerte. Transporte, acopio e instalación. | 1,00 | 80,00 | 80,00 |
| 1.19.0 | UD. TIERRAS DE HERRAJES CENTRO DE TRANSFORMACION Red de tierra herrajes de centro de transformación, totalmente instalada. | 1,00 | 250,00 | 250,00 |
| 1.20.0 | UD. TIERRAS DE NEUTRO CENTRO DE TRANSFORMACION Red de tierra neutro de centro de transformación, totalmente instalada. | 1,00 | 250,00 | 250,00 |
| 1.21.0 | UD. PRUEVAS Y VERIFICACIONES DE ALTA TENSIÓN CT Realización de pruebas y ensayos según la ITC-RAT-23 y el MT 2.33.15. | 1 | 425 | 425 |

TOTAL PRESUPUESTO EN EUROS

62.943,52

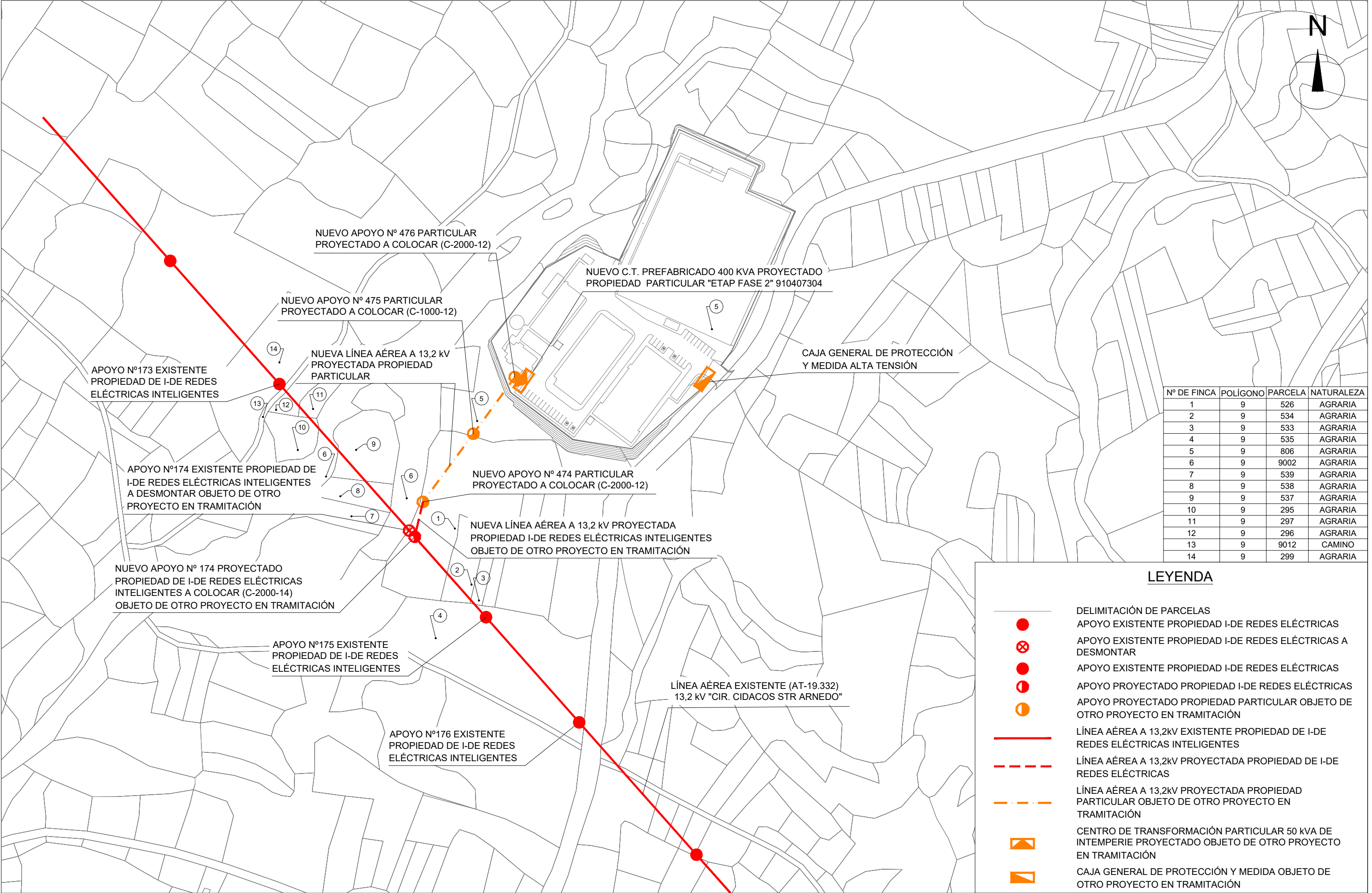
| BASE IMPONIBLE | I.V.A. 21,00% | TOTAL |
|----------------|---------------|-----------|
| 62.943,52 | 13.218,14 | 76.161,66 |

RUBEN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial
Octubre de 2025



PLANOS

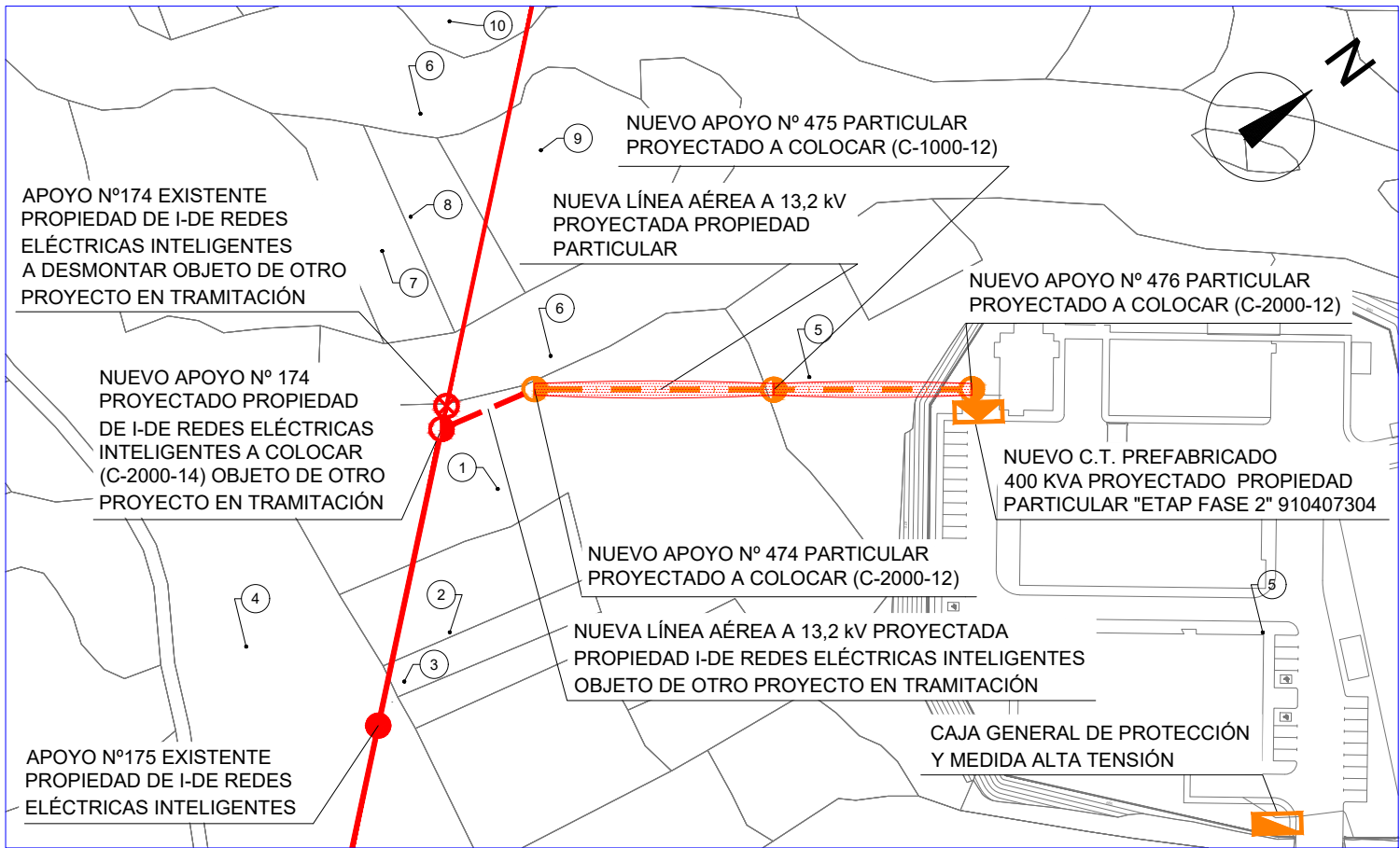












[illegible]

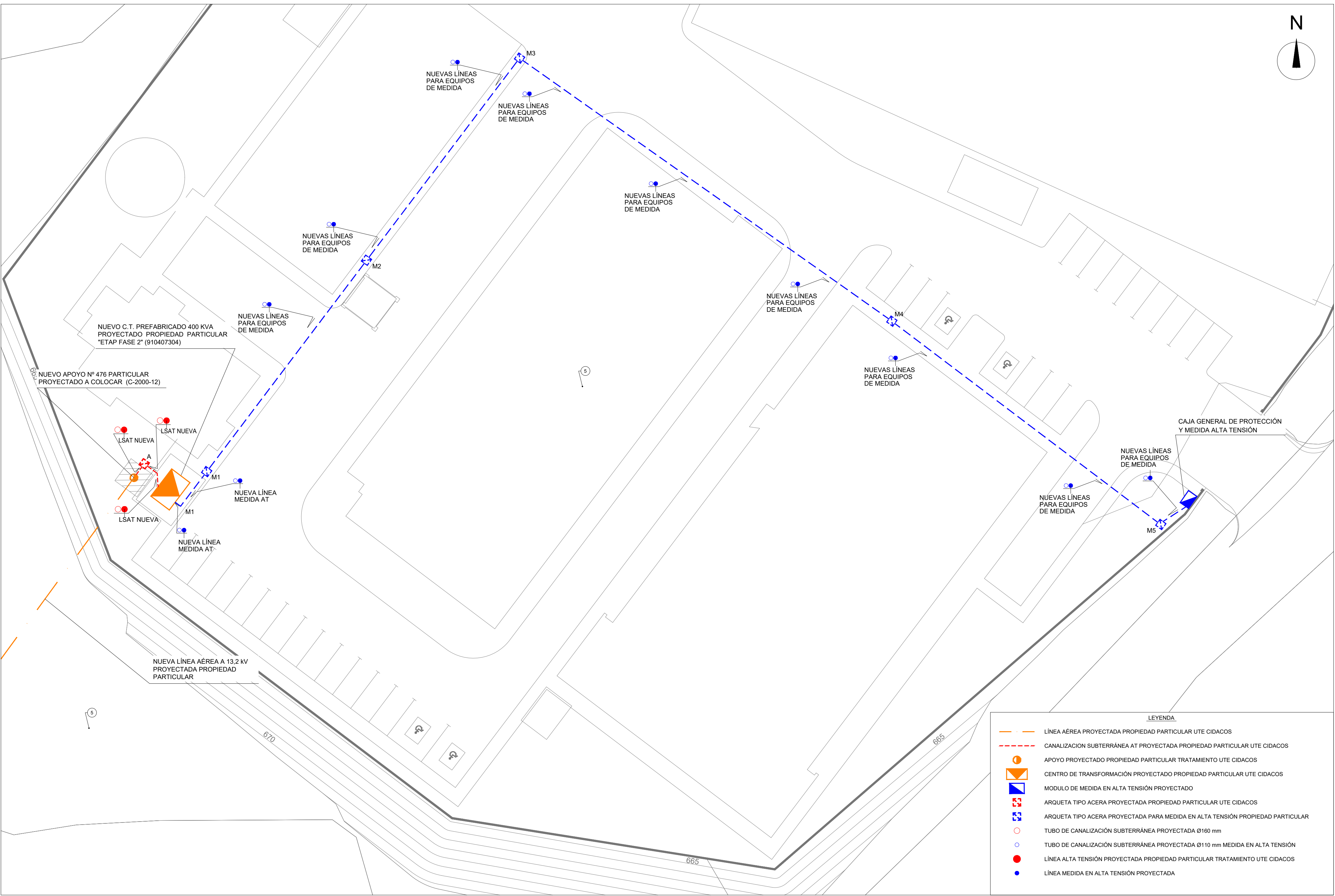
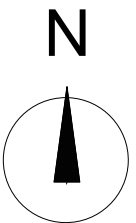
(2) EN LOS CASOS EN QUE ES EXTERIOR A LA SUPERFICIE DE OCUPACIÓN DEL APOYO. SE INSTALARÁ A UNA PROFUNDIDAD DE ENTRE 0,5 Y 1 m.

| APOYO N° | COORDENADAS UTM | |
|----------|-----------------|-----------|
| | X | Y |
| 174 | 566.449 | 4.672.410 |
| 474 | 566.454 | 4.672.431 |
| 475 | 566.484 | 4.672.472 |
| 476 | 566.509 | 4.672.506 |



LEYENDA

| | |
|---|---|
|  | DELIMITACIÓN DE PARCELAS |
|  | APOYO EXISTENTE PROPIEDAD I-DE REDES ELÉCTRICAS |
|  | APOYO EXISTENTE PROPIEDAD I-DE REDES ELÉCTRICAS A DESMONTAR |
|  | APOYO PROYECTADO PROPIEDAD I-DE REDES ELÉCTRICAS |
|  | APOYO PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR OBJETO DE OTRO PROYECTO EN TRAMITACIÓN |
|  | LÍNEA AÉREA A 13,2kV EXISTENTE PROPIEDAD DE I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES |
|  | LÍNEA AÉREA A 13,2kV PROYECTADA PROPIEDAD DE I-DE REDES ELÉCTRICAS |
|  | LÍNEA AÉREA A 13,2kV PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR OBJETO DE OTRO PROYECTO EN TRAMITACIÓN |



LEYENDA

LÍNEA AÉREA PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS

CANALIZACION SUBTERRÁNEA AT PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS

APOYO PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR TRATAMIENTO UTE CIDACOS

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS

MODULO DE MEDIDA EN ALTA TENSIÓN PROYECTADO

ARQUETA TIPO ACERA PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS

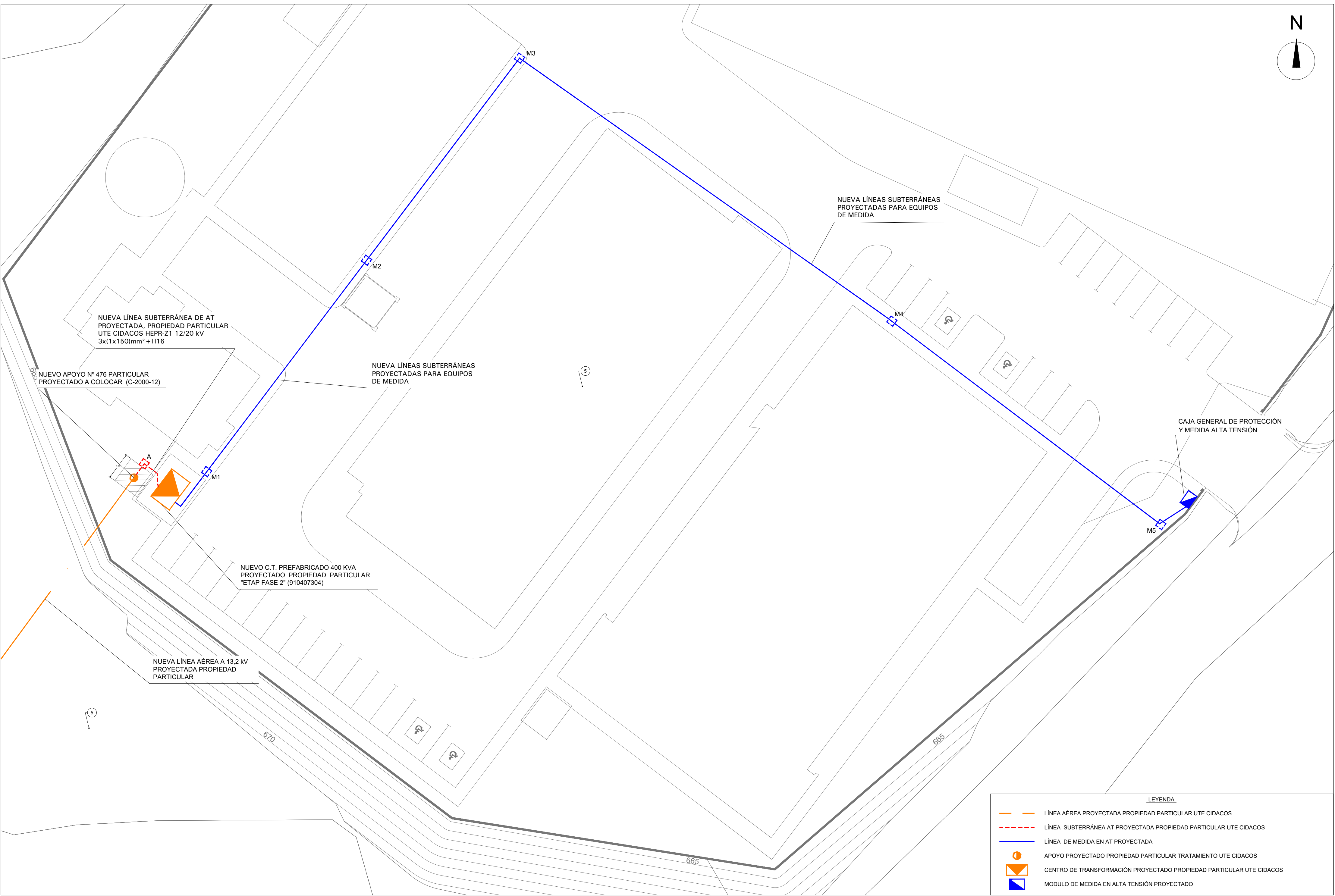
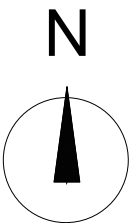
ARQUETA TIPO ACERA PROYECTADA PARA MEDIDA EN ALTA TENSIÓN PROPIEDAD PARTICULAR

TUBO DE CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA PROYECTADA Ø160 mm

TUBO DE CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA PROYECTADA Ø110 mm MEDIDA EN ALTA TENSIÓN

LÍNEA ALTA TENSIÓN PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR TRATAMIENTO UTE CIDACOS

LÍNEA MEDIDA EN ALTA TENSIÓN PROYECTADA



LEYENDA

- LÍNEA AÉREA PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS
- LÍNEA SUBTERRÁNEA AT PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS
- LÍNEA DE MEDIDA EN AT PROYECTADA
- APOYO PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR TRATAMIENTO UTE CIDACOS
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR UTE CIDACOS
- MODULO DE MEDIDA EN ALTA TENSIÓN PROYECTADO

LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO

... LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

... UTE CIDACOS

Hoja: MT03

Papel: A2

Escala: 1/250

Nº Obra: ---

IC Esq: -xxx-

Creación: 09/2025

Últ. revisión: 00 - 09/2025

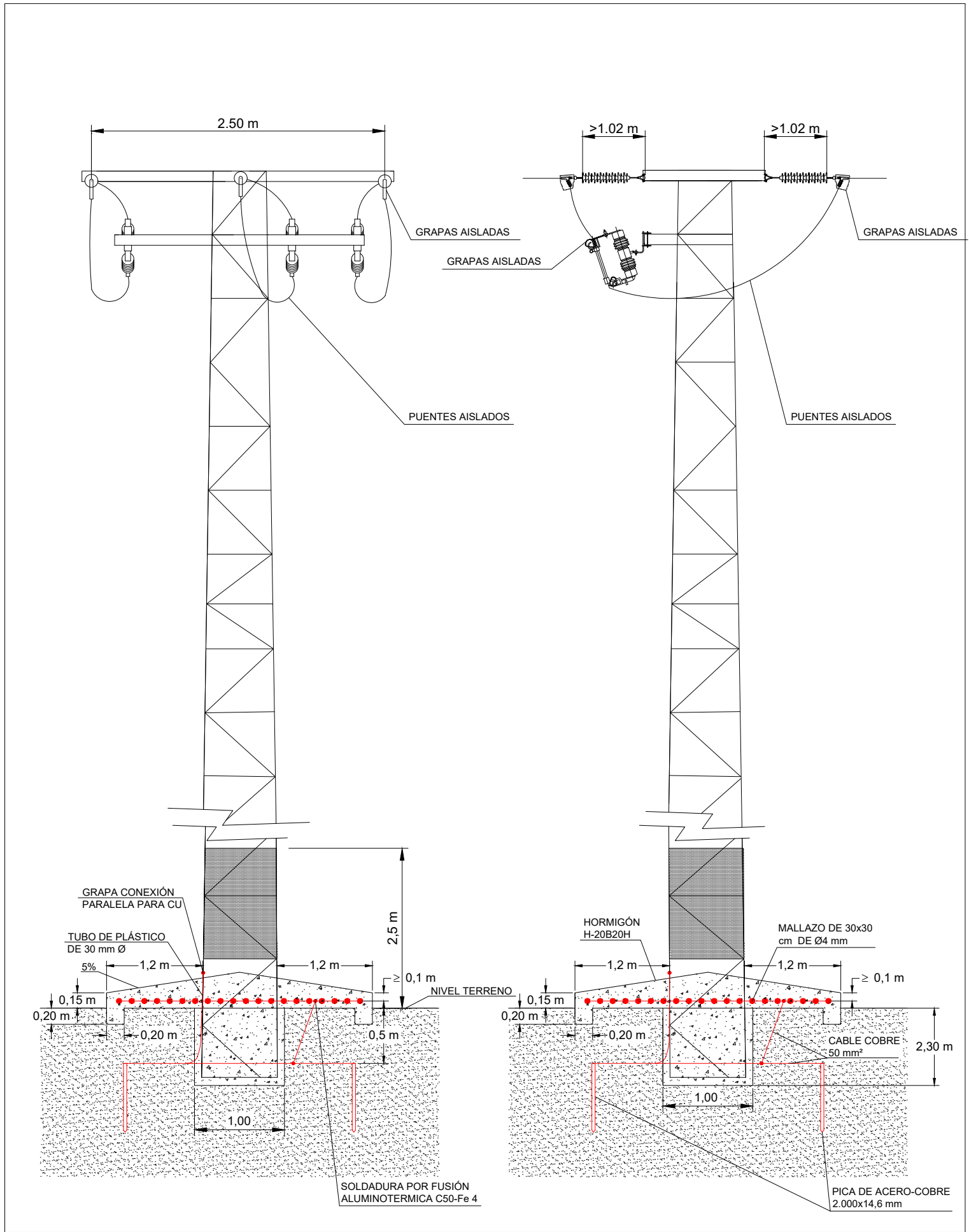
Jefe de obra: J.L. VILDA

Dibujado: J. SOLANO


RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial


ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es



LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO
DETALLE APOYO Nº 474

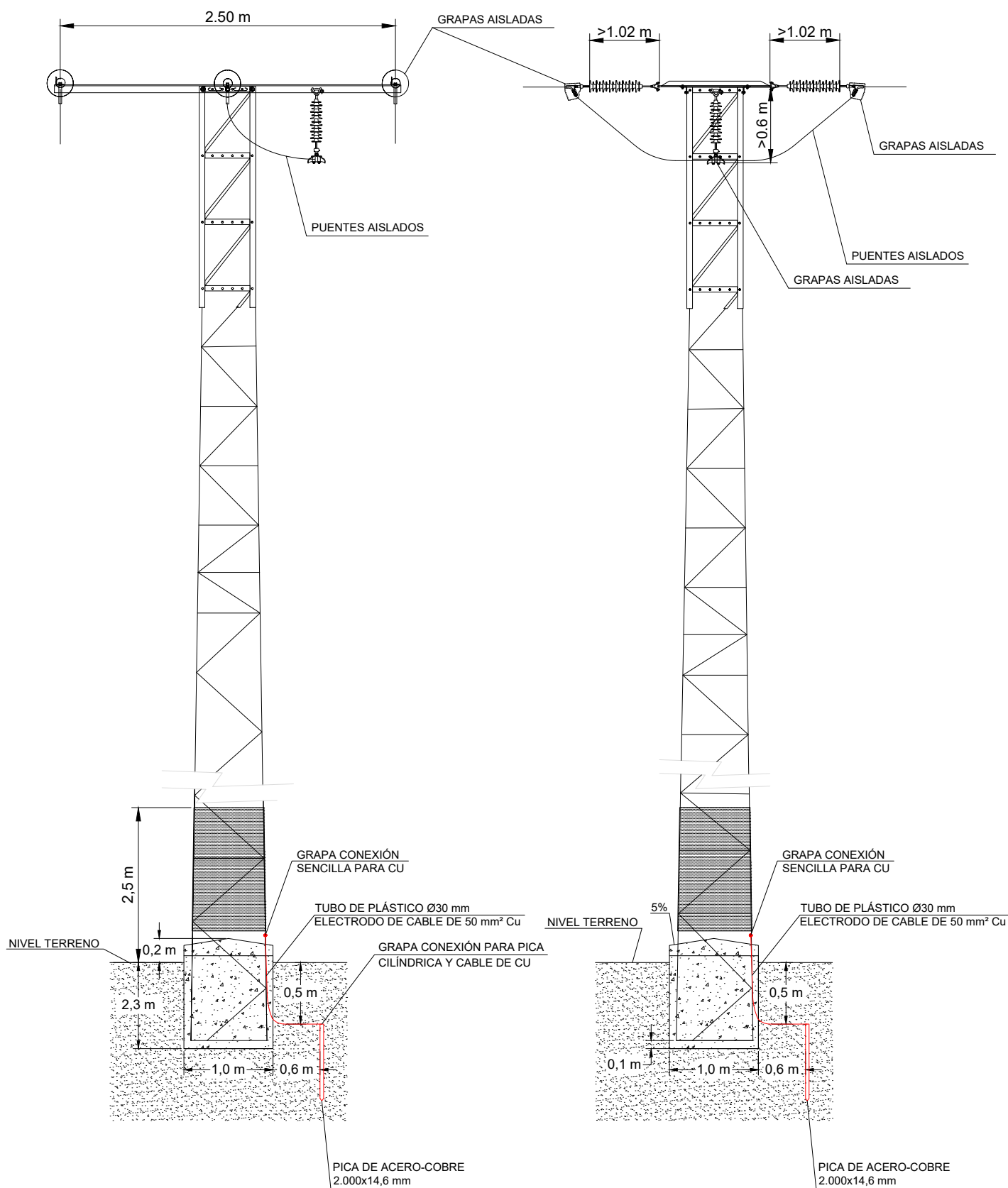
| | | |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Promotor: UTE CIDACOS | Nº Obra: --- | IC Esq: -xxx- |
| Papel: A4 | Escala: S/E | Creación: 09/2024 |
| Hoja: MT04 | Últ. revisión: 00 - 09/2024 | Dibujado: J. SOLANO |
| | | Jefe de obra: J.L. VILDA |

Jape

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es



LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO
DETALLE APOYO N° 475

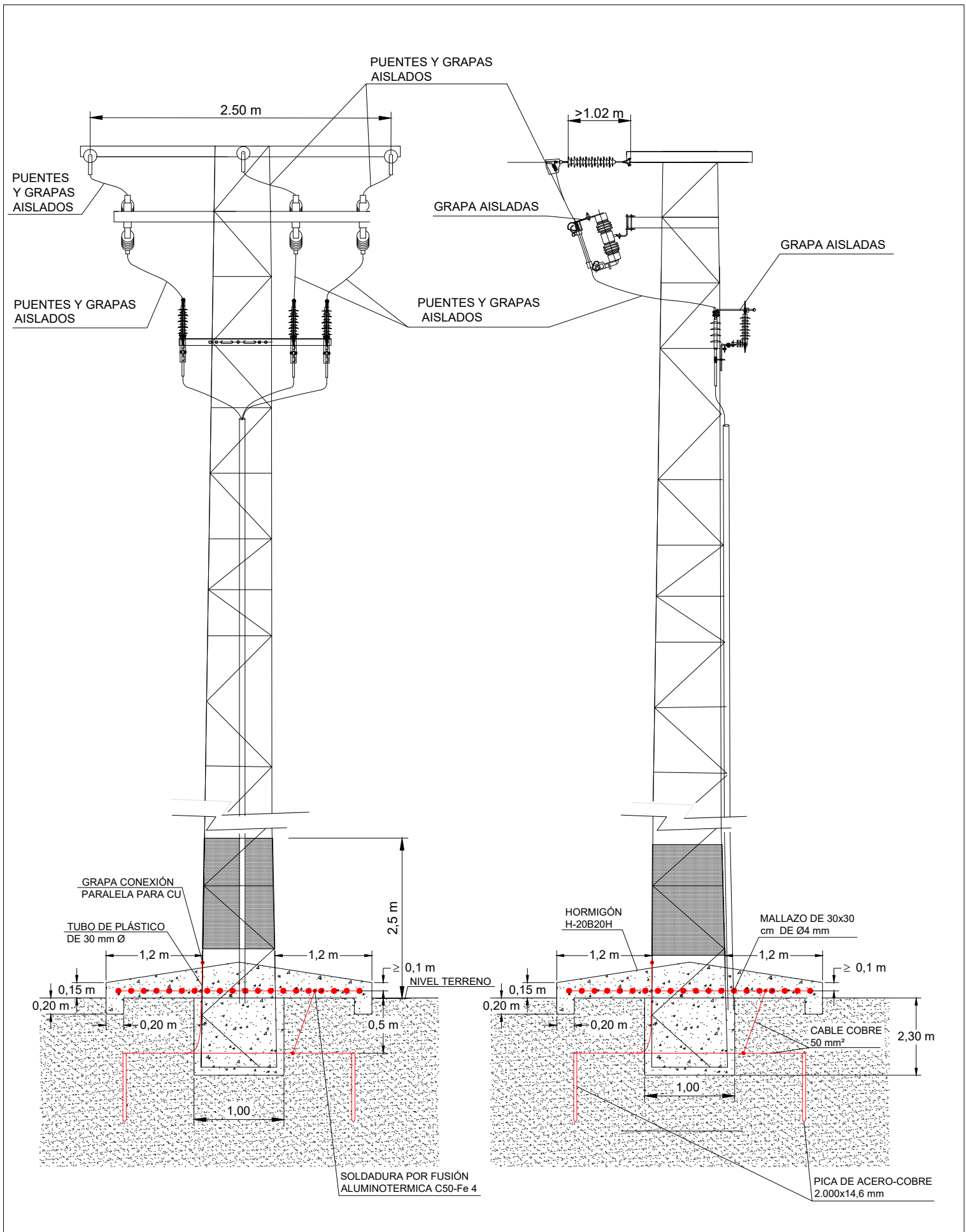
| | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Promotor: UTE CIDACOS | N° Obra: --- | IC Esq: -xxx- |
| Papel: A4 | Escala: S/E | Creación: 09/2024 |
| Hoja: MT05 | Últ. revisión: 00 - 09/2024 | Dibujado: J. SOLANO |

Logo of Rubén Alcázar Crespo

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es



LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO
DETALLE APOYO N° 476

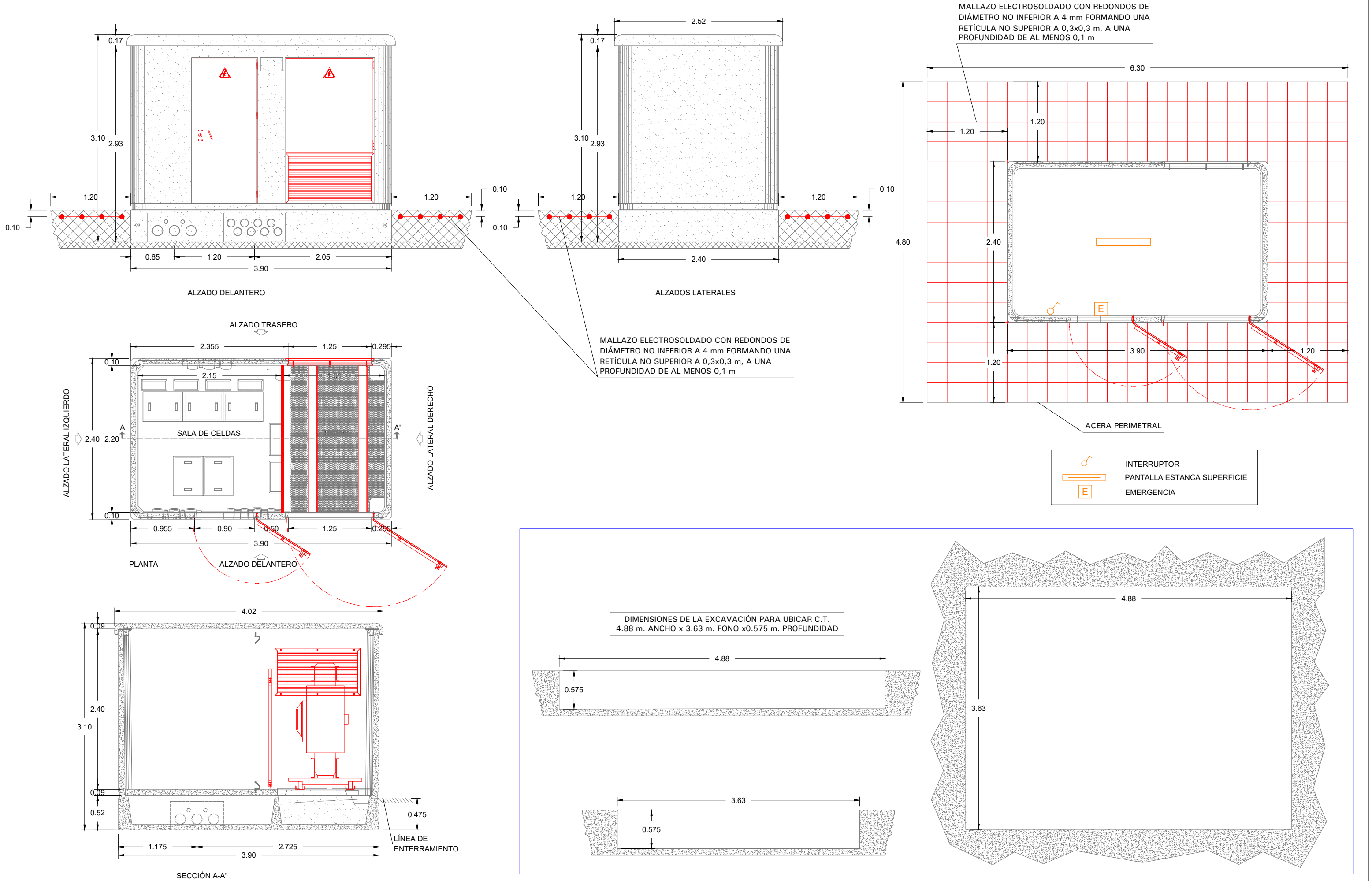
| | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Promotor: UTE CIDACOS | N° Obra: --- | IC Esq: -xxx- |
| Papel: A4 | Escala: S/E | Creación: 09/2024 |
| Hoja: MT06 | Últ. revisión: 00 - 09/2024 | Dibujado: J. SOLANO |

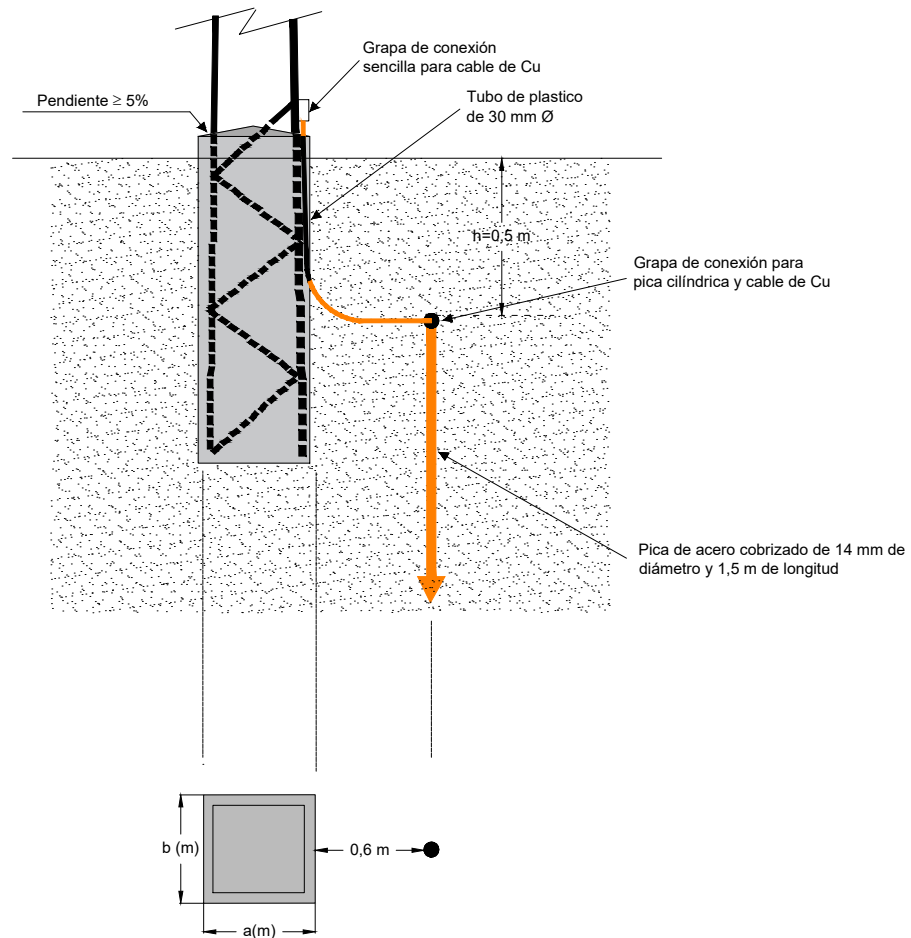
Jose

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

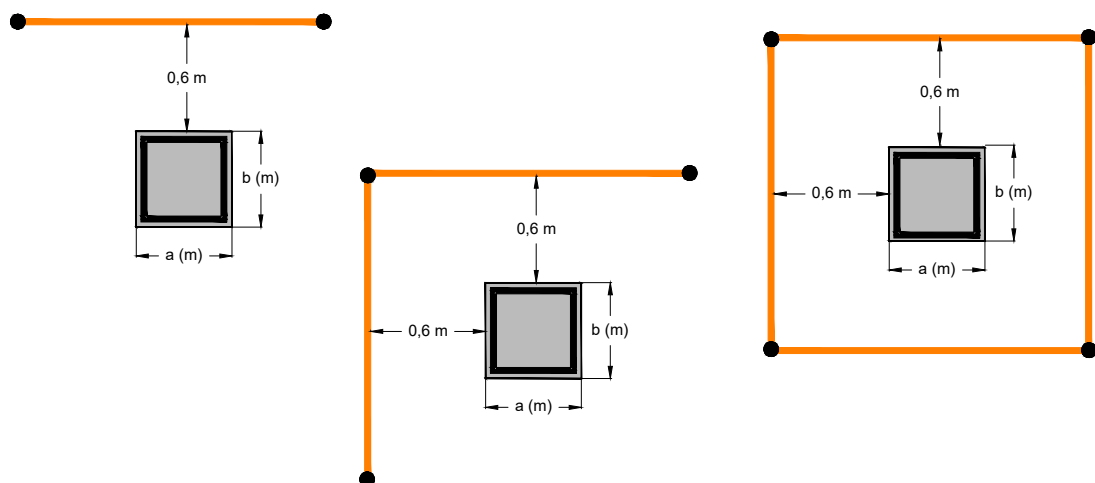
imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es





DISPOSICIÓN DE MEJORA CON PICAS



LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO
PUESTA A TIERRA APOYOS N° 475

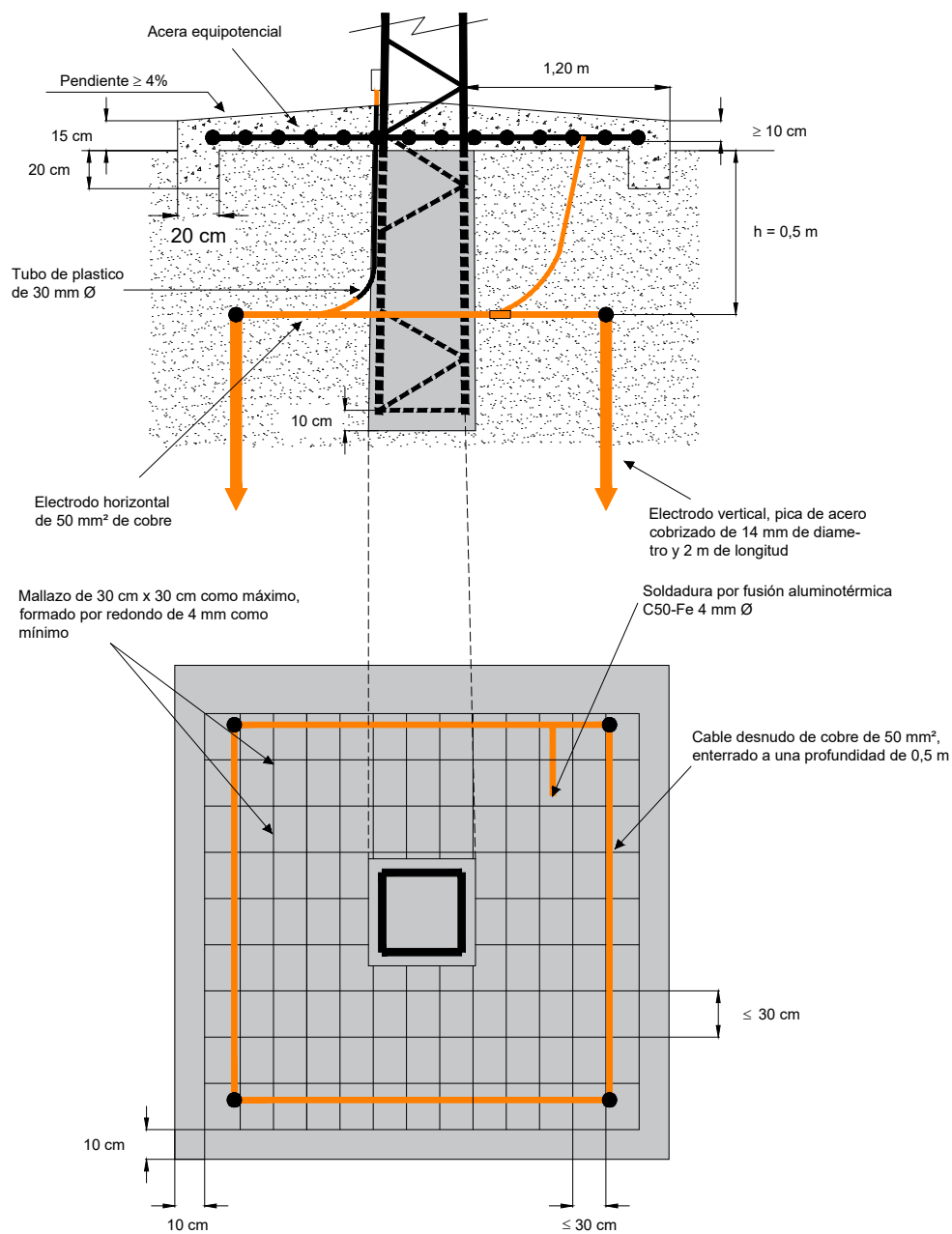
| | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Promotor: UTE CIDACOS | N° Obra: --- | IC Esq: -xxx- |
| Papel: A4 | Escala: S/E | Creación: 09/2025 |
| Hoja: MT08 | Últ. revisión: 00 - 09/2025 | Dibujado: J. SOLANO |

Logo of Rubén Alcázar Crespo

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es



TIPO DE ELECTRODO: CPT - LA -32/0,5

CPT: CONFIGURACIÓN DE PUESTA A TIERRA

LA: LÍNEA AÉREA

32/0,5: DIMENSIONES DEL ELECTRODO 3,2x3,2 m A UNA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE 0,5 m

LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO

PUESTA A TIERRA APOYOS N° 474 Y N° 476

Promotor: UTE CIDACOS

N° Obra: ---

IC Esq: -xxx-

Papel: A4

Escala: S/E

Creación: 09/2025

Jefe de obra: J.L. VILDA

Hoja: MT09

Últ. revisión: 00 - 09/2025

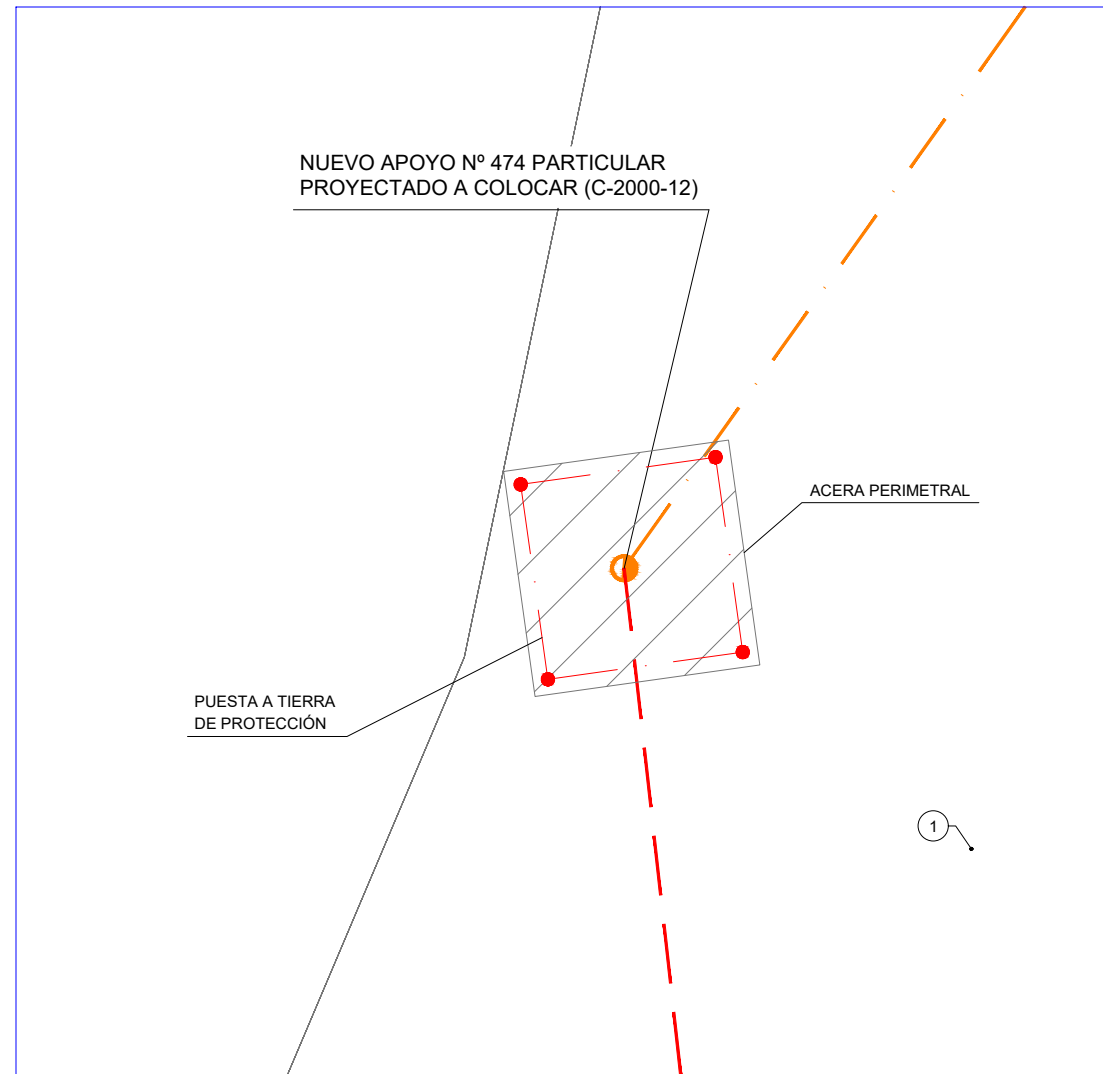
Dibujado: J. SOLANO

Logo of Rubén Alcázar Crespo

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es










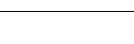


NUEVO APOYO Nº 476 PARTICULAR
PROYECTADO A COLOCAR (C-2000-12)

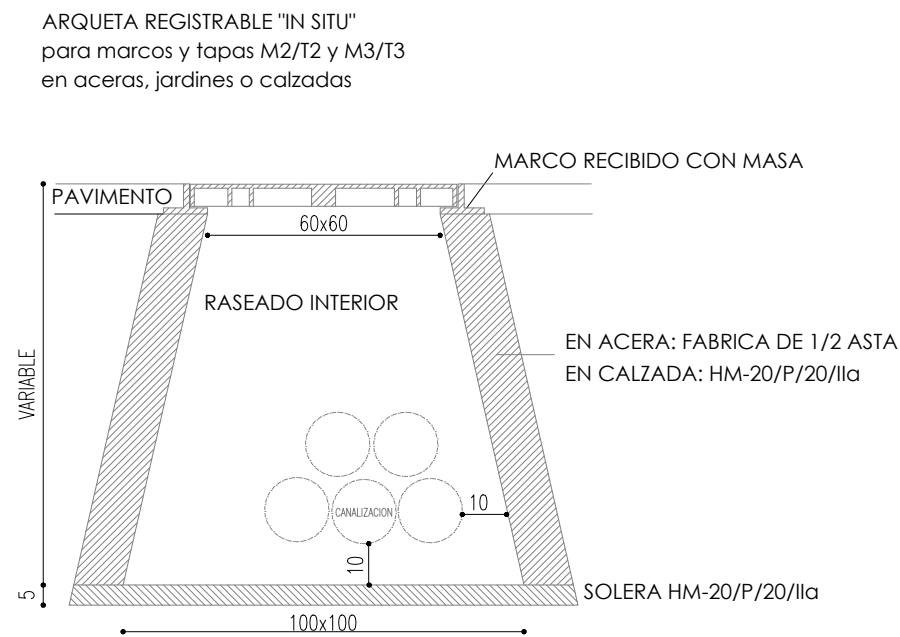
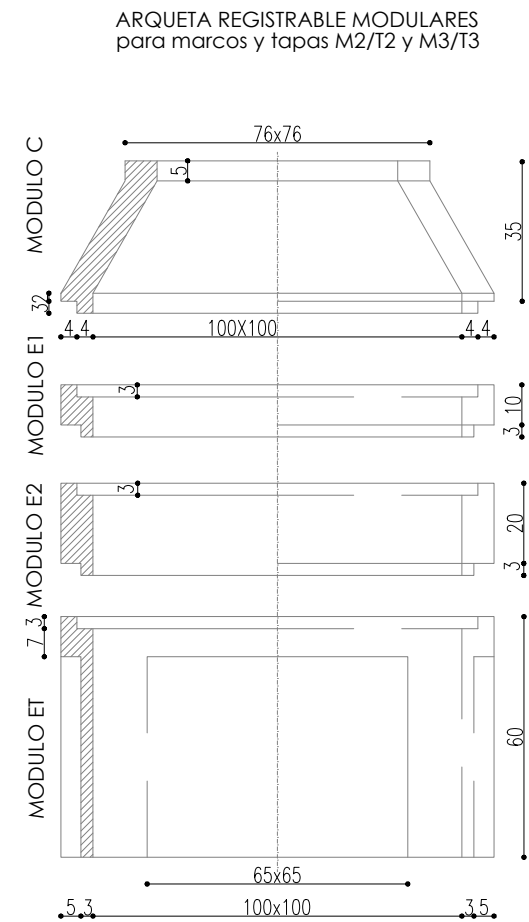
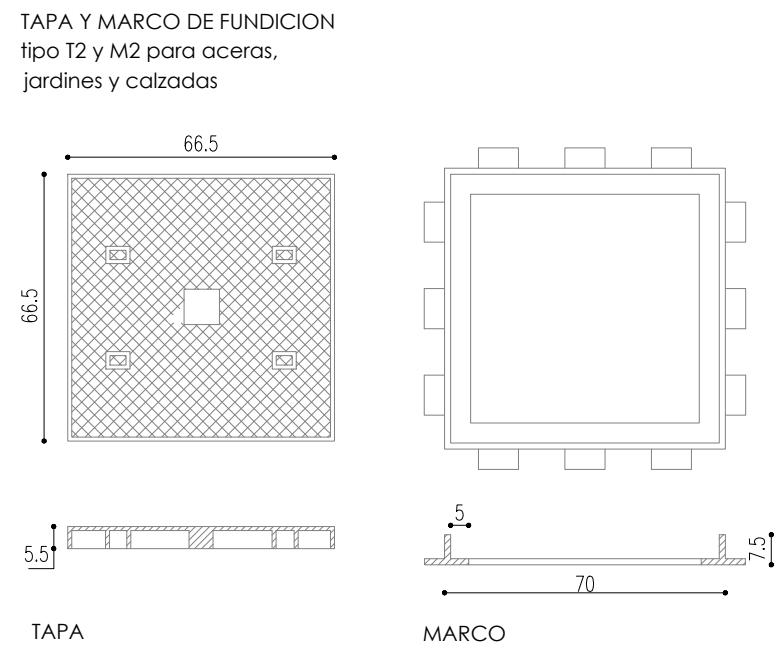
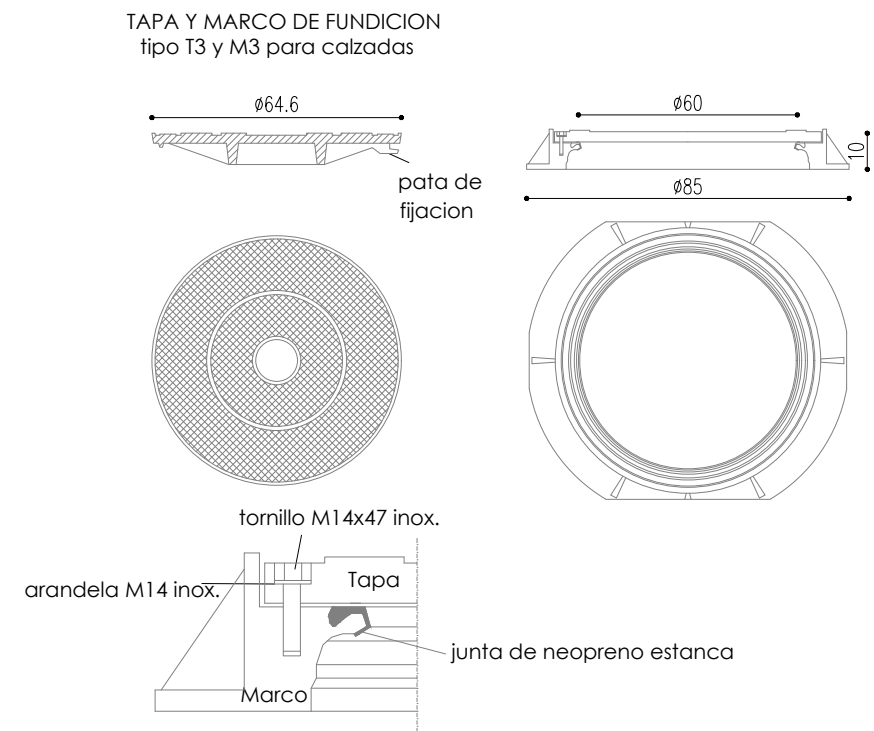
ACERAS PERIMETRALES

PUESTA A TIERRA
DE PROTECCIÓN

5

NUEVO C.T. PREFABRICADO 400 KVA PROYECTADO
PROPIEDAD PARTICULAR "ETAP FASE 2" 910407304

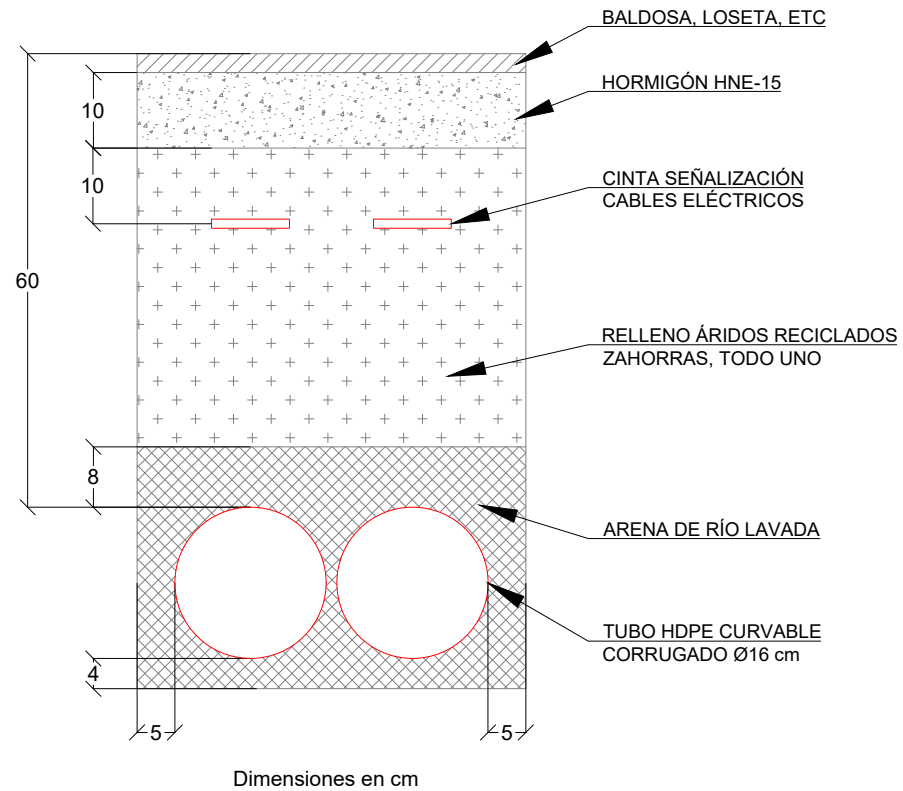
| | <u>LEYENDA</u> |
|---|---|
|  | NÚMERO DE FINCA |
|  | DELIMITACIÓN DE PARCELAS |
|  | APOYO PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR |
|  | LÍNEA AÉREA A 13,2kV PROYECTADA PROPIEDAD DE I-DE REDES ELÉCTRICAS OBJETO DE OTRO PROYECTO EN TRAMITACIÓN |
|  | LÍNEA AÉREA A 13,2kV PROYECTADA PROPIEDAD PARTICULAR |
|  | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 400 KVA DE INTEMPERIE PROYECTADO |
|  | ACERA PERIMETRAL |
|  | CONDUCTOR DE COBRE AISLADO 50 mm ² |
|  | CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 50 mm ² |
|  | PICA DE ACERO-COBRE 2.000x14,6 mm |



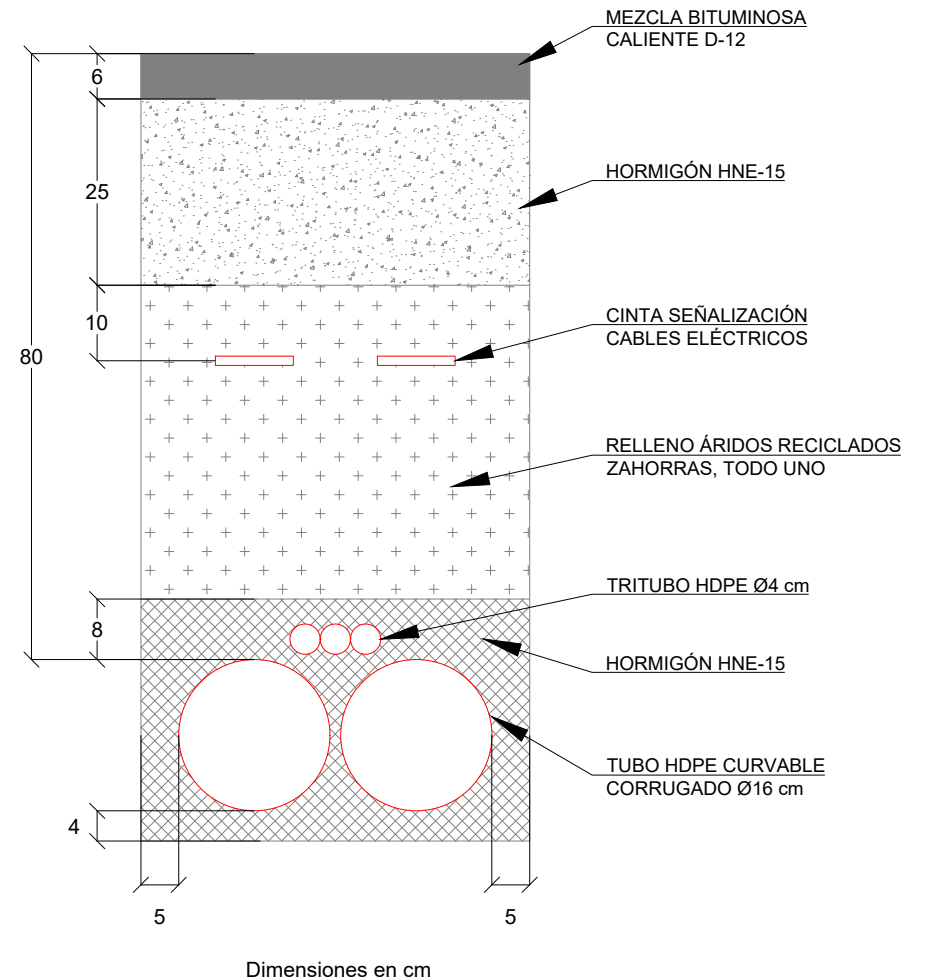
CONSTRUCCION DE ARQUETAS

- SOLERA DE HORMIGON MASA HM-20/P/20/IIa Y PIEDRA PARA DRENAJE EN LA PARTE CENTRAL.
- MUROS DE LADRILLO CERAMICO MACIZO ORDINARIO MEDIA ASTA ESPESOR ASENTADO CON MORTERO DE CEMENTO Y REVOCADO INTERIORMENTE U HORMIGON HM-20/P/20/IIa
- TAPAS Y MARCOS METÁLICOS NORMALIZADOS T2 + M2 O T3 + M3

CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA
con 2 tubos de 160 Ø
Red de 12/20 kV (sección 240 mm²)



CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA
con 2 tubos de 160 Ø
Red de 12/20 kV (sección 240 mm²), un circuito por tubo.



LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO ... SECCIÓN MULTITUBO EN ACERA/JARDIN Y CALZADA

Promotor: UTE CIDACOS

Nº Obra: ---

Jefe de obra: J.L. VILDA

Creación: 09/2025

Hoja: MT13

Papel: A4

Escala: S/E

IC Esq: -xxx-

Dibujado: J. SOLANO

Últ. revisión: 00 - 09/2025

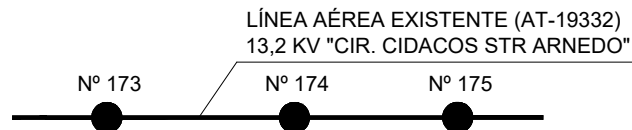
Jape

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

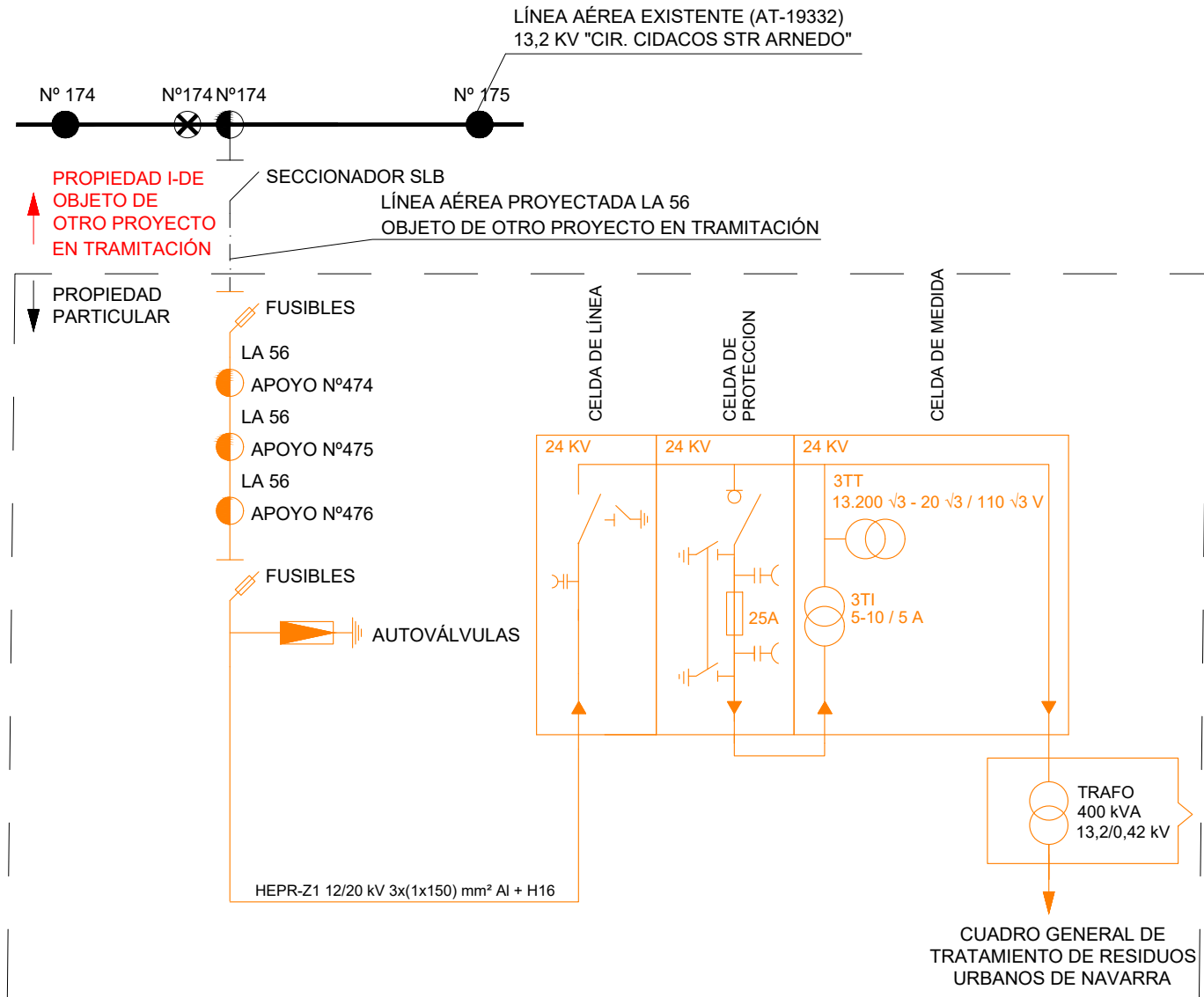
imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es

SITUACIÓN ACTUAL



SITUACION PROYECTADA



LEYENDA



APOYO EXISTENTE PROPIEDAD I-DE REDES ELÉCTRICAS

APOYO PROYECTADO PROPIEDAD I-DE REDES ELÉCTRICAS
OBJETO DE OTRO PROYECTO EN TRAMITACIÓN

APOYO PROYECTADO PROPIEDAD PARTICULAR

LÍNEA AÉREA A 13,2kV EXISTENTE PROPIEDAD DE I-DE
REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES

LÍNEA AÉREA A 13,2kV PROYECTADA PROPIEDAD DE I-DE
REDES ELÉCTRICAS OBJETO DE OTRO PROYECTO EN
TRAMITACIÓN

LÍNEA AÉREA A 13,2kV PROYECTADA PROPIEDAD
PARTICULAR

LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO ... ESQUEMA UNIFILAR

Promotor: UTE CIDACOS

N° Obra: ---

Jefe de obra: J.L. VILDA

Creación: 09/2025

Hoja: MT14

Papel: A4

Escala: S/E

IC Esq: -xxx-

Dibujado: J. SOLANO

Últ. revisión: 00 - 09/2025

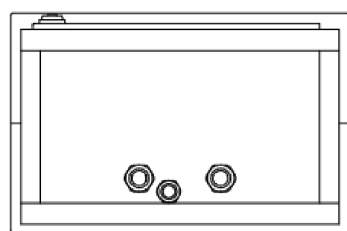
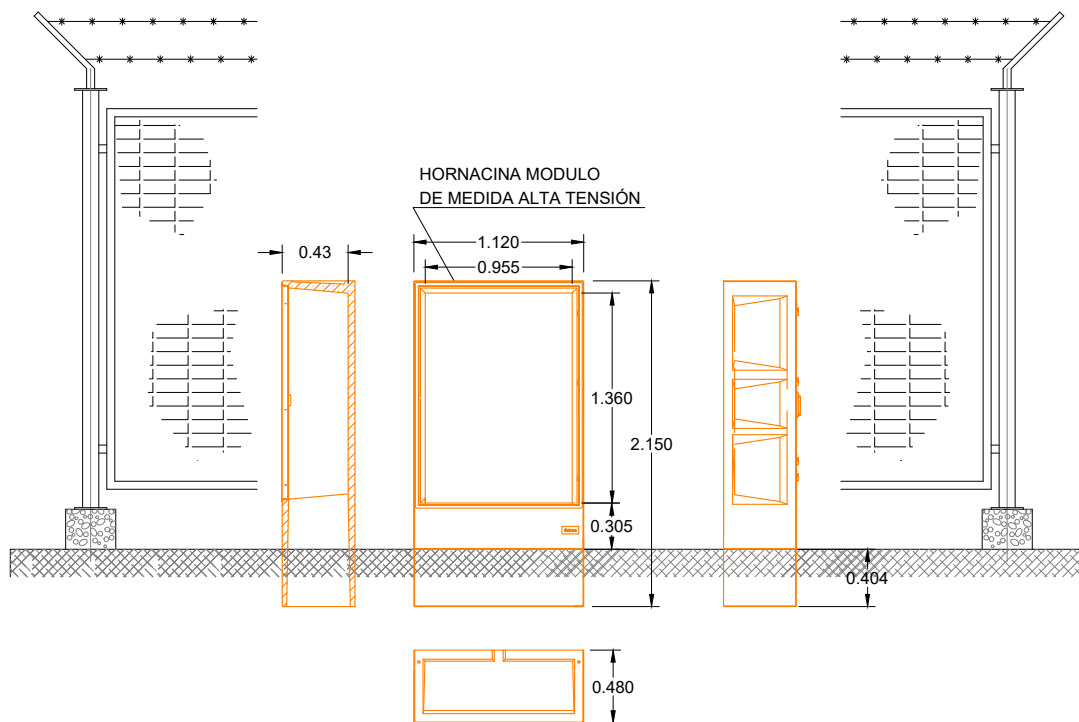
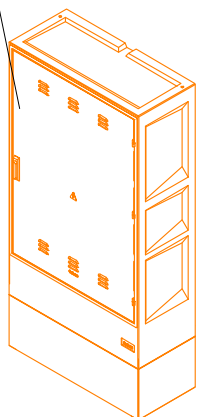
J. Solano

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

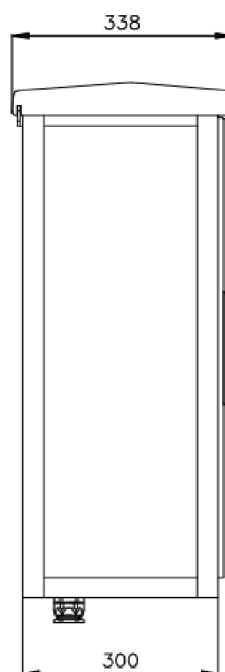
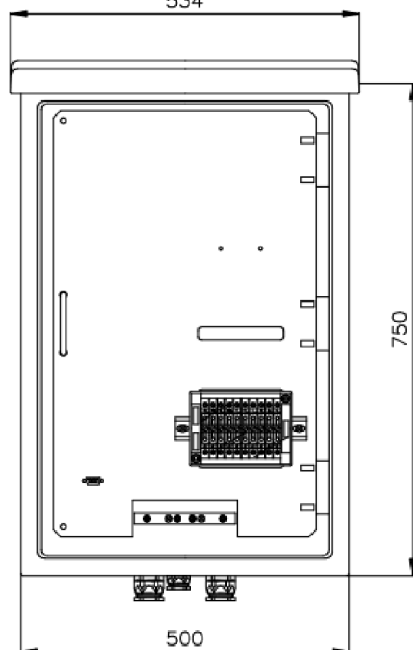
imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es

PUERTA METÁLICA CON REJILLA
VENTILACIÓN Y CERRADURA
NORMALIZADA IBERDROLA



534



LÍNEA AÉREA 13,2 kV Y C.T. DE ETAP. POL. 9. PARCELA 806. ARNEDILLO

DETALLE HORNACINA MODULO MEDIA ALTA TENSIÓN

Promotor: UTE CIDACOS

Nº Obra: ---

IC Esq: -xxx-

Papel: A4

Escala: S/E

Creación: 09/2025

Jefe de obra: J.L. VILDA

Hoja: MT15

Últ. revisión: 00 - 09/2025

Dibujado: J. SOLANO

Jape

RUBÉN ALCÁZAR CRESPO
Ingeniero Técnico Industrial

imel
ELECTRICIDAD INTELIGENTE

941 271 344
www.imel.es